

Федеральное государственное бюджетное учреждение  
«Российская академия образования»  
Научный центр Российской академии образования в Южном федеральном округе

К.Д. Чермит, А.Г. Заболотный, А.А.Клименко

# СИММЕТРИЯ, ГАРМОНИЯ, АДАПТАЦИЯ

2-е издание,  
переработанное и дополненное

Майкоп  
ЭЛИТ  
2024

УДК 57.011  
ББК 28.707.3  
Ч48

Публикуется по решению Совета Научного центра РАО  
в Республики Адыгея

**Научный редактор:**

*доктор медицинских наук, профессор*  
**В.А. Якобашвили**

**Рецензенты:**

*доктор биологических наук, профессор*  
**А.В. Шаханова,**  
*доктор медицинских наук, профессор*  
**Е.М. Бердичевская**

**Чермит, К.Д.**

**Ч48 Симметрия, гармония, адаптация** [Электронный ресурс] : коллективная монография // Чермит К.Д., Заболотный А.Г., Клименко А.А. – электрон. дан. (1 файл pdf – 7,07 Мб). 2-е изд. перераб. и доп. – Майкоп : ЭЛИТ, 2024. Режим доступа: <https://143751eb-f545-4d1c-a3a8-1035b06c81c3.selstorage.ru/978-5-6052250-2-7.pdf>  
**ISBN 978-5-6052250-2-7**

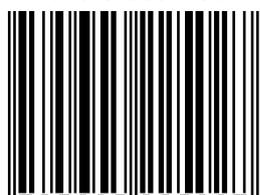
*В монографии обоснована биологическая роль пары общеприродных категорий «симметрия/асимметрия» в обеспечении гармонии, адаптации, гомеостаза и гомеорезуса организма человека, определено ее место в ансамбле сопряженных регуляторных процессов. Доказывается прогностическое значение симметрии себестождественности и проективной симметрии.*

*Предназначена для физиологов, медиков, философов, специалистов, интересующихся проблемами теоретической биологии.*

*Первое издание вышло в 2006 году в печатном виде (Ростов н/Д : Изд-во СКНЦ ВШ).*

**УДК 57.011**  
**ББК 28.707.3**

ISBN 978-5-6052250-2-7



9 785605 225027 >

© НЦ РАО в ЮФО, 2024  
© Чермит К.Д., Заболотный А.Г.,  
Клименко А.А., 2024  
© Оформление электронного  
издания ООО «ЭЛИТ», 2024

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>Введение</b>	<b>4</b>
<b>Глава 1. Внутренняя гармония организма человека</b>	<b>9</b>
1.1. Методология изучения сложных природных объектов	9
1.2. Системный метод изучения состояния человека и его взаимодействий с окружающей средой	12
1.3. Дуализм «симметрии – асимметрии» как парный метод познания и основное содержание гармоничного состояния организма	22
1.4. Методологические основы изучения гармоничности развития человека (заключение к главе)	37
<b>Глава 2. Билатеральная симметрия-асимметрия</b>	<b>43</b>
2.1. Проявление неравнозначности билатеральных органов	43
2.2. Основные принципы определения и способы изучения билатеральной симметрии и симметрии себетожественности	50
2.3. Мануальная асимметрия и закономерности ее становления в онтогенезе	54
2.4. Симметрия кинематических характеристик мануальных действий начинающих дирижеров.	69
2.5. Асимметрия зрения и ее развитие в онтогенезе.	82
2.6. Становление индивидуального профиля асимметрии	95
2.7. Профиль межполушарной асимметрии и двигательные предпочтения	101
<b>Глава 3. Абстрактные симметрии в организме человека</b>	<b>109</b>
3.1. Симметрия гомеостаза покоя	114
3.2. Симметрия гомеостаза деятельности	128
3.3. Прогностические возможности вурфа	163
3.4. «Калибровочные» возможности абстрактных видов симметрии	169
3.5. Симметрия биоэлектрической активности постуральной мускулатуры детей старшего дошкольного возраста при удержании позы «Фламинго».	181
<b>Глава 4. Адаптационное взаимодействие симметрии - асимметрии</b>	<b>194</b>
4.1. Изменчивые и устойчивые признаки физического развития и функционального состояния в период полового созревания (на примере девочек)	196
4.2. Изменения асимметрий под влиянием занятий спортом	205
4.3. Симметрия кинематических характеристик угловых перемещений в суставах при выполнении приседания.	227
4.4. Динамическая симметрия согласованности угловых перемещений в суставах.	239
4.5. Внешние условия и срочная адаптация	252
4.6. Влияние режимов учебной деятельности на физическое состояние и проявление симметрии-асимметрии	263
4.7. Особенности проявления мануальной асимметрии у левшей (левша в спорте, быту и трудовой деятельности)	285
<b>Заключение</b>	<b>375</b>
<b>Литература</b>	<b>380</b>

*Каждое природное тело и каждое природное явление имеет свое материально-энергетическое специфическое пространство, которое натуралист изучает, изучая симметрию.*

*В.И. Вернадский*

## **Введение**

Современная биология и медицина достигли такого уровня развития, когда становится возможным постановка вопроса о создании теории управления психо- и соматогенезом и внедрении ее в практику деятельности органов здравоохранения и образования. Решение данного вопроса требует определения форм и функций организма, сохраняющих свое состояние в процессе возрастного развития, установления критериев и прогнозов развития человека в онтогенезе с учетом возрастающего воздействия на него информационных и образовательных технологий, научно-технического прогресса, изменяющихся социальной и экологической среды.

Основным содержанием теории управления состоянием здоровья людей является активизация процесса адаптации человека к внешнесредовым воздействиям. Механизм адаптационного поведения, а также его потенциал генетически закреплен на индивидуальном и популяционном уровнях. Диапазон адаптивного потенциала, лабильность регуляторных механизмов имеет выраженную возрастную и половую обусловленную связь. Как непрерывный и динамический процесс степень адаптации зависит от социальных факторов.

В силу многоуровневости, динамичности и многокомпонентности явления общие закономерности адаптации и особенности ее протекания в различных условиях изучены пока недостаточно.

Сущность проблемы заключается в раскрытии механизмов, лежащих в основе формирования положительных сторон адаптации, которые составляют так называемую «цену адаптации». «Цена адаптации» отражает общебиологическую закономерность, состоящую в том, что все приспособления носят лишь характер относительной целесообразности. Если запрашиваемая «цена» оплачивается организмом без изнашивания систем, наблюдается повышение работоспособности и тренированности, в противном случае неизбежен срыв. Очевидно, что понимание механизма формирования высокого уровня работоспособности составляет необходимую предпосылку активного управления этим процессом для обеспечения снижения «цены адаптации».

Исследования отечественных ученых в течение длительного времени методологически опирались на законы диалектики (закон единства и борьбы противоположностей, закон перехода количества в качество, закон отрицания отрицания). Однако все эти законы относятся к развитию, что не исчерпывает всех свойств материи. «Миру присущи, помимо этого, также законы строения и функционирования» (А.М. Ковалев). Совокупное изучение проявления законов отрицания отрицания, единства и борьбы противоположностей, закона строения и закона «оптимальной самореализации» сложных динамических объектов, к которым относится и человек, возможно при применении системно-симметричного подхода.

Изучение противоречий между категориями «симметрия» и «асимметрия», взаимопереходов симметрии в асимметрию и наоборот (В.И. Вернадский, 1975; В.С. Готт, 1988; Н.В. Дмитриева, 1990 и др.) является эффективным методом познания мира.

При кажущемся преобладании в жизни случайных явлений, воздействующих на организм, развитие его подчиняется общим закономерностям, определение которых является главной задачей науки.

В выявлении и изучении этих закономерностей значительную роль может сыграть анализ функционирования организма с точки зрения общеприродных категорий «симметрия-асимметрия».

Появление ряда монографических работ (Г. Вейль, 1968; Н.Н. Брагина, Т.А. Доброхотова, 1988, 1994; А.П. Дубов, 1987; Э.Г. Симерицкая, 1985; Ю.А. Урманцев, 1974; Е.П. Ильин, 2001 и др.) обозначило основные теоретические направления, в русле которых развивается решение проблемы симметрии-асимметрии. Это прежде всего философское осмысление места симметрии-асимметрии в природе, классификация и динамика форм асимметрии в живых объектах, исследование особенностей проявления функциональной асимметрии у человека и животных, значение функциональной асимметрии в реализации психических процессов, использование билатеральности при обучении, изучение и описание клиники очаговых поражений.

Изучение симметрии в строении и функционировании организма человека не имеет такой длительной истории. В 1848 году Л. Пастер впервые открыл, что симметричные взаимоотношения между правым и левым нарушаются на молекулярном уровне, и тем самым заложил основу учения о молекулярной асимметрии, которое явилось начальным этапом интенсивного изучения латеральности органических соединений.

Установленный впоследствии П. Броком (1861) факт функциональной неравнозначности полушарий подтвердил идеи Л. Пастера и позволил

сформировать учение о латерализации в центральной нервной системе. Убедительное подтверждение явлению функциональной неравнозначности дали клинические исследования А. Сперри (A.W. Sperry, 1961), а затем С. Спрингера и Г. Дейча, что IgM были только к токсоплазме, к остальным паразитам IgM ни в одной лаборатории не нашли в работах с «расщепленным» мозгом.

Усилиями С.В. Петухова (1981), В.Д. Цветкова (1999), Н.В. Дмитриевой (1990) и др. доказано существование ряда инвариантных и симметричных состояний функций и форм организма человека.

Вместе с тем в физиологии человека обращения к взаимодействию симметрии и асимметрии в основном носили фрагментарный характер. Чаще всего исследователи ограничивались выявлением степени и причин отклонения форм и функций от симметрии, проявления билатеральной и функциональной асимметрии.

Наряду с этим продолжает оставаться невыясненной биологическая роль взаимодействия симметрии-асимметрии на фоне огромного числа фактов, подтверждающих связь дуализма с любыми биологическими процессами в организме человека. Недостаточно изученным остается взаимодействие категорий «симметрия» и «гармония». Отсюда нечеткость методологических и методических положений при использовании латерализации функций в практических целях для диагностирования состояний человека, для совершенствования манипуляций с орудиями труда и повышения успешности двигательной деятельности.

Кроме того, категория «симметрия-асимметрия», сопряженная со структурами и функциями организма, мало привлекается для объяснения таких универсальных свойств живых систем, как адаптация, гомеостаз, саморегуляция.

Исходя из того, что принцип «симметрия-асимметрия» управляет законами природы (В.А. Тарасов, 1984), охватывая пространство, время и причинность взаимодействия. нами предпринята попытка изучения закономерностей проявления симметрии-асимметрии в строении и функциях человеческого организма, а также порядка разрешения противоречия между симметрией и асимметрией организма человека в процессе адаптации и возрастного развития.

В монографии представлены результаты изучения:

- факторов, влияющих на формирование асимметрий человека;
- адаптивного поведения человека (границы, ход изменений, адаптивный эффект при развитии асимметрий);
- функций, подчиняющихся признакам симметрии, и их изменениями в процессе адаптации;

- взаимосвязей показателей симметрий и функций, морфофункциональной и двигательной асимметрий;
- возможностей диагностирования состояния здоровья и уровня тренированности по проявлению симметрии-асимметрии;
- места симметрии в состоянии гармонического развития организма человека;
- периодов развития форм и функций организма человека и их влияние на проявление морфологической и функциональной асимметрии;
- устойчивых и изменчивых признаков форм и функций организма в процессе полового созревания;
- особенностей проявления моторной и функциональной асимметрии у лиц с левосторонней латеральной мануальной доминантой.

Теоретическая значимость представленной работы состоит в том, что она определяет новое направление в применении системно-симметричного метода в изучении глубинных механизмов адаптации, гомеостаза и гомеорезуса, в развитии представлений о физиологическом оптимуме, о процессах оптимизации физического состояния человека, об адаптивном поведении человека в онтогенезе. Кроме того:

- дано теоретико-логическое обоснование условиям формирования внутренней гармонии организма человека и доказана прогностическая состоятельность симметрии себетожественности, показателей вурфа и «золотого сечения»;
- сформированы теоретические основания для целесообразного регулирования мануальной асимметрии в процессе спортивной, учебной и трудовой деятельности;
- осуществлено обоснование биологической роли гармонической пары категорий «симметрия/асимметрия» и определено ее место в ансамбле сопряженных регуляторных процессов;
- уточнены: причины, влияющие на появление и развитие функциональной и морфологической асимметрии; устойчивые и изменчивые признаки форм и функций человека в онтогенезе; этапы возрастного развития морфологической и функциональной асимметрии; особенности проявления моторной и функциональной асимметрии у лиц с различной мануальной латеральной доминантой.

В своей работе авторы доказывают, что:

1. Составными компонентами состояния человека, определяемого как «гармоническое», являются целесообразное проявление симметрии и ее качественное воспроизведение с определенным ритмом при сохранении вектора

развития. Симметрия и ритм выступают как необходимые формы выражения временно-пространственного единства подсистем организма. Взаимодействие противоположностей «симметрия» и «асимметрия», позволяющее рассмотреть причинно-следственные связи устойчивости и изменчивости, является необходимым условием разрешения противоречий между старым и новым состояниями организма.

2. Наряду с температурным, кислотно-щелочным, вегетативным гомеостазом для организма человека характерен гомеостаз проявления цикловой симметрии в виде вурфа и «золотого сечения». Защитный эффект адаптации в цикловых симметриях проявляется аналогично другим гомеостатическим показателям: с одной стороны, усиливается стабильность функции, а с другой, – увеличивается возможность отклонения от симметрии при максимальных нагрузках. Симметрия себетожественности и проективная симметрия вурфа имеют прогностическое значение и позволяют оценить состояние гомеостаза, гомеорезуса, здоровья и тренированности.

3. В восходящем отрезке онтогенеза направление мануальной латерализации преимущественно определяется генотипом как константным и постоянно действующим фактором развития. Степень латерализации зависит от взаимодействия генотипа, стандартов обучения и воспитания, латерального воздействия двигательной активности. В постпубертатном периоде основным фактором, определяющим степень мануальной латерализации, является трудовая деятельность, которая при определенных условиях может оказывать корректирующее влияние и на направление латерализации.

4. Признаками, подчиняющимися симметрии себетожественности, или устойчивыми признаками физического развития в период полового созревания в 11-15 лет являются: вектор и центельный коридор развития тотальных размеров тела, удельный вес тела, связь мышечного компонента тела с количеством массы тела, индекс развития Пушкарева С.А., а также соотношение морфологических признаков, подчиняющихся закономерностям «золотого сечения» и вурфу. В процессе полового созревания устойчиво определяются корреляционные связи между признаками, которые характеризуют экономичность сердечно-сосудистой деятельности.

5. Проявление биоэлектрической активности скелетной мускулатуры и кинематические характеристики естественных локомоций человека могут проявляться в форме динамической симметрии и динамической асимметрии.

## Глава 1.

### Внутренняя гармония организма человека

#### 1.1. Методология изучения сложных природных объектов

Феномен человека может быть понят и объяснен только через рассмотрение его как целостной структуры, являющейся одним из звеньев природы и функционирующей на основе природных закономерностей. На необходимость такого подхода оценки состояния человека внимание обращалось давно и медиками, и биологами, и педагогами. Их мнение сводилось к тому, что обеспечить правильное теоретическое мышление возможно лишь в случае применения основных принципов диалектической логики, а именно, всесторонности исследования, изучения объекта в развитии, раскрытия сущности единства и борьбы противоположностей, единства количественного и качественного анализа и др. Нельзя не признать прогрессивность подобного подхода с учетом недавнего состояния методологии исследования закономерностей природы и общества. Но современные философы небезосновательно полагают, что общие законы мироздания не могут ограничиваться тремя законами диалектики, обоснованными Гегелем, т.е. законом единства и борьбы противоположностей, законом перехода количества в качество и законом отрицания отрицания. Все эти законы относятся к процессу развития. Однако развитие не исчерпывает всю совокупность свойств материи. Рассуждая об общих законах природного мира, А.М. Ковалев (1998) приходит к заключению, что законы диалектики являются частными проявлениями более общих законов мироздания. К таковым он относит закон «оптимальной самореализации».

Сложно оценить, выступает ли этот закон как всеобщий, но то, что оптимальная самореализация свойственна человеку, сомнений не вызывает. Она осуществляется на основе принципов:

- максимальной реализации внутренних возможностей;
- формирования внешних условий, адекватных потребностям своего функционирования (бифуркация);
- развития путем адаптации или преобразования внешних условий.

Саморазвитие выступает не только как одно из важнейших свойств материальных структур, но и как важнейший способ их реализации, и поэтому неслучайно материальные структуры, обладающие более интенсивной способностью к саморазвитию и самоизменению, при прочих равных условиях способны лучше самореализовываться (К.В. Судаков, 1996). Характер

функционирования определяет его структурное построение и организацию, но в свою очередь и структура в порядке обратной связи влияет на характер функционирования систем.

Здесь важно подчеркнуть: в основе организации объекта лежит не структурное построение, а основной закон функционирования. Закон функционирования определяет структуру и его организацию, чем «выше уровень организации, тем сильнее зависимость структуры от функции» (В.В. Бабенко, 2001).

На данный аспект обращают внимание и другие авторы. Так, М.М. Муртузалиев (1997) подчеркивает, что «элементы, не обогащенные функционально (информационно), подлежат исчезновению, то есть атрофируются ...».

Выявление механизмов взаимовлияния функций и структур, а также взаимодействия биологических и социальных функциональных систем способствует адекватному пониманию проблемы самоорганизации и саморазвития и, следовательно, определению эффективных путей управления физическим состоянием человека.

В соответствии с основным законом и обеспечением его наиболее эффективного функционирования строится и вся структура объекта. В целях обеспечения самосохранения материальных структур они должны обладать устойчивостью. Здесь мы сталкиваемся с проявляющимся противоречием между стремлением системы к устойчивости (структурной и функциональной избыточностью) и атрофией элементов, не обогащающихся функционально (О.Г. Чароян, 1997). Только в нестабильной системе могут иметь место уникальные события, появление новых, более совершенных форм организации.

Развитие является важнейшим компонентом саморазвития, в связи с чем системе должна быть присуща активность, и как следствие – изменчивость. Любая оптимальная организация должна сводиться к компромиссу между максимальным разнообразием и максимальной избыточностью. Таким образом обеспечиваются единство и качественное многообразие входящих в систему составных частей и элементов. При этом единство обеспечивает устойчивость и самосохранение системы [симметрии], многообразие – процессы адаптации.

В качественно многообразном мире структуры самореализующейся системы характеризуются не только единством, но и отличительным качественным своеобразием, что иногда приводит к несогласованности действий между ними.

Качественно различные структуры, находящиеся в единстве, необязательно и не всегда находятся в состоянии борьбы, они могут находиться в состоянии взаимодействия и взаимопомощи. Из чего А.М. Ковалев (1998) делает вывод, что

«закон единства и борьбы противоположностей выступает частным случаем закона единства и качественного многообразия мира».

Из единства и качественного многообразия мира следует, что возникновение нового качества не может произойти само по себе. В его основе должны лежать изменения структурных образований, возникающие в результате отрицания предыдущей структуры или ее состояния. Новое состояние возникает не в результате случайности, но как результат определенной объективной необходимости (П.К. Анохин, 1975; С.С. Герштейн, 1998; Н.П. Дубинин, 1977 и др.).

Поскольку система включает в себя качественно различные материальные структуры, обладающие относительной самостоятельностью, разнородностью, неравномерностью развития, а также способностью к изменению в различных направлениях, возникает необходимость поддержания в ней динамического развития между частями. Это следует из того, что всякое структурное образование существует только до тех пор, пока оно сохраняет равновесие между его элементами. Таким образом, обязательным условием функционирования системы является соблюдение закона обеспечения динамического равновесия. Равновесие обеспечивает устойчивость, а динамичность – способность системы к развитию.

По мнению А.М. Ковалева (1998), основная суть закона динамического равновесия, действующего в рамках природного мира, заключается в том, что:

а) любая система имеет тенденцию к утверждению и обеспечению динамического равновесия как внутри себя, между своими элементами, так и в отношении окружающих ее внешних условий, и для того чтобы вывести ее из такого состояния, нужны определенные усилия;

б) система существует до тех пор и лишь постольку, поскольку сохраняется динамическое равновесие как внутри, так и вне ее, причем степень и характер такого равновесия имеет свои пределы;

в) поскольку мир состоит из качественно разнородных взаимодействующих явлений и процессов, обладающих относительной самостоятельностью, то динамическое равновесие может нарушаться как внутренними элементами системы, так и внешними факторами. Однако при этом возникающее неравновесие рано или поздно сменяется новым равновесием, и так до бесконечности;

г) более того, нарушение равновесного состояния данной системы может сопровождаться или происходить в результате утверждения динамического равновесия более широкой системы, куда данная система входит в качестве одного из составных элементов.

Трудно найти аргументы против того факта, что динамическое равновесие организма со средой выступает в качестве частного случая проявления общеприродного принципа динамического равновесия.

Устойчивость и изменчивость материальных структур несут в себе не только признаки единства, но и соответствия. Чем выше устойчивость, тем больше допустимая степень изменчивости, и наоборот.

Среди законов функционирования природного мира, таких как законы соответствия устойчивости и изменчивости, решающей роли влияния внешних условий на материальную структуру, динамического равновесия и др., ученые выделяют закон гармоничности и дисгармоничности, который одновременно отражает в себе закономерности диалектики, строения и функционирования сложных систем.

## **1.2. Системный метод изучения состояния человека и его взаимодействий с окружающей средой**

Оценивая функционирование системы, ученые (П.К. Анохин, 1975; К.В. Судаков, 1996 и др.) приходят к выводу, что главным ее результатом является новое качество, или системный эффект. «Система – это такая совокупность элементов, где конечный результат кооперации, объединения проявляется не в виде суммы эффектов составляющих ее элементов, а как произведение эффектов, т.е. системность – характерное свойство организованной сложности, предполагающее неаддитивное сложение функций отдельных компонентов. Объединение двух и более элементов в системе рождает новое качество, которое не может быть выражено через качество составляющих его компонентов» (О.Г. Чароян, 1997). С данным подходом согласуется мнение М. Чебышева и В. Когана (1998), считающих главным признаком системы ее целостность, под которой понимается общее свойство систем любой природы, характеризующее высокий уровень интегрального развития их компонентных связей, и способность системы производить новые интегральные качества, не свойственные отдельным ее компонентам. При этом важным является то, что системообразующим фактором, определяющим избирательное вовлечение в систему содействующих друг другу частных механизмов, является полезный результат деятельности системы. При этом в целостной системе протекающие своеобразные процессы имеют более высокий уровень организации, и они не сводятся к частным механизмам.

Основными свойствами системы являются структура, упорядоченность, организованность, целостность, взаимоотношения структуры и ее элементов, структурные уровни, развитие системы (А.А. Ухтомский, 1945).

Таким образом, при раскрытии элементов и типов систем особое внимание следует уделить тому, что множество элементов, обнаруживающих устойчивое

единство и целостность, обладающих интегральными свойствами, подчиняющихся закономерностям, является системой только в случае формирования ими нового свойства, которым не обладают элементы. Следовательно, стержнем системы, главной ее целью, т.е. главным ее элементом, является достижение качественно нового свойства.

Достижение этой цели возможно при наличии у системы следующих свойств: 1) определенной структуры; 2) структурной упорядоченности; 3) функциональной организованности; 4) целостности; 5) взаимодействия элементов системы; 6) взаимодействие иерархических уровней; 7) возможности развития системы.

Инвариантность (неизменность) составных элементов системы определяется только относительно наличия этого элемента. Однако параметры каждого инвариантного элемента сами по себе являются переменными, и эффективность функционирования системы в значительной степени зависит от этих переменных.

Система подчиняется принципам целостности и развития. Принцип целостности понимается как способность сохранять состояние в процессе развития. Достигнув определенного состояния, целостность системы начинает детерминировать свое развитие. То есть свойства целого являются важнейшими детерминантами, а формирование целостности выступает как критерий развития.

Целостность выражается двумя сторонами явления – организованностью и упорядоченностью элементов системы. При этом организованность отражает степень регулирования (управления) связей между элементами системы, а также связь между системой и окружающей средой.

Упорядоченность свидетельствует о преобладании существенных, необходимых связей над случайными.

Реализация цели системы происходит при обеспечении системно-функциональных, системно-структурных, системно-компонентных связей, в совокупности обеспечивающих системный эффект.

Системный подход – совокупность общенаучных методологических принципов (требований), в основе нее лежит рассмотрение объектов как систем. К числу этих требований относятся: а) выявление зависимости каждого элемента от его места и функций в системе с учетом того, что свойства целого не сводимы к сумме свойств его элементов; б) анализ того, насколько поведение системы обусловлено как особенностями ее отдельных элементов, так и свойствами ее структуры; в) исследование механизма взаимозависимости, взаимодействия системы и среды; г) изучение характера иерархичности, присущего данной системе; д) обеспечение множественности описаний с целью многоаспектного охвата системы; е) рассмотрение динамизма системы, представление ее как развивающейся целостности.

Системный подход является средством объективизации (выделения в качестве объекта исследования) целостных явлений и системных комплексов, характеризует общие механизмы интеграции, раскрывает качественную многомерность явлений (Г.И. Царегородцев, 1966).

Представление об организме как целостной системе в значительной степени связано с именем И.П. Павлова (1951), который писал: «Человек есть, конечно, система (грубее говоря – машина): как и всякая другая в природе, подчиняющаяся неизбежным и единым для природы законам, но система, в горизонте нашего научного видения единственная по высочайшему саморегулированию, система сама себя поддерживающая: восстанавливающая, поправляющая и даже совершенствующая». Но вместе с тем следует признать, что сознательная опора на методологию системного подхода, формулирование четкой исходной системной направленности исследований стала проследиваться на более позднем этапе.

Как считают ведущие ученые (Б.Г. Ананьев, 1980; Л. Берталанфи, 1969; В.И. Вернадский, 1975; В.С. Готт, 1988 и др.), системный подход представляет собой конкретную научную методологию познания сложных объектов, пришедшую на смену аналитическим исследованиям.

Сущность системного подхода к исследованию объективной реальности заключается в том, что объекты познания изучаются как системы. В научной литературе прослеживаются два направления применения системного подхода изучения объективной реальности. Представители первого направления основное внимание сосредоточивают на изучении процессов формирования системы, на выявлении механизмов ее функционирования. Исследуются закономерности взаимодействия отдельных компонентов системы, направленные на получение запрограммированного результата. Представители второго направления главное внимание сосредоточивают на изучении механизмов, порождающих новые системные качества, которые возникают в процессе взаимодействия отдельных компонентов системы и не сводятся к свойствам отдельно взятых компонентов, ее образующих.

По мнению В.Д. Шадрикова (1982), понятие «система» определяется через «структуру» и «функцию». Структура [от лат. расположение, порядок (Новейший словарь иностранных слов и выражений. – Минск, 2003)] – объективно существующее целостное, представленное элементами и их взаимосвязями друг с другом и с целым. «В структурах число и особенности подструктур зависят от свойств объекта, взятого как целостность, и не зависят от познающего их. Он может только правильно или ошибочно, полно или не полно познать их».

Функция – (элемента, структуры, системы) – продуцирование определенного результата. Система – это структура, рассматриваемая в отношении определенной функции.

Подробный анализ понятия «система» позволяет В.Д. Шадрикову (1982) выделить следующие общие моменты, присущие любой системе: 1) «система» представляет собой нечто целостное, отличное от окружающей среды; 2) эта целостность носит функциональный характер; 3) система представляется дифференцируемой на конечное множество взаимосвязанных элементов, обладающих вполне определенными свойствами; 4) отдельные элементы взаимодействуют в плане общего назначения системы; 5) свойства системы не сводятся к свойствам, образующим ее компонент; 6) система находится в информационном и энергетическом взаимодействии с окружающей средой; 7) система изменяет характер функционирования в зависимости от информации о полученных результатах; 8) системы могут обладать свойствами адаптивности.

Один и тот же результат может быть достигнут разными системами, а в одной и той же структуре одни и те же элементы могут группироваться в разные системы, в зависимости от целевого назначения.

Система носит всегда функциональный характер, поэтому понятия «система» и «функциональная система», по мнению В.Д. Шадрикова (1982), следует понимать как синонимы.

Представляет несомненный интерес позиция Б.Ф. Ломова (1991), известного среди отечественных психологов исследованиями по инженерной психологии, который предъявляет к исследованиям два основных требования:

а) использование таких методов и такого формального аппарата, которые не игнорируют всей сложности, присущей рассматриваемой системе; взаимосвязи между большим числом факторов, определяющих ее поведение; неопределенности поведения системы в целом и составляющих ее частей; развития системы, обусловленного изменением свойств составных частей и условий существования системы и т.п.;

б) использование специальных методов упрощения, позволяющих создать обозримую модель системы без потери основных ее свойств.

Можно в самых общих чертах охарактеризовать некоторые основные принципы системного подхода к исследованиям:

1. Возможно более точное и полное определение назначения системы и ее цели, что требует анализа: а) состава и значимости целей; б) подцелей и задач; в) их осуществимости и требуемых для этого средств (ресурсов); г) показателей эффективности и целевой функции.

2. Исследование структуры системы, а именно: а) состава входящих в нее компонентов; б) характера межкомпонентных связей и связей системы с внешней

средой; в) пространственно-временной организации компонентов системы и их связей; г) границ системы; д) ее изменчивости и особенностей на различных стадиях существования;

3. Последовательное изучение характера функционирования системы: а) всей системы в целом; б) отдельных подсистем в пределах целого; в) изменчивости функций и их особенностей на разных стадиях существования системы.

4. Рассмотрение системы в динамике, в развитии: а) на стадии формирования; б) на стадии развития; в) на стадии разрушения.

Пока такие математические методы, которые позволили бы осуществлять исследования сложных систем с учетом всех перечисленных моментов, еще не разработаны, хотя некоторые подходы к ним уже намечаются.

Развивая учение И.П. Павлова и П.К. Анохина, К.В. Судаков (1996) приходит к выводу о ведущей роли адаптивной самоорганизации системы «человек». При этом автор подчеркивает ведущую роль в адаптивной самоорганизации различных функций метаболических потребностей. В процессе «удовлетворения потребностей, т.е. при достижении организации адаптивных результатов, происходит своеобразная фиксация сложившейся под влиянием потребности молекулярной и органной интеграции в динамические саморегулирующиеся функциональные системы...» (с.16).

По определению К.В. Судакова, функциональные системы являются динамическими самоорганизующимися центрально-периферическими организациями, все компоненты которых, а также их взаимодействия направлены на достижение полезных для организма приспособительных результатов. Функциональные системы обеспечивают устойчивость проявлений метаболизма и адаптации человека.

Как подчеркивается учеными, анализировавшими функциональные системы, ведущим условием самоорганизации является принцип саморегуляции. Суть принципа заключается в том, что отклонение того или иного результата деятельности функциональных систем от уровня, определяющего нормальную жизнедеятельность организма, само по себе является причиной мобилизации всех компонентов системы и усиления их взаимодействия. Вся деятельность функциональной системы направлена на возвращение измененного состояния к уровню, определяющему оптимальное течение процессов жизнедеятельности.

Из сути принципа саморегуляции вытекают следующие, важные для системы «человек» положения:

1. Причиной мобилизации системы могут являться: а) психические (стрессовые) воздействия среды обитания; б) физические воздействия среды обитания.

2. Степень отклонений от оптимальной жизнедеятельности определяется: а) исходным уровнем системы; б) силой (объемом и интенсивностью), местом и направлением воздействия; в) систематичностью поступающего воздействия.

3. Теоретически выделяются три системные реакции на срочное воздействие: а) на воздействия, не превышающие порог чувствительности, – временное усиление ответа системы; б) на воздействие, превышающее порог чувствительности, но не вызывающее дисфункции, – утомление и затем восстановление по принципу суперкомпенсации; в) на воздействие, превышающее возможности организма, – переутомление.

В отличие от остальных живых систем человек не может довольствоваться только биологической «нишей» существования. Неотъемлемой частью формирующихся и действующих функциональных систем является социальная среда, сформированная историей развития человечества. То есть, рассматривая систему в развитии, необходимо учитывать:

- 1) факторы внутреннего характера;
- 2) факторы внешнего характера;
- 3) взаимодействия внутренних и внешних факторов по структурным, функциональным и темпоральным характеристикам;
- 4) изменчивость состояния функциональной системы (структуры и функции);
- 5) изменения, вносимые человеком в состояние окружающей среды (бифуркация).

Более того, доминантой саморазвития и самоорганизации системы, даже при ведущей роли внутренних факторов, является противоречие между системой и окружающей средой (Е.Д. Холмская, 1995). Развитие может быть удовлетворено либо структурными, либо функциональными перестройками.

Структурные критерии складываются из представлений о развитии как о ряде необратимых направленных качественных изменений структур материальной системы. Теоретически эти изменения стремятся как к структурному упрощению, так и к структурному усложнению в связи с тем, что явление отражает диалектический закон отрицания отрицания.

Вектор изменений, а также в большой степени время изменения форм зависят от генетически определяемых факторов, однако интенсивность развития и достижимый дефинитивный уровень определяются в значительной степени уровнем актуализации функций.

Из данного положения вытекает важный для физиологии человека факт: зная возрастные закономерности и исходный уровень развития, можно предвидеть морфологические и функциональные результаты актуализации функций.

Структурные изменения обуславливают процессы либо дифференциации, либо интеграции. Особое место здесь занимает противоречие между структурной сложностью системы и необходимостью упрощения функционирования (О.Г. Чароян, 1997) или «простотой ее самоуправления» (М.М. Муртазалиев, Е.Я. Режабек, 1995). Такое противоречие разрешается путем упрощения способа организации управления и передачи активности системно значимым органам. Например, разрешение подобного противоречия наблюдается при анализе процесса формирования двигательного навыка, при переходе от умения к навыкам и от навыка к умению высшего порядка.

В проявлении противоречий функционирования на разных уровнях организованности систем существенную роль, равно как и в изменении форм, играет соотношение моментов изменчивости и устойчивости.

«Способности системы к стабилизации некоторых параметров посредством направленного упорядочения ее структурных и функциональных отношений с тем, чтобы противостоять энтропийным факторам среды» (Е.П. Ильин, 2001; с.98), могут быть приняты как показатель самоорганизации.

Ведущую роль в изменении физического состояния человека играют его потребности и деятельность по реализации этих потребностей. Первичными, наиболее важными из них, являются метаболические. По мнению К.В. Судакова (1996), которое мы разделяем, «потребности первично объединяют разнообразные молекулярные процессы и ткани в системные организации, обеспечивающие удовлетворение этих потребностей». В дальнейшем происходит фиксация потребностей молекулярной и органной интеграции в динамические саморегулирующиеся функциональные системы: молекулярные, вегетативные и поведенческие.

Человек является сложной биосоциальной системой, вся сложная структура которой, в биологическом плане, функционирует для облегчения жизни и в социальном – для облегчения процессов адаптации. Многослойная структура деятельности приводит к появлению иерархического взаимоотношения между разными уровнями, что подчеркивается множеством ученых, занимающихся развитием учения теории функциональных систем

В.С. Мерлин (1970) в своем учении об интегральной индивидуальности выделил следующие уровни: анатомо-физиологический, психодинамический, психологический, личностный, социально-психологический. С подобным разграничением согласен Б.А. Никитюк (1995), который уточняет, что первый уровень включает анатомо-физиологические свойства организма, второй – свойства темперамента, третий – содержательную сторону психических процессов, четвертый – состояние личности, характеризующее совокупность

отношений к тому, что происходит вне и внутри ее, и пятый отражает интегральные отношения личности (целостность сознания).

К.В. Судаков (1996) выделяет метаболический, гомеостатический, поведенческий, социальный и психологический уровни. То есть важно понять, что человек представляется не как набор органов, связанных нервной и гуморальной регуляцией, а как множество взаимодействующих систем различного уровня организации, каждая из которых обеспечивает достижение необходимых приспособительных реакций, в результате чего появляется системный эффект, т.е. новое физическое состояние.

На метаболическом уровне функциональные системы обуславливают достижение завершающих этапов химических реакций по принципу прекращения или активизации. Типичным примером функциональной системы метаболического уровня является состояние утомления в некомпенсированной фазе, характеризующейся угнетением функций надпочечников, снижением активности дыхательных ферментов, интенсификацией процессов анаэробного энергообмена (т.е. накоплением недоокисленных продуктов), падением резервной щелочности крови (Н.А. Фомин, 1995).

Причем причины снижения работоспособности многоструктурны, неоднозначны и степень изменения тех или иных параметров зависит от направленности и интенсивности воздействия. «На гомеостатическом уровне многочисленные функциональные системы, объединяющие нервные и гуморальные механизмы», определяют оптимальный уровень важнейших показателей внутренней среды организма, таких как масса крови, артериальное давление, температура, рН, осмотическое давление и др. На поведенческом уровне функциональные системы определяют достижение важных для себя биологических результатов (изменение внешней среды для защиты организма от холода, голода и т.д.).

На социальном уровне многообразные функциональные системы определяют достижение людьми социально важных результатов в каком-либо общественно значимом виде деятельности (в учебе, спорте, духовной деятельности, культуре, искусстве, профессиональной деятельности и т.д.).

Высший уровень в иерархии систем человека занимают психологические. Системы этого уровня «строятся на информационной основе идеального отражения человеком его различных эмоциональных состояний и свойств предметов окружающей жизни. Результаты функциональных систем психической деятельности представлены отражением в сознании человека, его субъективных переживаний, важнейших понятий, абстрактных представлений о внешних предметах и их отношении» (К.В. Судаков, 1990).

Для целесообразного изменения внутреннего состояния человека важнейшее значение имеет принцип доминирования одной из функциональных систем в целом организме, который изучен Д.А. Ухтомским. Доминантная функциональная система определяется либо биологической, либо социальной потребностью и реализуется только в том случае, если биологическая система соответствует требованиям соблюдения устойчивого неравновесия. Это обеспечивает приспособление к изменяющимся условиям внешней среды. Однако адаптация происходит только в определенных условиях, а именно когда изменчивость организма не успевает «гасить» возмущающее воздействие среды и включаются в работу пассивные механизмы адаптации.

1. Следствием все большего доминирования социальных функциональных систем, обеспечивающих учебную деятельность, можно объяснить наблюдаемое уменьшение количества здоровых детей. Проблема в этом аспекте принимает столь серьезный оборот, что ее обсуждением занимается Совет Безопасности Российской Федерации. В разделе «Здоровье – ведущий системообразующий фактор национальной безопасности» (Охрана здоровья населения, 1995) подчеркивается: «физическое и психическое здоровье является непреходящей ценностью» (с.184), «все аспекты национальной безопасности не имеют смысла, если здоровье населения резко ухудшается, если процессы депопуляции и вырождения выходят из-под контроля...» (с.4).

В документе «О предложениях и концепции национальной безопасности» в разделе «Охрана здоровья населения» особенно подчеркиваются две тенденции:

1. «Здоровье населения России находится в опасности. Негативные процессы идут давно, но в последнее время они стали угрожать существованию нации» (с.91).

2. «Вызывает большую тревогу физическое состояние и состояние здоровья подрастающего поколения. Свыше чем у 60 % детей в возрасте 3-7 лет (дошкольники) выявляются отклонения в состоянии здоровья...» (с.95).

Результаты проведенных исследований нашим аспирантом В.Г. Левченко (1998) подтверждают тенденцию ухудшения здоровья детей школьного возраста, особенно по таким показателям, как количество заболеваний, уровень физического развития, уровень физической подготовленности. Среди выявленных патологий основное место занимают неинфекционные (нарушения осанки, сколиозы, отставание в физическом развитии и др.), борьба с которыми может эффективно вестись с помощью правильно организованной системы физического воспитания.

Исследуя функциональное состояние и физическое развитие детей Республики Адыгея, наш аспирант К.Ю. Мамгетов (1995) выявил возрастное увеличение количества дисгармоничных детей при одновременном снижении

количества гармонично развитых, что обусловлено прогрессирующим влиянием на физическое развитие несбалансированного питания и гиподинамии, усугубляемых содержанием обучения и стандартами воспитания.

Адекватность приспособлений организма к условиям среды, готовность его к адаптационным реакциям – целесообразности и детерминированности онтогенетического развития – являются результатом непрерывного действия отбора и выражаются в удивительном соответствии строения и функций организма человека внешним условиям, в согласованности органов, частей, систем, которые составляют его целостность. При этом приспособительные процессы включают в себя как динамические и структурные изменения, так и их ответные реакции.

Целесообразность имеет относительный характер. Если адаптационные возможности человека не совпадают с адаптационными требованиями среды, то в комплексных процессах приспособления, наряду с процессами организации, упорядоченности, встречаются и проявления деструкции, дезорганизации. Незнание закономерностей адаптации, причин появления патологий, неагрессивных изменений ограничивает возможности познания состояния человека, определяемого как «здоровье». Незнание общих закономерностей формо- и функциообразования не позволяет выяснить истинный смысл процессов, происходящих в организме, так как «целесообразная» в одном случае адаптационная реакция оказывается совершенно «нецелесообразной» в других условиях, месте и времени.

Следует отметить, что приспособительные процессы происходят как в здоровом, так и в больном организме. Поэтому при оценке целесообразных приспособительных процессов вводится понятие «гармоническое соотношение» воздействия и ответной реакции организма. Более того, при самых разнообразных подходах к установлению дефиниции «здоровье человека» ученые едины в мнении о том, что одним из признаков данного состояния является гармоническое единство биологических и социальных качеств, обусловленных взаимодействием генотипа и среды.

Подобного мнения придерживается и ВОЗ, определяя здоровье как физическую, социальную и психологическую гармонию человека. Вместе с тем дефиниция «гармония» в биологии точно не определена, в связи с чем возникает противоречие между использованием этого понятия для оценки состояния человека и отсутствием возможности количественно оценить его, ибо «без величайшей искусственности во всем, касающемся рода, вида и отличительного признака, нет возможности понять хоть что-нибудь» (Боэций, 1990).

Вместе с тем обращение к дефиниции «гармония» многих ученых для раскрытия состояния здоровья человека не является случайным, потому что она:

- характеризует состояние внутренней упорядоченности системы в развитии, строении и функционировании;
- может дать характеристику в единых мерах оценки состояния внешней среды, качества взаимодействия организма и внешней среды, качества взаимодействия подсистем организма.

Исходя из системного анализа, теоретически можно предположить три возможных варианта увеличения производительности системы «человек»:

1. Увеличение числа функционирующих элементов системы.
2. Усиление организованности взаимодействия элементов системы.
3. Усиление функциональных способностей системы.

Для нас представляет интерес, какие изменения состояния гармонии происходят при реализации каждого варианта.

### **1.3. Дуализм «симметрии – асимметрии» как парный метод познания и основное содержание гармоничного состояния организма**

Анализ работ философов (Г. Гегель, В. С. Готт, М.Ю. Келитов Г. Лейбниц, М.А. Марутаев и др.), причастных к развитию учения о гармонии, позволил прийти к следующим основополагающим выводам:

1. Гармония является фундаментальным атрибутом бытия.
2. Гармония как проявление взаимосвязи сущности и существования в материальном мире – единственное средство обоснования единства противоречий в многообразии.

3. Гармония – это состояние системы, при которой проявляются согласие, упорядоченность, соразмерность и уравновешенность, это состояние временно-пространственной целостности динамической системы, обеспечивающееся взаимосвязью симметрии и ритма, при которой движение к новому состоянию осуществляется за счет сохранения достижений предыдущего состояния.

Если первые два вывода относятся к качественным определителям состояния, то третий вывод содержит в себе возможность и количественного выражения. Однако остается не раскрытым ряд принципиальных вопросов:

1. Возможно ли отнесение дефиниции «гармония» к человеку?
2. Какие противоречия разрешаются в случае гармонического развития?
3. Какие достижения из предыдущего состояния сохраняются и какие утрачиваются при движении к новому в процессе развития?
4. Какие количественные признаки определяют состояние гармонии?

Основу гармонии (Г. Гегель, 1970; А.И. Колков, В. Д.Харин, 2001; Н. Коперник, 1960; Г. Лейбниц, 1982; М.А. Марутаев, 1990 и др.) составляют связь между уровнями системы, связь частей слагаемого целого. При этом каждый

низлежащий уровень служит основой, на которой высший актуализирует свои потенциальные возможности. Функциональное единство между разными частями и переход от частей к гармонии предопределяются тремя основными положениями: а) общим происхождением системы; б) единством происходящих процессов; в) подчиненностью всей системы и образующих ее подсистем единым законам и закономерностям.

Следовательно, дифиниция «гармония» может быть отнесена к любой системе, имеющей функциональное единство и взаимосвязь уровней, в том числе и к человеку, так как единство и иерархическая соподчиненность подсистем человека доказана работами многих ученых. Гармония – это объективно существующее состояние, а не «идеальное целое, к которому в большей степени приближаются реальные объекты» (А.П. Дубов, 1980).

Полученные наукой факты подтверждают, что все соответствующее внутренне противоречиво. Всякая попытка игнорирования данного факта приводит к непониманию смысла происходящих изменений. Более того, изучение сложного и динамичного объекта, к каковым относится человек, невозможно без определения взаимодействий противоположностей. Поэтому при определении состояния человека, характеризующегося как гармоничное, следует выявить противостоящие и противоборствующие факторы.

Основу гармонии представляют не любые противоречия, а лишь те, которые сосуществуют между собой и воздействуют друг на друга, обеспечивая состояние неустойчивого равновесия. Нет противоречий – нет неустойчивого равновесия, следовательно, нет гармонии, она несовместима лишь с антагонистическими противоречиями.

В развивающихся материальных системах взаимодействуют старое и новое состояние как противоположности. Последующее индивидуальное развитие жизненного цикла человека охватывает последовательную смену различных фаз его становления, но четко разграничить эти фазы невозможно. «Все последующие фазы развития преемственно связаны с предыдущими, причем не только с ближайшей, смежной, но с весьма отдаленными, даже исходными, начиная с раннего возраста. Внутри любого предшествующего периода складываются ресурсы и резервы последнего развития» (Б.Г. Ананьев, 1968).

Основным противоречием, разрешающимся в развитии, является взаимодействие устойчивости и неустойчивости, сохранения и изменения. Одним из главных признаков устойчивости является симметрия (Г. Вейль, 1968; А.С. Компонеец, 1978; Н.А. Кудряшев, 1998; В.А. Марков, 1977; Н.В. Овчинников, 1978; В.С. Степанов, 2000; Ю.А. Урманцев, В.Д. Цветков, 1999; И.И. Шафрановский, 1985 и др.). «Симметрия служит основой гармонии, а

гармония представляет собой проявление симметрии в конкретном организме, объекте или явлении» (В.Г. Мещряков, 1984).

Если исходить из определения гармонии как единства устойчивости и изменчивости, то симметрия сама по себе не является достаточным фактором, доказывающим существование гармонического состояния. Гармония проявляется в согласованном сочетании симметрий-асимметрий, что доказывается в ряде наших предыдущих работ, а также в работах многих других ученых (В.И. Алатырев, Е.С. Аристова, 1994; С.Н. Ан, 1995; Н.Н. Брагина, Т.А. Доброхотова, 1988, 1994).

Определяя гармонию как состояние системы (согласие, упорядоченность, соразмерность, уравновешенность, временно-пространственная целостность), следует подчеркнуть, что характеристики ее лежат внутри целостности.

В этой связи борьба гармонии и ее противоположности – дисгармонии, есть борьба на уничтожение друг друга. Относится она не к внутреннему взаимодействию системных элементов, а к внешним атрибутам существования самой системы. Дисгармония – это движение от имеющейся гармонии в сторону ее ослабления или расшатывания. Конечными результатами борьбы гармонии и дисгармонии могут быть только два: 1) восстановление гармонии; 2) гибель системы.

В контексте изучаемой проблемы гармония может быть отнесена к среде, к человеку и к взаимодействию человека и среды (прямая и обратная). При этом любой из этих систем может быть присуще состояние либо гармонии, либо дисгармонии. Особо следует остановиться на третьей системе, так как возможность отнесения первых двух к системным проявлениям вообще не требует доказательств. В изучаемом случае человек рассматривается как составная часть, как подсистема природы, тем более, что реальная система всегда представляется как элемент другой более сложной системы. Подсистема (человек) в этом случае взаимодействует с элементами системы, в результате чего могут иметь место пересечения различных направлений развития, вплоть до противоположных, проявляющихся по разным системообразующим факторам. Так, чрезмерная физическая нагрузка в спорте одновременно может сопровождаться позитивными изменениями мышечной системы спортсмена при патологии сердечно-сосудистой. Данный аспект важен и в связи с тем, что в недавнем прошлом здоровье человека зависело в основном от взаимодействия наследственности и образа жизни. Теперь существенные коррективы в ее проявления вносит качество окружающей среды, которое, в конечном счете, зависит от деятельности людей. Усиливается зависимость здоровья людей друг от друга, от гармонии взаимодействия каждого с природой (К.Х. Делокаров, 1994).

В 1918 году Эмми Нетер, немецкий математик, доказала фундаментальную теорему, которая утверждает: существование любой конкретной симметрии приводит к соответствующему закону сохранения. «Согласно теореме Нетер, из инвариантности относительно сдвига во времени – сдвиговая симметрия – (что выражает физическое свойство равноправия всех моментов времени – однородность времени) следует закон сохранения энергии; относительно пространственных сдвигов (свойство равноправия всех точек пространства – однородность пространства) – закон сохранения импульса или количества движения; относительно пространственного вращения – осевая симметрия (свойство равноправия всех направлений в пространстве – изотропность пространства) – закон сохранения момента количества движения и другие (электрический заряд, обобщенный закон движения центра массы релятивистской системы), подчиняющиеся законам сохранения» (Н. Винер, 1964).

Важно подчеркнуть всеобщность симметрии, в отношении чего В.И. Вернадский (1966) отметил: «Новым в науке явилось не выявление принципа симметрии, а выявление его всеобщности».

Понятие «симметрия» позволяет конструировать величины и фигуры. Представление о симметрии можно формулировать с помощью математических формул, то есть «... давать первоначальное и полное изложение понятия вещи в его границах» (Г. Гегель, 1970, с.60).

Отношение между симметрией и гармонией с давних пор служит предметом дискуссий. Одни авторы считают, что гармония выражает систему внутренних и внешних отношений, узел пространственных и временных связей, среди которых симметрии принадлежит определенное место (Е.А. Шапошников, 1993). Другие убеждены в том, что симметрия в сравнении с гармонией выступает в качестве более содержательного научного понятия, в представлении третьих симметрия и гармония являются синонимами (Г. Вейль, 1968; М.А. Марутаев, 1994; Н.Ф. Овчинников, 1978, Ю.А. Урманцев, 1974).

Симметрия способна выразить большое число видов отношений, близких к гармонии, таких как структурные отношения между элементами системы, отношения между причинами и следствиями происходящих изменений, отношения между системой и окружающей средой.

«...Типологическим признаком человека является симметрия правой и левой сторон, которая закладывается на первых этапах дробления оплодотворенного яйца. При серьезных мутациях этого типологического признака, в зависимости от их силы и характера, наступает или гибель зародыша, или морфологическая деформация новорожденного. Все незначительные генетические вариации

компенсируются в процессах развития, не нарушая симметрии при развитии плода» (А.П. Дубов, 1980).

Симметрия проявляется в виде билатерального тождества, себестождественности функций, соответствия норме, динамического тождества, цикловой симметрии и др. При этом цикловые симметрии являются проявлением абстрактной симметрии. Но каждый из признаков симметрии имеет числовое исчисление, позволяющее объективно оценивать степень устойчивости.

Симметрия и гармония представляют качественно разные явления, при этом симметрия является подчиненным проявлением. Проявление симметрии относится не только к внутреннему состоянию системы «человек», но и к его взаимодействию с окружающей средой. «Изучение симметрии естественно-научными методами показало, что любое явление природы в своем развитии оказывается в глубокой зависимости от внешней среды» (В.Г. Мещряков, 1984).

Кюри Р. (1908) в свое время доказал, что симметрия среды выступает в роли детерминирующего фактора по отношению к симметрии тела. Причем взаимосвязь между ними достаточно жесткая, отсутствие симметрии в среде способно снять элементы симметрии с тела, вызывая ее диссимметрию.

В доказательство этой теории наш аспирант Н.В. Карягина (1996), изучая адаптивное поведение спортсменов, имеющих различный исходный уровень асимметрии, выявила, что у спортсменов, специализирующихся в плавании, тяжелой атлетике, лыжном спорте под влиянием равномерной нагрузки усиливается равномерность развития правой и левой сторон тела. Вместе с тем наибольшее количество патологических изменений осанки обнаруживается у спортсменов, специализирующихся в пулевой стрельбе (16%), велоспорте (6,20 %), баскетболе (5,22 %), боксе (4,0 %), то есть в видах, предполагающих неравномерное использование сторон тела.

Следует отметить, что в основном все авторы, изучающие взаимодействие симметрий-асимметрий склонны считать, что симметрия первична (так как в ее основе лежит приспособление организма к наиболее эффективному способу существования), а асимметрия имеет вторичный характер, связанный с совершенствованием способов существования в сфере жизнеобеспечения.

Отрицание предыдущего состояния как форма разрешения противоречий происходит скачками, следующими друг за другом в надлежащем ритме. Гегель полагал, что богатство содержания нового достигается при условии единства противоположностей, причем единство в качестве своей предпосылки имеет ритм развития целого. Важная мысль его заключается в том, что отрицание как форма разрешения противоречий имеет своим смыслом не простой отказ от старого, а достижение более высокого уровня содержания, осуществляемое на основе единства предыдущего и последующего.

Переход от одного гармонического уровня к другому оказывается внутренне детерминированным процессом. Это приводит к существенному ослаблению случайных факторов. Взаимодействие скачкообразности и сохранение симметрии составляющих обеспечивает гармоническое единство развития, которое становится упорядоченным и свободным от инверсии. Симметричные соотношения являются той константой, которая сохраняется организмом как достижение предыдущего состояния при переходе на новый качественный уровень.

В силу того, что скачки являются способом разрешения противоречий, они при гармоническом развитии системы должны носить ритмический характер. Ритм характеризует процесс превращений или скачков (А.А. Гужаловский, 1979; К.Ю. Мамгетов, 1995; Б.А. Никитюк, Б.И. Коган, 1992; J. Tanner, 1964; R.E Thayer, 1986 и др.). Однако скачкообразные изменения могут демонстрировать уровень не только гармоничного развития, они характерны для любых состояний человека, что подтверждается в исследованиях Г.И. Царегородцева (1966): «Переход от нормального физического состояния к болезненному, патологическому состоянию – это переход от одного качественного состояния к другому, или макроскачок. Но в рамках этого макроскачка может быть несколько небольших качественных превращений, или микроскачков».

Скачкообразность перехода состояний является признаком не только развития здорового организма, она закономерна и при формировании патологии. Следовательно, скачок, приводящий к патологии, может либо выпасть из общего ритма, либо иметь иное направление, чем вектор нормального ритма.

Таким образом, можно констатировать, что ритм, отражающий соразмерность во времени, и симметрия – соразмерность в пространстве, – являются главными определителями внутренней гармонии форм и функций человека и поэтому требуют более пристального внимания.

Появление ряда монографических работ в период с 70-х годов до нашего времени и специальных диссертационных исследований (В.В. Абрамов, Т.Я. Абрамова, 1996; М. Гарднер, 1967; Т.А. Доброхотова, 1974; Ю.А. Урманцев, 1974 и др.) обозначили основные теоретические направления, в русле которых развивается мысль исследователей проблемы симметрии-асимметрии. Это прежде всего философское осмысление места симметрии-асимметрии в явлениях природы, осмысление генезиса понятий симметрии и асимметрии, придание им статуса парного метода естественно-научного познания.

Хорошо знакомые симметричные пространственные построения природных явлений (снежинка – гексагональная симметрия, симметрия вокруг оси – зеркальная симметрия и многие другие) являются следствием закономерностей,

«пронзающих» все явления. Поэтому с развитием науки явление симметрии постепенно переносится с пространственных проявлений на множество других.

В частности, этот момент поддерживается Н.А. Кудряшевым (1998), который считает, что понятие «симметрия» является более широким, чем пространственное тождество, наблюдаемое при преобразовании (повороте), так как в науке под этим понимается неизменность при какой-либо операции не только предметов, но и физических явлений, математических формул, уравнений и т.д.

Автор подчеркивает сложность формулирования единого определения понятия «симметрия», «...поскольку она принимает свою конкретную форму в каждой области человеческой деятельности».

Н.А. Кудряшев отмечает, что в искусстве симметрия проявляется в соразмерности и взаимосвязи частей, в механике выражена в виде принципа относительности.

В.И. Коробко, Г.Н. Примак (1993) относят к системам, охваченным законами симметрии, и пространственные параметры тела человека, и физиологические ритмы и функции человека, и восприятие человеком прекрасного в архитектуре, изобразительном искусстве, в музыке, в поэзии. Последняя мысль В.И. Коробко и Г.Н. Примак была представлена на конференции, посвященной сложным системам и нелинейной динамике в природе, на которой учеными Бременского университета были изложены результаты экспериментов по восприятию людьми окружающего мира. Была доказана более высокая чувствительность системы восприятия к симметрии. «Если имеются малейшие черты симметрии в наблюдаемой хаотической картине, человек выделяет их яснее».

В вопросе, что в природе является более важным – симметрия или асимметрия, нет единого мнения. Да вероятнее всего, и не может быть. В этой связи авторы, в принципе, не отрицают необходимость рассмотрения симметрии-асимметрии в проявляемом единстве. А именно это определяет наиболее важные возможности изучения взаимодействий в сложных природных системах. Для того чтобы доказать это следует определить понятия «симметрия» и «асимметрия», выяснить, какие виды симметрии и их нарушений проявляются в природе и какие из них мы наблюдаем в живом организме.

Предварительно заметим, что «...важнейшим научным открытием всех времен следует считать осознание того, что законы природы можно записать с помощью математического кода. Причина этого нам неизвестна, но сам по себе факт математического кодирования явления природы позволяет понимать, управлять и предсказывать ход физических процессов» (Антология мировой философии, 1969, с.59).

Именно в этом привлекательность парной категории познания и парного принципа существования и взаимодействия, каковыми являются «симметрия-асимметрия».

С.С. Герштейн (1998), изучая пространство Минковского, использует проявление пространственной симметрии для доказательства существования и направленности движения античастиц. «Силы, нарушающие CP-симметрию, нарушают тем самым симметрию между веществом и антивеществом. Возможно, что именно они (по мысли, высказанной впервые А.Д.Сахаровым) и привели к барионной асимметрии нашей Вселенной, то есть к тому, что в ней не обнаружено областей из антивещества». Полагая, что одним из актуальных направлений исследований физики элементарных частиц и космологии является «изучение сил, нарушающих CP-симметрию», С.С. Герштейн тем самым подчеркивает познавательную ценность парной категории, считающей более важным изменчивость системы под внешним влиянием, склонной видеть уникальность асимметрии. «В симметрии люди увидели не то, что есть, а то, что им захотелось увидеть. Это оказалось не имеющей себе равных в истории науки великолепной идеализацией...». Поэтому нет ничего удивительного в том, что законы, открытые в симметричном мире, «являются постоянным источником открытия законов, их нарушающих» (Б.Ф. Ломов, 1991).

Другая группа ученых, исследующих общие закономерности природных явлений, относится к этой проблеме совершенно противоположным образом.

Так, А.Б. Мигдал (1983) считает, что главными направлениями физики XX века были поиски симметрии и единства картины мира. С подобным мнением согласуется подход А.С. Компонееца (1978), который подчеркивает, что симметрия сыграла важную роль при проведении исследований в микромире, а также подход В.Г. Болотянского и Н.Я. Виленкина, особо подчеркивающих познавательную ценность поиска симметрии (1967).

Возникающие между авторами противоречия не являются, на наш взгляд, принципиальными, они лишь отражают многогранность явления и возможность его рассмотрения с различных точек зрения.

В западном мире научно-теоретическое осмысление симметрии-асимметрии в значительной мере формируется в трудах Л. Пастера. Он открыл, что симметрия между правым и левым в живой природе нарушена на молекулярном уровне (1848).

Рассмотрим, что вкладывается в понятия «симметрия» и «асимметрия». «Симметрия-асимметрия есть объективные свойства никем не созданного и существующего вечно материального мира» (В.С.Готт, 1972), представляющие собой одну из форм проявления законов единства и борьбы противоположностей, единства сохранения и устойчивости, беспорядка и порядка, закономерного и

случайного. Понятие «симметрия», прежде всего, употреблялось как обозначение пропорциональности или согласованности частей единого. Однако в процессе исследований расширялось содержание этого понятия. С симметрией начинают связывать «пропорциональность, гармонию, соразмерность частей целого, равновесие и стабильность, отражение существующего в объективной действительности порядка» (Н.Н. Брагина, Т.А. Доброхотова, 1994). Более точное и полное определение дано в 1972 г. В.С. Готтом (1972): «Симметрия – это категория, означающая процесс существования и становления тождественных моментов в определенных условиях и в определенных отношениях между различными и противоположными состояниями явлений мира». То есть в этой трактовке «симметрия» является определителем упорядоченности структур, форм, движений, процессов и т.д. Поиск проявления симметрии в соответствии с понятием означает поиск общих законов, потому что «...всякая научная теория должна быть непротиворечивой и инвариантной относительно группы описываемых объектов и явлений». Это значит, что симметрия может быть рассмотрена не только как проявление геометрической формы человека, но и как, например, зависимость относительного расхода воздуха от времени течения дыхательного цикла или зависимость длительности вдоха и выдоха (И.Ф. Образцов, М.А. Ханин, 1989), т.е., другими словами, как симметрия ответной реакции на воздействие. «Симметрия законов – это наличие моментов тождества между связями, входящими в их содержание» (В.С. Готт, 1992). Симметричная инвариантность – это неизменность величины по отношению к группе преобразований.

Принцип инвариантности означает, что законы природы остаются верными при определенных изменениях условий. Именно принцип симметрии и инвариантности позволил открыть периодический закон Д.И. Менделеева, симметрию и устойчивость атома, симметрию сильных и слабых взаимодействий, неизменность законов природы, массы, длительности при преобразованиях Галилея, устойчивость квадрата, интервала массы и энергии покоя тела при преобразованиях Лоренца и многое другое. Понятие «симметрия» относится и к механике движения, и к кристаллу, и к математическому уравнению, и к физическому развитию человека.

Более того, симметро-инвариантность является основной частью структуры любой теории и любого знания вообще. Вся картина внешнего и внутреннего мира человека, познаваемая и создаваемая им, есть результат систематических преобразований, которые могут быть представлены и познаваемы с точки зрения инвариантности и симметрии.

Искусство и естествознание не только активно используют фундаментальную теорию симметрии для познания окружающего мира, но и

добились в этом важных результатов. Так, в искусстве открыты причины формирования эстетических представлений. Они основаны на понятиях меры, пропорции, симметрии. Симметрия как стройность, ритмичность, целесообразность лежит в основе понятия прекрасного и реализуется в самых разнообразных вещах. Симметрия не позволяет превратить окружающий нас мир, ход развития человека, его психическое и умственное совершенствование в анархию существования, несмотря на огромное количество случайных и изменяющихся явлений. «Симметрия предполагает состояние устойчивости, без которого было бы невозможно существование живых организмов» (Н.Н. Брагина, Т.А. Доброхотова, 1984).

Принципы симметрии – это запреты, которые ограничивают возможности изменений и их количества, запреты, определяющие канву адаптации организма. Но понятие «симметрия» теряет смысл в отрыве от своей противоположности – «асимметрии». Установление факторов нарушения симметрии при отсутствии диалектического подхода к анализу фактов часто приводит отдельных ученых к метафизическому представлению симметрии-асимметрии, «к отрыву друг от друга этих понятий» (В.С. Готт, 1988). Данные разных наук свидетельствуют о том, что рассмотрение симметрии и ее изменений в ходе онтогенеза и эволюции позволяет объяснить самые разнообразные явления. «Приближенная точность законов симметрии – это общее явление и может стать законом (М. Whitlock, 1998), но изменения симметрии, т.е. асимметрия, есть процесс адаптации системы, «асимметрия не предшествует развитию, а возникает в нем самом как проявление одной из сторон относительного единства симметрии и асимметрии» (В.С. Готт, 1972).

Асимметрия определяется Н.Н. Брагиной и Т.А. Доброхотовой (1984) как «подвижность, активность системы, необратимость применительно к процессам физическим, химическим, физиологическим и неравенство частей объекта». Однако такое толкование понятия не позволяет изучить взаимопереходы физических, химических и других процессов в онтогенезе. Если же исходить из непрерывности единства симметрии-асимметрии, то переход симметрии в асимметрию и наоборот должен встречаться в природе. И на самом деле, функционирование человека в онтогенезе начинается в неустойчивой симметрии и переходит в устойчивую асимметрию. Причем если в мануальных действиях эта закономерность выдерживается практически без исключений, то в действиях ногами и в функционировании сенсорных систем возможны и неоднократные рецидивы неустойчивой симметрии и даже в некоторых случаях переориентация доминантного органа.

Поэтому более точным является определение асимметрии как «категории, которая означает существование и становление в определенных условиях и

отношениях различий и противоположностей внутри единства, тождества, цельности явлений мира» (В.С. Готт, 1988). То есть построение мира симметрично, но незначительная асимметрия есть признак приспособления живого к условиям среды. Все это вынуждает согласиться с В.А. Тарасовым (1984), который отмечает, что принципы симметрии и асимметрии управляют законами в природе.

Из определения понятий «симметрия» и «асимметрия» ясно, что они охватывают не только пространство и время, но и причинность их взаимодействия. Условно можно выделить геометрическую и динамическую симметрию-асимметрию. Однако между собой они тесно взаимосвязаны. Пространственная симметрия содержит в себе возможности обеспечения динамической симметрии, и наоборот, так как «любая геометрическая симметрия связана с движением и взаимодействием материальных объектов, а любая динамическая симметрия – со свойствами пространства и времени» (В.С. Готт, 1972). Если поиск закономерностей развития живого есть поиск единого и тождественного, то в этом случае симметрия выступает как «идиализированная цель познания» (В.С. Готт, 1988). Следовательно, учитывая неразрывность и диалектическое единство симметрии и асимметрии, можно резюмировать: изучение взаимопереходов симметрии в асимметрию и наоборот является методом познания мира, в том числе и человека.

Изучение человека с точки зрения единства симметрии-асимметрии вообще представляет особый интерес, потому что ни в одном животном, стоящем ниже человека на эволюционной лестнице, не встретишь такого расхождения функций, асимметрии симметричных сторон тела. Зеркальная симметрия правой и левой сторон тела нарушается праворукостью, сопряженной с расхождением функций сенсомоторных областей полушарий. Но еще более загадочной является анатомическая симметрия левого и правого полушарий мозга при резкой асимметрии в их деятельности. Проведенные исследования Т.В. Ахутиной (1998), И.Ю. Варвулевой (2000), В.Л. Деглиным (1996), А.Г. Зальцманом; Я.А. Меерсоном (1990) и др. убедительно доказывают существование правополушарной и левополушарной стратегии мышления, резкое неравенство полушарий в обеспечении психической деятельности. Если принять за симметрию теоретической системы ее непротиворечивость, себестождественность и инвариативность к описываемым объектам, проявлениям, то развитие научного знания можно определить как переход к симметрии (асимметрия-симметрия). То есть симметрия и асимметрия являются не только общенаучными категориями, но и парной категорией познания. К аналогичному выводу приходит В.А. Марков (1977), утверждающий, что симметро-инвариативность входит в структуру любой теории и любого знания вообще.

Вся картина мира, сознаваемая человеком, представляет собой результат бесчисленных преобразований, поэтому поиск законов природы есть поиск теоретико-групповой инвариантности и симметрии (определение стабильных черт явлений). Спонтанное нарушение степени симметричности возможно только в случае, если система активно взаимодействует с окружающей средой, иными словами, если она является открытой. Нормальное состояние открытой системы позволяет ей приспособиться к внешней среде и нормально функционировать в ней, т.е. жить.

При изменении внешних условий (что в жизни происходит непрерывно) система тоже изменяется, так как новым внешним условиям соответствует новое нормальное состояние, но одноразовое возмущение, случайный элемент не может нарушить симметрию системы. Организм переходит к новому качественному состоянию только в случае, когда элемент воздействия повторяется часто и требует адаптации системы.

Устойчивость человека как вида, как системы определяется биологическими и социальными механизмами адаптации. Это, с одной стороны, преемственность поколений, с другой – адаптация в онтогенезе. Открытая система, принимая неограниченный спектр амплитудных вариаций, обеспечивает левые, правые и симметричные реакции.

Направленность воздействия и его сила определяют уровень адаптации, физиологической регуляции развития и совершенствования человека. Они зависят от воздействия: 1) константных факторов; 2) последовательно ритмически или аperiodически повторяющихся постоянных внешних факторов; 3) ритмически или аperiodически повторяющихся относительно постоянных внешних факторов; 4) системного ряда никогда не повторяющихся факторов.

Каждый из этих факторов в той или иной мере влияет на симметричность / асимметричность развития и требует углубленного изучения.

Среди константных факторов, оказывающих значительное влияние на формирование левшества или правшества, исследователями выделяется генотип. Об этом свидетельствуют данные Э.Г. Симерицкой (1985), И.В. Равич-Щербо (1988), С. Спрингера, Г. Дейча (1983), Е.В. Гуровой (1976), D.Rife (1940, 1943), M. Annet (1979, 1984, 1973, 1967) и др. о том, что леворукость встречается чаще всего в семьях, в которых хотя бы один из родителей левша. Аналогично мнение А.С. Двирского (1976), выявившего факт, что левшество среди родственников левшей встречается в десять раз чаще. Данные, приводимые С. Спрингером и Г. Дейчем (1983), подтверждают саму идею: «Вероятность обнаружения леворукости у праворуких родителей 0,02. Она возрастает до 0,17, если один из родителей леворукий, и до 0,46, если леворуки оба родителя».

Соглашаясь в основном с выводом авторов, все же хочется высказать сомнение: а не является ли большое количество левшей среди родственников леворуких следствием отсутствия сильного социального давления?

В выявлении генотипа в симметричном или асимметричном развитии организма человека остается много неясных вопросов, среди которых и вопрос о взаимодействии биологического и социального.

В связи с тем, что любое качество человека является результатом сложного взаимодействия наследственного и средового, оно не может рассматриваться только как генетически предопределенное. Очень многие качества человека генетически детерминированы, однако это не означает их абсолютной инвариантности и статичности.

Наиболее важным в группе факторов системного ряда никогда не повторяющихся действий, формирующих асимметрию, является фактор времени и обусловленное им возрастное развитие человека. Мнение о возрастном увеличении асимметрии высказывалось во многих работах (Е.К. Аганянц с соавт. 2000; Е.М. Бердичевская, 1998,1999,2004; Р. Сперри, 1974; А. Basso, M. Farabola, 1990 и др.). Однако существуют и другие взгляды. В частности, Л.И. Андреевко (1976) считает, что «возраст 13 лет служит границей, за которой развитие показателей управления моторикой замедляется либо прекращается». Такое утверждение отрицает воздействие условий среды на формирование организма и в частности на управленческие возможности человека. В ряде работ указывается на увеличение степени владения навыками в доминантную и субдоминантную стороны. А разве это не есть один из показателей качества управления моторикой?

В возрастном аспекте остаются без ответа два основных вопроса: 1) какова возрастная программа изменения асимметрии? 2) какова корректирующая роль социальной среды в возрастном развитии асимметрии?

Слабо изученными остаются воздействия последовательных ритмически или аperiodически повторяющихся внешних факторов. К ним можно отнести сезонные, суточные и другие временные колебания. Именно эти колебания являются «кирпичиками», из которых складывается здание симметричного или асимметричного развития организма.

Особо важным является рассмотрение влияния этих факторов в совокупности с ритмически или аperiodически повторяющимися относительно постоянными внешними факторами, к которым относятся трудовая деятельность, обучение и воспитание в школе, воспитательное воздействие семьи, занятия спортом и множество других социально обусловленных факторов.

Изучение в совокупности влияния всех перечисленных факторов в системе приспособления человека к внешним условиям позволит определить качество воздействия всеобщего, особенного и единичного.

Изменения симметрии в процессе онтогенеза для живой природы носят всеобщий характер, и раскрытие общих закономерностей позволило бы биологам ответить на вопросы происхождения жизни и морфогенеза, экологам – познать законы образования и устойчивости функционирования сложных биоценозов, педагогам – ответить на многие вопросы, связанные с гармоничным развитием личности, формированием здорового человека.

Если человек как объект исследования представляет собой целостную систему (в чем сомневаться не приходится), то к нему применимы все закономерности, управляющие целостными и гармоническими структурами. В основе строения и функционирования человека и планетарной системы лежит один принцип.

Всеобщность наличия симметрии и ее изменения под влиянием среды позволяет исследовать структуру, функционирование и развитие организма, определяя при этом внутреннюю гармонию организма человека и его взаимоотношения с окружающим миром. В этой связи возникает необходимость теоретического обоснования проявляемых в организме человека видов симметрии.

Из определения дефиниции «симметрия» вытекают условия ее существования лишь во времени и пространстве. Симметрия означает тождественность каких-либо признаков, имеющих теоретическую возможность быть неравными. Следовательно, симметрия может существовать в трех случаях:

1. Если константны и время, и пространство, то изменения состояния системы маловероятны, но в данной работе случаи метафизического проявления симметрии не рассматриваются.

2. Если константным является время, то допускается: а) билатеральная симметрия; б) симметрия себестождественности.

Эти оба проявления, в свою очередь, подразделяются на пространственную и динамическую симметрию.

3. Если время переменное, а пространство постоянно, допускается проявление: а) симметрии себестождественности в развитии; б) симметрии цикловой.

Относительно последнего вида симметрии следует подчеркнуть следующее. Проявление цикловой симметрии в организме человека подтверждается ритмическими нарушениями симметрий и восстановлением их в процессе развития. Таким образом, в процессе системного изучения гармонии человека следует выявить проявления билатеральной симметрии, симметрии

себетождественности и цикловой симметрии в строении, функционировании и развитии человеческого организма. Симметрия-асимметрия себетождественности определяются в стандартных условиях при измерении одного и того же показателя и путем вычисления процента отклонения от исходного.

В познавательной деятельности человечества особую роль занимает ряд иррациональных чисел, выражающих определенные отношения и проявляющихся в самых неожиданных местах физического и биологического мира. К таким значениям относится известное античной и древней науке «золотое сечение» (Леонардо да Винчи) или «золотая пропорция» (Пифагор).

«Золотое сечение (гармоническое деление, деление в крайнем и среднем отношении) – деление отрезка, при котором большая часть является средней пропорциональной между всем отрезком и меньшей его частью».

В соответствии с исторической справкой, приводимой в работе В.И. Коробко, Г.Н. Примака (1993) в «Началах» Эвклида (во 2-ой книге) представлено геометрическое решение построения золотого сечения, равносильное решению квадратного уравнения вида  $x(a+x) = a^2$ . Далее Эвклид применяет золотое сечение при построении правильных пяти- и десятиугольников.

Правило «золотого сечения» выражается в том, что любую прямую можно разделить так, что отношение большей части к меньшей будет равно отношению всей прямой к большей части.

В результате решения геометрической задачи появляется алгебраическое уравнение:

$$x^2 = x + 1.$$

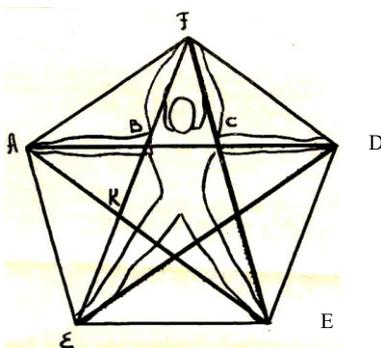
Решениями этого уравнения являются два корня. Положительный корень уравнения  $d = 1.61803398875\dots$  называется золотой пропорцией, а деление отрезка в крайнем и среднем отношении – золотым сечением (Коробко В.И., Примак Г.Н., 1993).

Одним из крупнейших математиков Средневековья Леонардом из Пизы, по прозвищу Фибоначчи, был предложен возвратный ряд чисел ( $\Phi_{n+2} = \Phi_{n+1} + \Phi_n$ ); (0,1,1,2,3,5,8,13,21,34,55,89,144....) в котором каждый последующий член (за исключением двух предыдущих) является суммой значений двух предыдущих членов.

Особенностью этого ряда является то, что деление впереди идущего числа на последующее всегда дает отношение приблизительно равное золотому сечению. Таким образом, доказывается: а) число  $\Phi$  является естественной инвариантной преобразований симметрий; б) ряды золотого сечения и отношений чисел Фибоначчи тесно связаны между собой, отражают единые закономерности.

Связь симметричной инварианты обнаруживается с рядом чисел, определяющих инварианты природы, например, с числами 0, 417, показывающими отношение электрического отталкивания к силе гравитационного притяжения двух электронов, с числом 137, определяющим заряд электрона и скорость света, с числом  $\Pi$  – определяющим отношение длины окружности к ее диаметру и множеством других.

Оказалось, что диагонали правильного пятиугольника, образующего характерную фигуру звездчатой формы, разделяются золотым сечением в соответствующей точке их пересечения, а человеческая фигура с распростертыми и поднятыми вверх руками и раздвинутыми ногами вписывается в эту пятиконечную звезду, части которой соотносятся по принципу золотого сечения (рис. 1).



*Рис. 1. Фигура человека, вписанная в каноническую пентаграмму*

Вышеизложенное позволяет констатировать, что соотношение признаков, подчиняющихся инвариантному значению золотого сечения, или золотой пропорции, является проявлением симметрии по типу себестождественности и непротиворечивости. Исследования ученых последних лет доказывают возможность выявления качественно новых свойств организма при использовании симметричного подхода, учитывающего не только зависимость части от целого в виде пропорции «золотого сечения», но и двойную пропорцию, так называемый «золотой вурф», составляющий значение 1,309.

#### **1.4. Методологические основы изучения гармоничности развития человека (заключение к главе)**

Феномен человека может быть понят и объяснен только через рассмотрение его как целостной структуры, являющейся одним из звеньев природы и функционирующей на основе природных закономерностей. На необходимость такого подхода к оценке состояния человека внимание ученых обращалось давно. Их мнение сводилось к тому, что обеспечить правильное теоретическое мышление можно лишь в случае применения основных принципов диалектической логики, а именно, всесторонности исследования, изучения

объекта в развитии, раскрытия сущности единства и борьбы противоположностей, единства количественного и качественного анализа и др.

Нельзя не признать прогрессивность подобного подхода с учетом недавнего состояния методологии исследования закономерностей природы и общества, в основе которого лежал марксизм-ленинизм и его составная часть диалектический материализм. Вместе с тем современные философы небезосновательно полагают, что общие законы мироздания не могут ограничиваться тремя законами диалектики, обоснованными Гегелем, т.е. законом единства и борьбы противоположностей, законом перехода количества в качество и законом отрицания отрицания. Все эти законы относятся к процессу развития. Однако развитие не исчерпывает всю совокупность свойств материи. Помимо законов развития ей присущи также законы строения и функционирования и закон «оптимальной самореализации».

То, что оптимальная самореализация свойственна человеку, сомнений не вызывает. Она реализуется на основе принципов:

- максимальной реализации внутренней возможности;
- формирования внешних условий, адекватных потребностям своего функционирования (бифуркация);
- развития путем адаптации или преобразования внешних условий.

Саморазвитие выступает не только как одно из важнейших свойств материальных структур, но и как важнейший способ их реализации, и поэтому неслучайно, что материальные структуры, обладающие более интенсивной способностью к саморазвитию и самоизменению при прочих равных условиях способны лучше самореализовываться. Характер функционирования определяет его структурное построение и организацию, но, в свою очередь, и структура, в порядке обратной связи, влияет на характер функционирования систем.

Важно, что в основе организации объекта лежит не структурное построение, а основной закон функционирования. Закон функционирования определяет структуру и его организацию. При этом элементы, не обращенные функционально (информационно), подлежат разрушению и даже исчезновению.

Выявление механизмов взаимовлияния функций и структур, а также взаимодействия биологических и социальных функциональных систем способствует адекватному пониманию проблемы самоорганизации и саморазвития и, следовательно, определению эффективных путей управления физическим состоянием человека.

В целях обеспечения самосохранения материальные структуры должны обладать устойчивостью. Здесь проявляется противоречие между стремлением системы к устойчивости (структурной и функциональной избыточностью) и необходимостью неустойчивости для развития. Только в нестабильной системе

могут иметь место развитие и появление новых, более совершенных форм организации.

Развитие является важнейшим компонентом саморазвития, в связи с чем системе должна быть присуща активность и, как следствие, изменчивость. Любая оптимальная организация должна сводиться к правильному соотношению между максимальным разнообразием и максимальной избыточностью. Таким образом обеспечивается единство и качественное многообразие входящих в систему составных частей и элементов. При этом единство обеспечивает устойчивость и самосохранение системы [симметрия], многообразие обеспечивает процессы адаптации.

В качественно многообразном мире структуры самореализующейся системы характеризуются не только единством, но и отличаются качественным своеобразием, что иногда приводит к несогласованности действий между ними.

Качественно различные структуры, находящиеся в единстве, необязательно и не всегда находятся в состоянии борьбы, они могут существовать в состоянии взаимодействия и взаимопомощи. Из единства и качественного многообразия мира следует, что возникновение нового качества не может произойти само по себе. В его основе должны лежать изменения структурных образований, возникающие в результате отрицания предыдущей структуры или ее состояния. Новое состояние возникает не в результате случайности, но как результат определенной объективной необходимости.

Поскольку система включает в себя качественно различные материальные структуры, обладающие относительной самостоятельностью, разнородностью, неравномерностью развития, а также способностью к изменению в различных направлениях, возникает необходимость поддержания динамического равновесия между ее частями. Это следует из того, что всякое структурное образование существует только до тех пор, пока оно сохраняет равновесие между его элементами. То есть обязательным условием функционирования системы является соблюдение закона обеспечения динамического равновесия. Равновесие обеспечивает устойчивость, а динамичность – способность системы к развитию.

Среди законов функционирования природного мира, таких как закон соответствия между устойчивостью и изменчивостью, определяющей роли влияния внешних условий на данную материальную структуру, динамического равновесия и др., ученые выделяют закон гармоничности и дисгармоничности, который одновременно отражает в себе закономерности диалектики, строения и функционирования сложных систем. Определяя гармонию как состояние системы (согласие, упорядоченность, соразмерность, уравнированность, временно-пространственная целостность), следует подчеркнуть, что характеристики ее лежат внутри целостности. В этой связи борьба гармонии с ее

противоположностью – дисгармонией, есть борьба, уничтожающая друг друга и относящаяся не к внутреннему взаимодействию системных элементов, а к внешним атрибутам существования самой системы.

Дефиниция «гармония» может быть отнесена к любой функциональной системе, имеющей функциональное единство и взаимосвязь уровней. Таких систем в контексте изучаемой проблемы может быть три: среда, человек, взаимодействие человека и среды (прямое и обратное). При этом любой из этих систем может быть присуще состояние либо гармонии, либо дисгармонии.

Гармония является производным диалектического единства устойчивости и изменчивости. Главным признаком устойчивости является симметрия.

Дефиниция «гармония» является трансцендентальным понятием, которое можно показать не иначе, как в эмпирическом созерцании, тогда как понятие «симметрия» позволяет конструировать величины и фигуры. Представление о конкретной симметрии можно выражать с помощью математических формул, то есть представлять ее количественные характеристики.

Симметрия, будучи свойством только сложных систем, способна выразить большое число видов отношений, близких к гармонии, таких как структурные отношения между элементами системы, отношения между причинами и следствиями происходящих изменений, отношения между системой и окружающей средой.

Симметрия служит основой гармонии, а гармония представляет собой проявление симметрии в конкретном организме, объекте или явлении. Она может проявляться в виде билатерального тождества, себестождественности функций, соответствия норме, динамического тождества, цикловой симметрии. В связи с тем, что каждый из признаков симметрии имеет числовое исчисление, можно объективно оценивать степень устойчивости. Сохранение организационной структуры, строения частей или элементов системы, стабильность структуры, т.е. то, что, вкладывается в понятие симметрии, является чрезвычайно важным элементом гармонии.

Противоречие между симметрией среды и тела может решиться только в пользу более динамичной, подчиненной системы, какой является тело. Однако это не значит, что среда не подвержена обратному влиянию человека. Это особенно наглядно видно при анализе нынешнего состояния экологии, изменившейся под воздействием постоянного нарушения симметрии со стороны человека в ходе его деятельности.

Определяющая роль симметрии среды по отношению к симметрии находящихся в ней систем, с одной стороны, усиливает их единство, с другой – снижает разнообразие. Таким образом, проявление симметрии относится не

только к внутреннему состоянию системы «человек», но и к его взаимодействию с окружающей средой.

Если исходить из определения гармонии единства как устойчивости и изменчивости, то симметрия сама по себе не является достаточным фактором, доказывающим существование гармонического состояния. Гармония проявляется в эффективном сочетании симметрий-асимметрий.

При этом симметрия первична (так как в ее основе лежит приспособление организма к наиболее эффективному способу существования), а асимметрия имеет вторичный характер, связанный с совершенствованием способов в сфере жизнеобеспечения.

Отрицание предыдущего состояния как форма разрешения противоречий происходит скачками, следующими друг за другом в надлежащем ритме. Отрицание имеет своим смыслом не простой отказ от старого, а достижение более высокого уровня содержания, осуществляемое на основе единства предыдущего и последующего, гарантирующего их единство.

Единство многообразия выражается в симметрии взаимодействующих компонентов и создает и статическую форму, и взаимодействия. Поэтому для перехода на новый уровень компоненты единого должны созреть одновременно, после чего происходит качественный скачок, переводящий систему на более высокий уровень. Переход от одного гармонического уровня к другому оказывается внутренне детерминированным процессом, что приводит к существенному ослаблению случайных факторов.

Благодаря скачкообразности и сохранению симметрии составляющих частей, гармоническое единство развития становится упорядоченным и свободным от инверсии.

Ритм как производное симметричных отношений между динамическими компонентами системы является причиной поддержания симметрии в качественно изменившемся единстве.

В силу того, что скачки являются способом разрешения противоречий, они при гармоническом развитии системы должны носить ритмический характер (хотя скачкообразные изменения могут быть свойственными не только гармоническому развитию).

Зная направление и ритм качественных скачков, можно не только констатировать здоровье или патологию, но и определить предпатологическое состояние.

Ритм, отражающий соразмерность во времени, и симметрия – соразмерность в пространстве – являются главными определителями внутренней гармонии форм и функций человека и поэтому требуют более пристального внимания исследователей.

Завершая обсуждение данного вопроса, следует подчеркнуть:

1. Гармоническое состояние (согласие, упорядоченность, соразмерность, уравновешенность, временно-пространственная целостность) может быть присуще системам «человек», «природа», «человек и среда».

2. Составными компонентами состояния человека, определяемого как гармоническое, являются целесообразное проявление симметрии и их качественные ритмические изменения при сохранении вектора развития.

3. Ритм и симметрия выступают как необходимые формы выражения пространственно-временного единства подсистем организма. Их взаимодействие является необходимым условием разрешения противоречий между старым и новым состояниями.

4. Симметрия проявляется как признак, обеспечивающий сохранность достижений организма, как признак устойчивости и стабильности. Проявление асимметрии обеспечивает поддержание неустойчивого равновесия, состояния, гарантирующего процесс изменчивости. Закономерности симметрии и ритма проявляются в строении, функционировании и развитии систем, тем самым отражая общие законы природного мира.

5. Проявления симметрии и ритмичности, закономерности их воспроизводства в онтогенезе и в процессе адаптации требуют дальнейшего изучения в силу их прогностической значимости для оценки гармоничности развития и здоровья.

## Глава 2. Билатеральная симметрия-асимметрия

### 2.1. Проявление неравнозначности билатеральных органов

Одним из наиболее важных признаков асимметрий человека представляется неравнозначность коры правого и левого полушарий головного мозга. Закрепленные в эволюции адаптивные свойства, передающиеся в процессе фило- и онтогенетического развития, создают такую нейрофизиологическую систему, которая обеспечивает, с одной стороны, взаимное дополнение и конвергенцию, с другой – частичное дублирование, возможность взаимной компенсации, известное подстраховывание возможных нарушений сторон нервно-психической деятельности (Г.П. Удалов, 1990). Анализ результатов исследований ученых позволяет определить основные функциональные обязанности левого и правого полушарий.

Левое полушарие отвечает за абстрактно-речевые формы познания и мышления, сопряжено с двигательной сферой, с положительными эмоциями и обращено в будущее. Правое же связано с чувственной сферой, с отрицательными эмоциями, обращено к прошлому и отвечает за конкретно-чувственные формы познания и мышления.

Подобное распределение функций отражается на стратегии деятельности человека: праворукие люди тяготеют к левополушарной, а леворукие – к правополушарной стратегии. «Уже в самом факте неравнозначного отношения латеральных структур мозга к восприятию времени, пространства, речевых стимулов, других потоков сенсорной информации и их интеграции видится специализированный вклад латерализованных нейрофизиологических систем головного мозга в приспособительные возможности человека на различных уровнях: социальном, физиологическом, биологическом» (В.П. Казначеев, А.П. Чупринов, 1976).

При разделении мозговых комиссур, соединяющих правое и левое полушария, каждая из них функционирует самостоятельно, хотя в обычной жизни это не всегда заметно. Как показывают результаты изучения расщепленного мозга, левое полушарие в основном ответственно за язык и речь, а правое управляет навыками, связанными со зрительным и пространственным опытом. В других исследованиях выявляются более тонкие различия в способах переработки информации двумя полушариями. Левое осуществляет переработку аналитически и последовательно, а правое одновременно и целостно. Правое полушарие склонно воспринимать потоки элементов как целостную конструкцию, не

рассматривая отдельные входящие в них составляющие. Оно следит за всеми изменениями окружающей среды.

Левое полушарие, доминирующее при обработке вербальной информации, менее устойчиво к отрицательному воздействию, чем правое, обеспечивающее пространственно-предметное восприятие.

Утомление одного полушария, вызванное длительным получением информации, адресованной только ему, не сказывается на деятельности другого полушария. Это является одной из основных причин проявляющегося эффекта «активного отдыха» при смене видов деятельности (И.П. Павлов).

Ребенок рождается с симметрично развитыми полушариями, вернее до двух лет они оба правые, однако по мере развития речи усиливается асимметрия, и к шести годам у мальчиков наблюдается четко выраженная асимметрия. У девочек асимметрия полушарий проявляется позже. Вместе с тем выявить в нервной деятельности доминантную сторону невозможно, потому что обе половины коры головного мозга дополняют друг друга. Одна (чаще левая) регулирует информационный поток, другая – энергетический. Это явление названо Б.Г. Ананьевым (1980) «билатеральным регулированием».

Наличие билатеральной симметрии в строении человеческого тела определяется невооруженным глазом. Противоречия между изучаемыми это явление возникает при ее оценке и определении значимости. Анализируя взаимодействие правого и левого в природе, М. Гарднер пишет: «Человеческая фигура обладает почти безупречной билатеральной симметрией» (М. Гарднер, 1967). Более сдержанно оценивают данное явление Н.Н. Брагина и Т.А. Доброхотова, утверждающие: «...по внешнему строению, форме человек представляет собой зеркально симметричный, право-левый объект природы» (Н.Н. Брагина, Т.А. Доброхотова, 1988).

Рассматривая единство и взаимодействие симметрии-асимметрии А.А. Логинов соглашается с тем: что «...билатеральная симметрия – единственный вид симметрии, способный обеспечить при перемещениях в пространстве возможность точного выбора направления движения – право - лево». Вместе с тем в «...асимметричности правой или левой половины тела биосистемы с билатеральной симметрией можно убедиться на бесконечном количестве примеров, и особенно мускулатуре. В организме, например, человека, нет ни одной симметричной «в себе», или состоящей из антиморфной пары мышц. Все мышцы асимметричны по форме, размерам, местам крепления, так как каждая из них является членом энантиоморфной пары» (А.А. Логинов, 1975).

Исходя из изложенных выше точек зрения, можно сделать два вывода:

1) наличие билатеральной симметрии в строении человека и ее необходимость для функционирования в условиях окружающей среды;

2) обеспечение единства и борьбы билатеральной симметрии-асимметрии как способа адаптации к условиям окружающей среды.

Нельзя считать бесспорным как утверждение А.А. Логинова о том, что «Билатеральная симметрия – это действительно тот оптимальный минимум симметрии, точнее, максимум асимметрии, который обеспечивает возможность асимметричного ... активно-приспособительного поведения биосистемы в окружающем мире», так и последующий за этим вывод: «По мере повышения специализации и ее совершенства, парные билатеральные органы становятся в морфофункциональном отношении все более и более асимметричными» (А.А. Логинов, 1975).

Эти утверждения игнорируют, на наш взгляд, парность взаимодействия симметрий-асимметрий, так как не допускают условий проявления симметрии.

Необходимо отметить, что, являясь составной частью природы, человек не может находиться вне воздействия принципа функционирования природы.

Благодаря наличию парных органов, то есть наличию билатеральной симметрии, человек имеет возможность: а) компенсировать функции жизненно важных органов при утрате, утомлении или травме одного из них; б) дифференцировать их функции и за счет этого обеспечить их оптимальное использование; в) проецировать отражение раздражителя во внешней среде; г) определять точное место расположения раздражителя в пространстве; д) выделять внешний раздражитель с одновременным отражением фона внешней среды.

Наличие билатеральных органов (рис. 2) – важнейший фактор обеспечения жизнедеятельности и адаптации человека к воздействию среды обитания, а изучение становления и развития асимметрий позволит более эффективно управлять формированием уровня адаптивности.

Вместе с тем выявить в нервной деятельности доминантную сторону невозможно, потому что обе половины коры головного мозга дополняют друг друга. Одна (чаще левая) регулирует информационный поток, другая – энергетический. Распределение функций коры правого и левого полушарий головного мозга сказывается и на управлении двигательными действиями: как правило, кора правого полушария управляет левой, а левого – правой стороной; значительный стимул с левого глаза поступает первоначально в правую половину мозга, и наоборот. Налицо явление, названное «перекрестной асимметрией».

Оно характерно в основном для асимметрий человека, которые Н.Н. Брагина, Т.А. Доброхотова (1988) предложили классифицировать по трем следующим группам:

а) моторная асимметрия (неодинаковость двигательной активности рук, ног, левой и правой половины лица и тела);



Рис. 2. Некоторые проявления билатеральной симметрии-асимметрии человека

б) сенсорная асимметрия (неравнозначность восприятия объектов внешнего мира органами чувств);

в) психическая асимметрия (специализация полушарий мозга в осуществлении различных форм психической деятельности).

Хотя деление функциональных асимметрий на группы условно и организм выступает в природе как единое целое, классификация позволяет более детально разобраться в их закономерностях. Проявления моторных асимметрий, определяющих и методы изучения моторной симметрии-асимметрии (рис. 3), выявлены в виде стойких двигательных предпочтений одной стороны при выполнении движений рукой и ногой, в развитии двигательных качеств, в скорости образования условных рефлексов.



Наиболее изученными являются предпочтения в мануальных действиях.

Подавл:

*Рис. 3. Методы изучения моторной симметрии-асимметрии*

ия,

требующие тонкой координации, правой рукой; количество людей, предпочитающих левую руку и применяющих равномерно обе руки, примерно одинаково (около 10%). Скорость и точность движения, сила и выносливость правой и левой руки неодинаковы.

Причем наряду с преимуществом правой руки в ряде случаев выявляется доминирование левой. Например, Б.Г. Ананьевым (1980) было установлено, что времени для опознания на ощупь предметов левой рукой затрачивается меньше и оценка их более точна.

Следует, однако, отметить, что под воздействием среды даже наиболее устойчивое проявление функциональной асимметрии – мануальное – может измениться как по частоте применения, так и по другим параметрам. На развитие асимметрии может оказывать влияние характер деятельности, формирующий человека (игровая, учебная, трудовая, спортивная). Он может играть роль стимулятора или стрессора (задерживающего процесс).

Достаточно широко в научной литературе представлены исследования моторной асимметрии ног. Однако в определении «ведущей» ноги имеются противоречия, которые вызваны неточностью критериев. Примерно у 70% людей левая нога является более массивной и сильной. Это дало основание говорить о перекрестной асимметрии (есть «ведущая» правая рука и левая нога). Вместе с тем в точности и координированности движений отмечается преобладание правой ноги.

Нам представляется целесообразным за исходный критерий брать скорость усвоения движений, быстроту и ловкость их выполнения. При выполнении двигательных действий правой ногой левая получает большую силовую нагрузку, так как удерживает вес тела. Поэтому увеличение обхватных размеров и силы левой ноги по сравнению с правой не следует рассматривать как генетически обусловленную перекрестную асимметрию.

В спортивной деятельности и в процессе физического воспитания моторная асимметрия чаще всего проявляется в комплексных действиях, выполняемых всем телом. Неравенство обнаруживается в частоте вращений, точности и скорости, предпочтении одной стороны тела при выполнении целых циклов действий, в скорости обучения и т.п. Подобное явление привело к появлению термина «асимметрия технической подготовленности», обозначающего отсутствие тождества в параметрах выполнения технических действий, связанных со спецификой вида спорта.

Результаты исследований ряда ученых (Г.А. Вартанян, 1991; Г.А. Кураев с соавт., 1999, 2001, 2002; Р. Сперри, 1974; A.N. Gregory, 1982 и др.) позволяют выделить среди функциональных асимметрий человека сенсорную. Под

сенсорной асимметрией понимается существование функционального неравенства между правой и левой частью органов чувств.

Хотя существование асимметрии отмечается и в осязании, и в обонянии, и во вкусовых ощущениях, здесь рассматриваются только зрение, слух, кожная чувствительность и равновесие (табл.1.)

**Таблица 1.**

**Основные сенсорные системы**

<b>Системы</b>	<b>Чувствительный орган</b>	<b>Качество</b>	<b>Проявление различий правой и левой стороны тела</b>
Зрение	Сетчатка глаза	Яркость, контрастность, движение, размеры, цвет	Восприятие, узнавание, прицельная способность, острота зрения, поле зрения
Слух и равновесие	Преддверно-улитковый орган	Высота, тембр	Скорость передачи звуковых волн, точность определения тембра и высоты звука, точность направления, порог слышимости
		Сила тяжести, координаты тела	Скорость информации о перемещениях, устойчивость к раздражению
Интерорецептивная	Кожные рецепторы	Давление и прикосновения, температура, боль	Точность определения силы давления и прикосновения, чувствительность к боли, чувствительность к температуре
Проприорецептивная	Рецепторы двигательного аппарата	Тонус мышц, координация движений	Воспроизведение усилия, порог раздражения, восприятие перемещений звеньев тела

Кроме функциональной асимметрии выделяются антропологические и анатомические асимметрии, определяющие разницу в строении и между пространственными параметрами парных органов (см. рис. 2).

Движение – это результирующий эффект любой приспособительной реакции, в связи с чем представляет интерес моторная асимметрия. Только для человека характерны одновременные движения руками, в связи с чем вопрос о формировании мануальной симметрии-асимметрии является достаточно актуальным.

Результатом противоборства симметрирующих и дисимметрирующих генотипических и социальных факторов, воздействующих на человека, являются его асимметрии. Изучение асимметрий есть выявление различий между количественными показателями, характеризующими геометрические и динамические различия противоположных частей тела человека.

## 2.2. Основные принципы определения и способы изучения билатеральной симметрии и симметрии себестождественности

Таковыми противоположными частями являются, в частности, билатеральные органы левой и правой стороны. (Мы намеренно не суживаем понятие до рамок правой и левой стороны тела, так как данное явление характерно и для других признаков.) Для определения подобных различий следует рассмотреть вектор «симметрии-асимметрии» (рис.4).

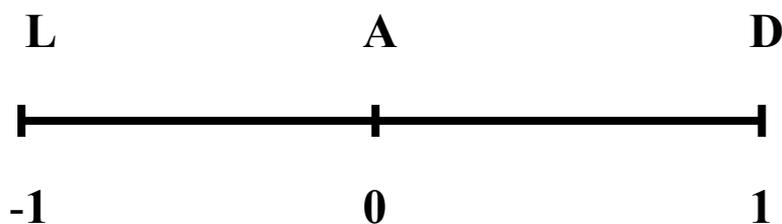


Рис. 4. Вектор «симметрии-асимметрии»

Если на векторе с центром «0» отложить значения от «-1» до «+1», то максимальное значение будет означать выраженное правшество («D» dexter, или правый), а минимальное («-1») – выраженное левшество («L»-laewis, или левый). Приближение значений асимметрии к нулю означает умение равномерно использовать стороны тела или их геометрическое равенство, т.е. симметрию, и обозначается буквой «А» («амбидекстрия» – дословный перевод: «обе руки правые»).

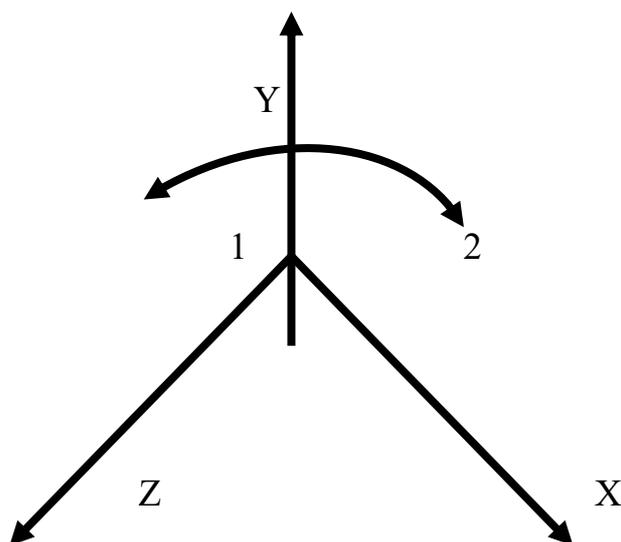
Выявлению разницы между «D» и «L»-сторонами в большей степени удовлетворяет простое аналитическое выражение:

$$A_c = \frac{X_p - X_l}{X_b};$$

где  $A_c$  – показатель асимметрии,  $X_p$ ,  $X_l$ ,  $X_b$  – соответственно, величины признака с правой, левой стороны и наибольшее из этих значений.

Для изучения асимметрии следует четко оговорить выбор плоскостей тела. Сагиттальная плоскость «У» разделяет тело человека, находящегося в основной стойке, на две относительно симметричные части: левую и правую; горизонтальная плоскость Х – на верхнюю и нижнюю половины; а фронтальная плоскость – на переднюю и заднюю поверхности.

Знание этих плоскостей дает возможность определять стороны и направления движений в простых действиях. В сложных движениях, например, вращениях поэтому кроме плоскостей целесообразно учитывать векторную систему отсчета, в которой рассматриваются нахождение и перемещение центра тяжести (ц.т.) (рис. 5). Вращательные движения, выполняемые по оси «Y» в сторону «1» принимаются как левые, в другую сторону (2) – как правые движения.



*Рис. 5. Векторная система отсчета вращений человека*

Возникает еще одна методическая проблема: какую конечность следует считать «ведущей»? В основном специалисты, исследовавшие проблему симметрии-асимметрии, считают «ведущей» конечностью ту, которая является более развитой с морфофункциональной точки зрения.

Однако не всегда более сильная и массивная конечность выполняет тонкокоординированные движения. Существует разграничение функций: более мощная нога удерживает равновесие тела, а более слабая выполняет тонкокоординированные движения. Нам представляется целесообразным считать «ведущей» ногой ту, которая выполняет более сложное координационное движение.

Многообразие проявлений асимметрий человека привело к отсутствию в исследовательской практике общепризнанных методик их изучения. Выбранные методики определения неравнозначности билатеральных органов соответствуют

требованиям объективности полученной информации, выражены в количественных физических величинах, надежны и стабильны.

Наиболее изученными, обоснованными и широко применяемыми являются методы определения мануальных двигательных предпочтений. Каким образом определить рукость? Казалось бы, самый простой способ – спросить самого человека об этом. Однако в ответах не всегда учитывается ориентация человека при выполнении всего многообразия мануальных действий. По данным R. Rigal, приведенным в работе Н.Н. Брагиной и Т.А. Доброхотовой (1988), число правшей, левшей и амбидекстриков по опросу равно соответственно 85,11 и 4%, тогда как в результате объективных исследований получены данные 77, 9 и 14 %. Причем при самооценке мужчины чаще считают себя левшой, чем женщины. Факт неравнозначности результатов самооценки и тестирования, определяемый по формуле:  $K = K_{оп} - K_t$  ( $K_{оп}$  – данные по опроснику,  $K_t$  – коэффициент асимметрии по тестам), равен 0, 2 усл. ед.

Вместе с тем простота и доступность анкетирования сделали его популярным у многих исследователей. Поэтому для проведения сравнительного анализа и получения большей информации о закономерностях формирования асимметрий нами были использованы вопросники. Вопросы были сформулированы таким образом, чтобы респондент указал на предпочтение руки при выполнении монологических бытовых движений. Однако именно эти движения подвергаются наибольшему влиянию «праворукой культуры». Определить наличие стертых признаков рукоости с помощью вопросника трудно. Альтернативный подход к изучению мануальной асимметрии – тестирование. В наших исследованиях были использованы апробированные В.Ю. Вильдавским и М.Г. Князевой (1987) батареи тестов: «рисование», «коробок», «мяч», «ножницы», «бисер», «вращение», «узлы», «кубики», «семейная леворукость». За исключением последнего задания определялась рука, выполняющая движение. Дополнительно были введены еще пять тестов, проверенные по этой же методике, а именно «аплодирование», «иголка и нитка», «захват лопаты», «молоток» и «заводка часов».

Тесты для определения предпочтений в движениях, характерных для различных видов спорта, были направлены не только на выявление мануальных предпочтений, но и на определение ведущей ноги. В содержание блока, условно названного «Тесты по ОФП», включались движения и позы: «кляушка», «поворот кругом», «низкий старт», «ласточка», «разножка ножницы», «бросок по кольцу», «подача», «канат», «диск», «ядро», «удар по воротам», «захват борца», «гандбольный пенальти», «нокаутующий удар», «прыжок в высоту», где требовалась имитация этих общеизвестных действий.

Латеральные предпочтения в специальных движениях определялись с помощью двигательных действий, характерных для данного вида спорта и предполагающих возможность монологического исполнения. Каждая батарея тестов выполнялась трижды. Специальное латеральное предпочтение определялось в соревновательных условиях путем стенографирования и съемки на видеомagneтофон с последующим анализом. Методика стенографирования и анализа полученных данных опубликована в ряде наших работ.

Неравенство в развитии двигательных качеств определялось путем измерения и сравнения силы, подвижности в суставах, быстроты и выносливости общепринятыми методами. Кроме того, применялся прибор собственного изготовления – «Универсальный тремокоординатометр».

Из множества существующих методов исследования различий в функционировании глаз, описанных в работах Б.Г. Ананьева (1968, 1980), В.В. Суровой, М.А. Матовой, З.Г. Туровской (1988), Г.А. Литинского (1929), Н.Н. Брагиной и Т. А. Доброхотовой (1988), использовались следующие: проба Розенбаха, тесты «рассматривание в подзорную трубу», «нахождение середины линейки», а также определялась острота зрения общепринятыми методами.

Проба Розенбаха проводится следующим образом. Испытуемому, держащему в вытянутой руке карандаш, предлагается фиксировать его на точке, обозначенной на расстоянии трех метров, обоими глазами и попеременно закрывать то один, то другой глаз. Ведущим является тот глаз, при закрывании которого карандаш и цель смещаются относительно друг друга. Обследовано 1262 человека, из числа которых 654 девочки и девушки.

Для изучения морфологических особенностей строения организма и определения различий в длинотных, обхватных и широтных размерах применяют два основных метода: антропометрические измерения и рентгенографические исследования. Нами был использован первый метод при оценке размеров тела, а второй при изучении морфологического развития сердца (совместно с нашим аспирантом Э.А. Кудяевым (1996)). Исследования проводились по общепринятой методике.

Симметрия-асимметрия себетожественности определялась в стандартных условиях при измерении одного и того же показателя и путем вычисления процентного отклонения от исходного.

### **2.3. Мануальная асимметрия и закономерности ее становления в онтогенезе**

Латеральное доминирование одной руки проявляется в самых разных параметрах. Руки неравнозначны по качеству выполнения действий, по точности, по длинотным и обхватным размерам, скорости движения.

Формирование латерального доминирования конечности отражает закономерности развития функциональной асимметрии мозга, чем и определяется интерес исследователей к данному факту. Кроме того, изучение возрастного уровня латерального доминирования верхней конечности позволяет судить о некоторых основах взаимодействия генетической программы развития и средового влияния.

Интерес к проблемам проявления асимметрии, а также фрагментарность исследований обусловили появление множества противоречивых, зачастую парадоксальных теорий.

В XIX и в начале XX века праворукость объяснялась теорией висцерального распределения (механическая теория). Ее сторонники считали праворукость следствием асимметричного положения центра тяжести, обусловленного асимметричным положением таких внутренних органов, как печень, сердце и т.д. Предполагалось, что в результате этого происходит смещение центра тяжести тела вправо от средней линии, и поэтому люди могут легче удержать равновесие на левой ноге. Это дает свободу правой руке и объясняет ее преимущественное использование. Под воздействием среды правая рука становится более развитой. Вариантом этой теории является и анатомическая, считающая первопричиной появления функциональной и двигательной асимметрии некоторые особенности строения тела человека. В частности, М.И. Аствацатуров (1923) считал, что преимущественное пользование правой рукой для точных или требующих большого мышечного напряжения движений объясняется тем, что левая рука своими соматическими нервами связана в спинном мозгу с симпатическими нервами, иннервирующими «левое сердце», и мышечные движения ее в большей степени отражаются на работе сердца. Такого же мнения придерживается Н.П. Демичев (1947).

В.В. Гинзбург (1947) полагает, что, по-видимому, на возникновение праворукости, как и меньшее развитие левой руки, оказали влияние не только нервные связи сердца, но и асимметричное положение его. В.П. Казначеев, А.П. Чуриков (1976) считают, что «ведущим десимметрирующим фактором является латерализация нервно-трофической регуляции периферических органов, обнаруживаемые у практически здоровых людей». Однако остался нераскрытым

данными авторами вопрос: Что является причиной появления асимметрии самих органов?

Предпринимались попытки объяснения преимущественного пользования правой рукой и левой ногой своеобразным положением плода в эмбриональном периоде (А.Ф. Брандт, 1925 и др.). Однако исследования, проводимые в более поздний период, не подтвердили этой гипотезы.

Интересны варианты исторического объяснения праворукости. Историческая теория объясняет возникновение правшества воздействием условий жизни, воспитания, труда. Нарушение двухсторонней симметрии может возникнуть, если правая и левая сторона тела попадают в неодинаковые условия.

Явление праворукости – результат эволюционного процесса. У маленьких детей ранние координированные навыки с одинаковой легкостью образуются как правой, так и левой рукой. Время, когда происходит дифференцирование их деятельности, точно не установлено. Начало формирования унимануальной реакции большинство авторов относят к 7 месяцам (Е.П. Ильин, 2001; JS. Semacek, 1968, 1972; T.Rasmussen, 1972 и др.). С этого возраста одна рука становится более пассивной, и среди детей начинают выявляться праворукие, леворукие и амбидекстрики. Постепенно, в силу преимущественной упражняемости правой руки, формируется устойчивое правшество, степень которого в значительной мере зависит от внешних факторов. При специальной тренировке левой руки моторная асимметрия сглаживается. Поэтому асимметрия двигательного анализатора считается приспособительным признаком, отражающим особенности моторного поведения. То есть, данные авторы наводят на мысль о том, что именно корригирующее влияние взрослых во время игр и манипуляций с игрушками является основной причиной развития правшества. Интересно, что подтверждения этому находятся в исторических сведениях. В каменном веке, считает G. Hildeth, почти равное количество предметов обихода – орудий труда, оружия – было приспособлено и для правой, и для левой руки; позже, в бронзовом веке, среди подобных предметов уже 2/3 было предназначено для правой руки (G. Hildeth, 1949). Вместе с тем W. Ludwing (1988) сомневается в серьезности подобных сведений.

Одной из социально-исторических теорий является теория «меча и щита», основной довод которой таков: воин, державший щит левой рукой, мог лучше защитить сердце и имел больше шансов выжить. Это явилось причиной того, что правая рука, державшая меч, чаще использовалась в разных видах деятельности и поэтому стала ведущей.

В работе С. Спрингера и Г. Дейча (1983) приводится оригинальная историческая теория Карла Сагана. Он считает, что в доиндустриальных

обществах левая рука применялась для личной гигиены после дефекации, поэтому правая использовалась при еде и приветствии (*непонятно только, почему было принято именно такое распределение функций рук*).

В этих теориях, на наш взгляд, нарушены причинно-следственные связи. Более аргументированное объяснение появления асимметрии человека содержится в мозговой и генетической теориях.

Сторонники мозговой теории считают, что причиной появления латерального двигательного предпочтения одной из верхних конечностей является функциональное доминирование одного из полушарий головного мозга. Е. Бек объясняет праворукость большим количеством и размерами пирамидальных клеток в нервных центрах левой стороны мозга. Имеются сведения об анатомической асимметрии правой и левой височных долей, что связывают с односторонней локализацией речевых центров.

Вариантом мозговой теории являются «сосудистые гипотезы», в которых преобладающее возникновение праворукости объясняется тем, что правая рука получает лучшее питание, чем левая, поскольку правая подключичная артерия отходит от безымянной артерии, а она от аорты ближе к сердцу, чем левая подключичная артерия. Левая общая подвздошная артерия несколько короче и отходит под меньшим углом от нисходящей аорты, чем правая. Поэтому предполагается, что левая нижняя конечность находится в несколько лучших условиях питания, чем правая.

Причина праворукости усматривается и в лучшем кровоснабжении корковых центров, соответствующих правой верхней конечности вследствие различных мест отхождения правой и левой сонных артерий.

Конечно, появление данного объяснения возникающей в процессе жизнедеятельности асимметрии имело под собой основание. По данным Н.П. Дубинина (1977), пять млн. лет назад объем мозга австралопитеков был равен  $500 \text{ см}^3$ , у человека прямоходящего *Homo erectus* –  $1250 \text{ см}^3$ , у прямых предков современного человека (100 тыс. лет тому назад) –  $1500 \text{ см}^3$ . Налицо рост объема мозга и, следовательно, можно предположить, что именно это определило появление функциональных асимметрий. Но в том то и дело, что от последнего указанного периода до настоящего времени объем мозга не изменился. Причем, как считает Б.Г. Ананьев (1968), «специализация больших полушарий, их возрастающая асимметрия и огромность проекции в мозгу функций рук и речедвигательного аппарата вряд ли были возможны на самой ранней стадии антропогенеза, когда имело место действие естественного отбора».

Серьезные контраргументы сторонникам мозговой теории были выдвинуты Н.Н. Брагиной и Т.А. Доброхотовой (1988): «Важно отметить то обстоятельство,

что создание морфологической теории асимметрии оказалось невозможным. Поиски морфологических различий полушарий дали немного». Ученые не обнаружили ни достоверных и закономерных изменений веса, ни преобладания цитоархитектонических полей, ни средних величин корковых полей правого и левого полушария, и мы стоим перед фактом функциональной асимметрии зеркально-симметричных полушарий. И праворукость – это частный признак моторной асимметрии человека, он проявляется при морфологической симметрии сенсомоторных областей.

Согласно генетической теории асимметрии функций организма передаются по наследству. Например, по наследству передается локализация двигательного центра речи в левом полушарии головного мозга; это дает преимущество в развитии левого полушария, что обуславливает появление доминанты правой руки. О наличии врожденной праворукости, по мнению М.Г. Ташпулатова (1969), свидетельствует повышенная биоэлектрическая активность мышц правой руки у трехмесячных детей. О влиянии наследственности на двигательную асимметрию рук свидетельствуют данные, представленные в таблице 2.

**Таблица 2.**

**Распределение левшества среди детей (%) в зависимости от типа латеральной двигательной доминанты руки у родителей (цит. по А.Е. Двирскому, 1976)**

Родители	Дети - левши
Оба правши	0,3-1
Один левша	17
Оба левши	50

Однако следует учитывать и то, что леворукие родители могут передавать не только гены, но и двигательный опыт в ходе воспитания. Поэтому к подобной трактовке данных следует подходить с известной долей осторожности.

Применение близнецового метода для изучения природы левшества показало, что пар левшей среди монозиготных близнецов больше (3,3%), чем среди дизиготных (1,5 %), а процент пар, в которых один левша, почти одинаков.

Кроме того, среди близнецов процент левшества выше по сравнению с остальным населением. Причина этого усматривается автором в существовании лиц с промежуточной наследственностью в отношении леворукости – гетерозиготов. В этом случае при делении яйца с подобным типом наследственности возможны утробные влияния на превращение одного из монозиготных близнецов в левшу. Для дизиготных близнецов, помимо влияний,

оказываемых в период внутриутробного развития, прибавляется различие в наследственности.

По данным С. Спрингера и Г. Дейча (1983), вероятность проявления леворукости у праворуких родителей равняется 0,02%. Эта цифра возрастает, если один из родителей левша, и еще больше – если оба родителя левши.

Однако, если Б.Г. Ананьев (1968) прав в том, что на ранней стадии антропогенеза специализация полушарий в руководстве функциями не была сформирована, передача асимметрии развития человека генетически закладываться не может, т.к. невозможна наследственная передача двигательного опыта, знаний, навыков, умений и других приобретенных признаков от родителей к детям. Рассуждая по этому поводу, сам автор приходит к выводу, что латерализация функций в антропогенезе есть результат мутаций самого генетического аппарата. Вероятно, это наиболее точное объяснение причин латерализации функций в коре головного мозга.

Вместе с тем, в силу чрезвычайной подвижности и лабильности нервной системы человека, предпосылки, обуславливающие отклонения от симметрии в строении и функциях организма, играют лишь роль пускового аппарата. Все следующее развитие асимметрий есть результат влияния внешней среды и раннее выполнявшихся движений. Следует согласиться с мнением Л.И. Корочкина (1977), считающего, что гены регулируют лишь реакцию, пределы variability в осуществлении функций организма. Изменение уровня асимметрии в любую из сторон зависит и от внешней среды.

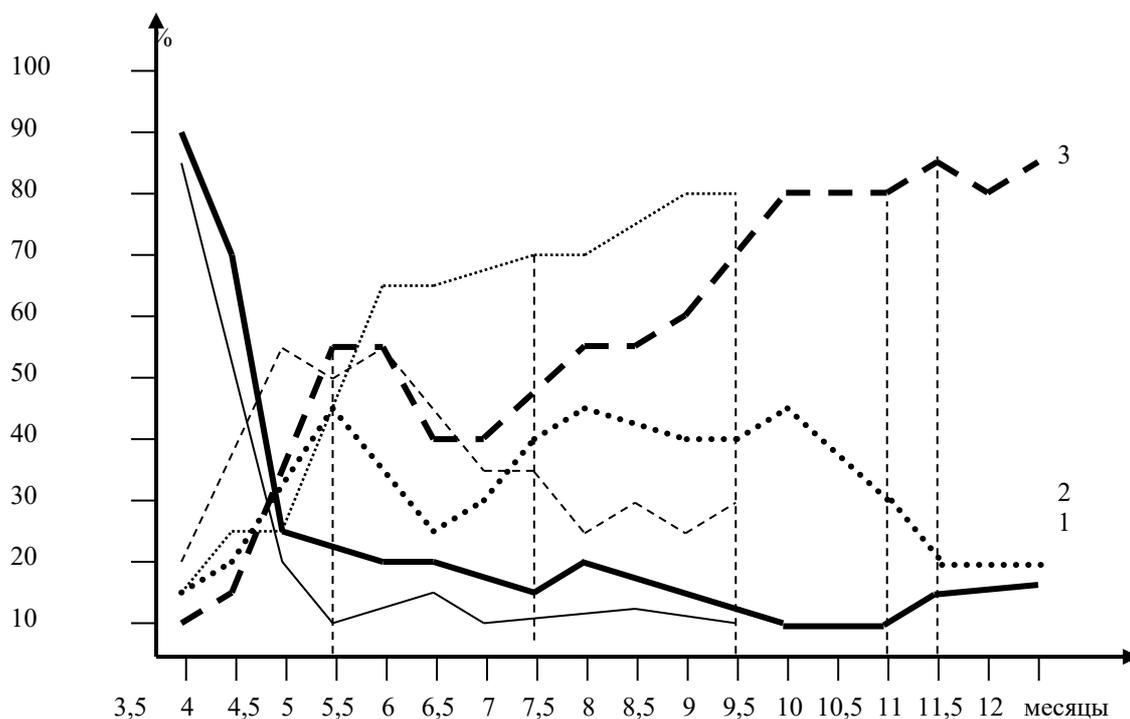
Но тогда возникает ряд вопросов. Чем, например, объяснить, что некоторые люди, предпочтительно пользовавшиеся в детстве левой рукой, затем научаются выполнять самые сложные двигательные действия правой рукой? Почему другие, несмотря на сильнейшее давление со стороны окружающих, так и не смогли стать правшами? Правильно ли мы поступаем, заставляя детей пользоваться всегда правой рукой?

Вопрос о возрастных изменениях показателей асимметрий человека приобретает важность в плане ранней диагностики рукости и определения оптимального периода латерально направленного воздействия с целью формирования равноценного использования конечностей.

В исследованиях, проведенных различными авторами, отмечается несовпадение взглядов на возраст становления асимметрий. Причиной этого, на наш взгляд, является недостаточность фактического материала и неоднородность применявшихся методик. Большинство ученых сходятся во мнении о том, что задатки асимметрий проявляются на первом году жизни. Намечающаяся в этом возрасте функциональная асимметрия мозга, по-видимому, является

первопричиной нарастания неравномерности развития других билатеральных систем. Она «бурно нарастает в период овладения речью, чтением и достигает максимума к зрелому возрасту... затем сохраняется в течение некоторого периода онтогенеза на достигнутом уровне и к старости уменьшается» (В.С. Готт, 1988).

Взаимосвязь латерализации видов деятельности коры больших полушарий головного мозга с асимметриями в двигательных действиях обуславливает формирование в этот же период неравномерного применения правой и левой сторон тела. Постепенный переход от неустойчивой симметрии к неустойчивой асимметрии функционирования двигательного аппарата происходит во второй половине первого года жизни (Л.Е. Любомирский, 1979; С. Berlin, 1973; С. Hardyck, 1977; R.C. Uhrbroks, 1973 и др.). Нами предпринята попытка более точного определения начала формирования праворукости и ее становления у детей дошкольного возраста (основные сведения по содержанию и организации исследования в Приложении 1). В ходе наблюдений за детьми первого года жизни ( $n = 32$ ) определялось число применения правой и левой руки в хватательных движениях и манипуляциях. Анализ динамики двигательной асимметрии показывает, что период неустойчивой симметрии в выполнении хватательных движений продолжается до 7,5 месяцев (рис. 6).



**Рис. 6. Динамика частоты употребления рук детьми первого года жизни (тонкими линиями обозначены показатели занимающихся плаванием):**  
 1 – обеих рук, 2 – правой руки, 3- левой руки

Наиболее существенные моменты изменения частоты применения рук приходятся на 5, 7,5, 9,5 и 11 месяцев, то есть на время, когда происходит овладение новым двигательным действием. В частности, даже при неустойчивой симметрии овладения манипуляциями с игрушками на 5-м месяце жизни происходит увеличение частоты применения правой руки. Начиная с момента ползания (7 месяцев), формируется устойчивое правшество, закрепляемое в процессе овладения ходьбой по манежу держась (9 месяцев) и ходьбой при поддержке за руку (11 месяцев). Интересно отметить, что периодичность значительных изменений в движениях и связанных с этим изменений двигательной асимметрии составляет примерно два месяца.

При наблюдении за детьми в возрасте от 1 до 6 лет ( $n = 54$ ) определялась подаваемая рука при приветствии и доминирующая – при поднимании предметов, взятии карандаша и т.п.

Овладение сложными в координационном отношении двигательными действиями в период от 1,5 до 3 лет приводит к увеличению числа движений, выполняемых левой рукой, хотя преимущество правой сохраняется. С возраста 3,5 года наблюдается увеличение частоты применения правой руки (68,4% – в 3,5 года, 79,1% – в 4 года по сравнению с 49,8% в трехлетнем возрасте). Хотя в 5-летнем возрасте наблюдается некоторое увеличение частоты применения левой руки (28,8%), доминирующее положение правой руки более не утрачивается (рис.7).

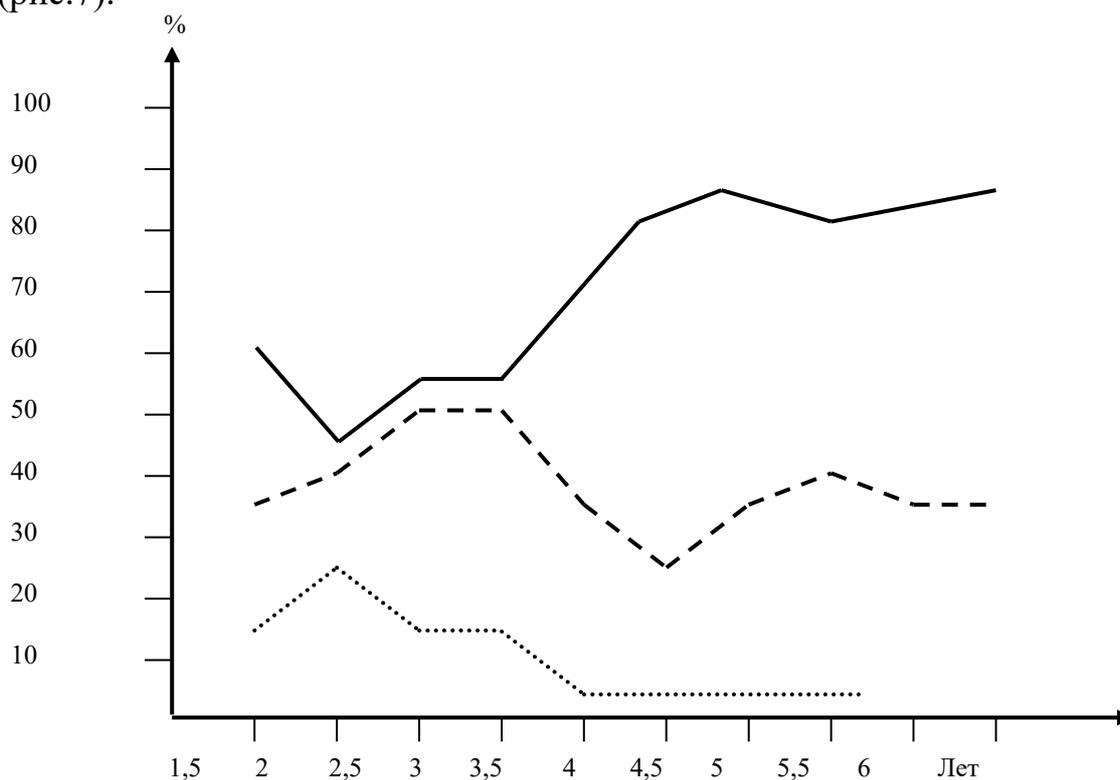
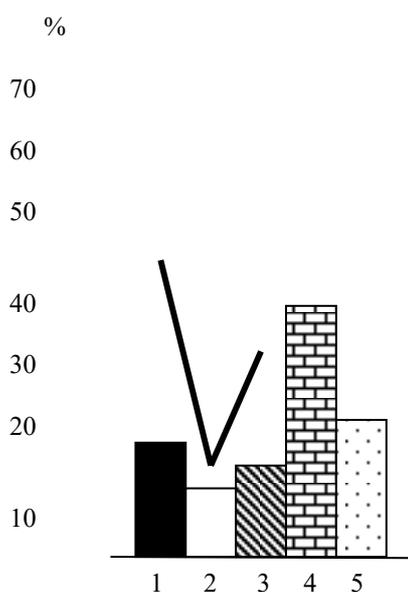


Рис. 7. Динамика частоты употребления рук, детьми дошкольного возраста:  
1 – обеих рук, 2 – левой руки, 3 – правой руки

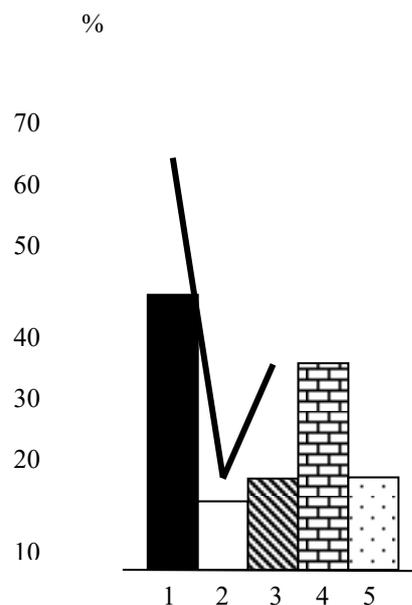
Анализ полученных данных позволяет определить некоторые периоды в становлении и развитии латеральных предпочтений: I – от 3 до 5 месяцев – период неустойчивой симметрии; II – от 5 до 7 месяцев – период неустойчивой правосторонней асимметрии; III – от 7 месяцев до 4 лет – период формирования устойчивой правосторонней асимметрии; IV – от 4 до 6 лет – период устойчивой правосторонней асимметрии.

Период от 7 месяцев до 4 лет можно определить как сенситивный в формировании мануальных латеральных предпочтений. Для подтверждения этих выводов был проведен дополнительный эксперимент с детьми трехлетнего (n=72) и четырехлетнего (n=68) возраста. Им предлагалось взять предметы, лежащие справа и слева. Задание повторялось 4 раза в один и тот же день с промежутком не менее одного часа.

Задание выполнено в группах трехлетних детей правой рукой в 52,2% случаев, левой – в 14,71% и обеими руками – в 33,08%. Вместе с тем все 4 раза действие выполнили только правой рукой 19,4% испытуемых, только левой – 11,1%, правой и обеими руками – 36%, левой и обеими – 23,8%, обеими – 15,55% (рис. 8,9).



**Рис. 8. Применяемость рук для взятия предметов детьми трехлетнего возраста и кривая применяемости рук:**  
 1 – правой, 2 – левой, 3 – обеими, 4 – правой и обеими, 5 – левой и обеими



**Рис. 9. Применяемость рук для взятия симметрично лежащих предметов детьми четырехлетнего возраста и кривая применяемости рук:**  
 1 – правой, 2 – левой, 3 – обеими, 4 – правой и обеими, 5 – левой и обеими

Среди 4-летних детей все задания только правой рукой выполнили 38,18%, только левой – 11% испытуемых. Правая рука употреблялась в 62,13% случаев, левая – в 15,07% и обе руки – в 23,16%. Несмотря на значительный процент одновременного употребления обеих рук в 4-летнем возрасте, налицо сформированность правшества у 38,18% и левшества – у 11% детей. Следует также отметить увеличение количества амбидекстриков, тяготеющих к правшеству (25,18%). Значительное увеличение группы праворуких детей в 4-летнем возрасте происходит в первую очередь за счет снижения количества лиц, употребляющих для манипуляции правую и обе руки, и некоторой части амбидекстриков (употребляющих обе руки или левую и обе руки). Вместе с тем количество леворуких детей остается неизменным. На наш взгляд, подобный характер изменений определяется тем, что на четвертом году жизни у выраженных правшей и левшей окончательно формируется доминирование в мануальных действиях. У амбидекстриков латеральное доминирование в большей степени подвержено социальному воздействию, и четко определить доминирующую руку не представляется возможным. Такая группа составляет более 14%. Наблюдения показали, что взрослые поддерживают ребенка в возрасте от 1 до 1,5 лет в 68% случаев за левую руку, освобождая правую для манипуляций. Причем опрос показал, что делается это несознательно.

Возникает вопрос: не является ли воздействие родителей на начальном этапе формирования асимметрий тем пусковым механизмом, который впоследствии определяет праворукость ребенка? Как подтверждающий факт может использоваться и определенное А.С. Двирским (1976) увеличение вероятности формирования левшества у детей, родители которых леворукие. Для проверки данного предположения проведено педагогическое наблюдение за детьми в возрасте от 3 до 4 месяцев, занимающихся в группе оздоровительного плавания. Предполагалось, что плавание, воздействуя равномерно на обе стороны тела, должно привести к увеличению признаков амбидекстрии.

Фактически (см. рис. 6) период неустойчивой симметрии детьми этой группы был преодолен быстрее, чем теми, кто не занимался физическими упражнениями. К 5-месячному возрасту у 19 детей сформировалось стойкое предпочтение правой и у 2 левой руки. Лишь у одного ребенка в хватательных движениях сохранялась амбидекстрия.

Полученные данные заставляют думать, что правшество и левшество определяется, вероятнее всего, генетическими предпосылками. Причем на ранних этапах онтогенеза прогрессивные изменения физического развития, независимо от того, какими средствами это достигается, приводит к увеличению латерального доминирования ведущей конечности. То есть воздействие окружающей среды (в

том числе и родителей) может явиться лишь сдерживающим или ускоряющим фактором, но никак не определяющим. Однако следует особо подчеркнуть, что данный вывод относится только к первому году жизни ребенка.

Проявление асимметрий у детей в школьном возрасте не является оторванным, изолированным от их проявления в дошкольном возрасте. Среди ученых существует мнение (D.S. Rite, 1940, 1943, 1951 и др.), что примерно 25% людей рождаются с задатками праворукости, 25% – леворукими и 50% – амбидекстриками. Затем большая часть под влиянием окружающей среды становится правшами.

Чтобы ответить на возникающие в связи с этим вопросы, на основании данных тестирования латеральных предпочтений дети распределялись по уровню мануальной асимметрии на 4 группы:

- 1) выраженные правши ( $A_c > 0,6$ );
- 2) выраженные левши ( $A_c < -0,2$ );
- 3) амбидекстрики, тяготеющие к правшеству ( $A_c =$  от 0,2 до 0,6);
- 4) амбидекстрики ( $A_c =$  от - 0,2 до +0,2).

Полученные данные (рис. 10) свидетельствует о том, что к моменту поступления в школу количество выраженных левшей составляет 20%, а выраженных правшей – 53,33%.

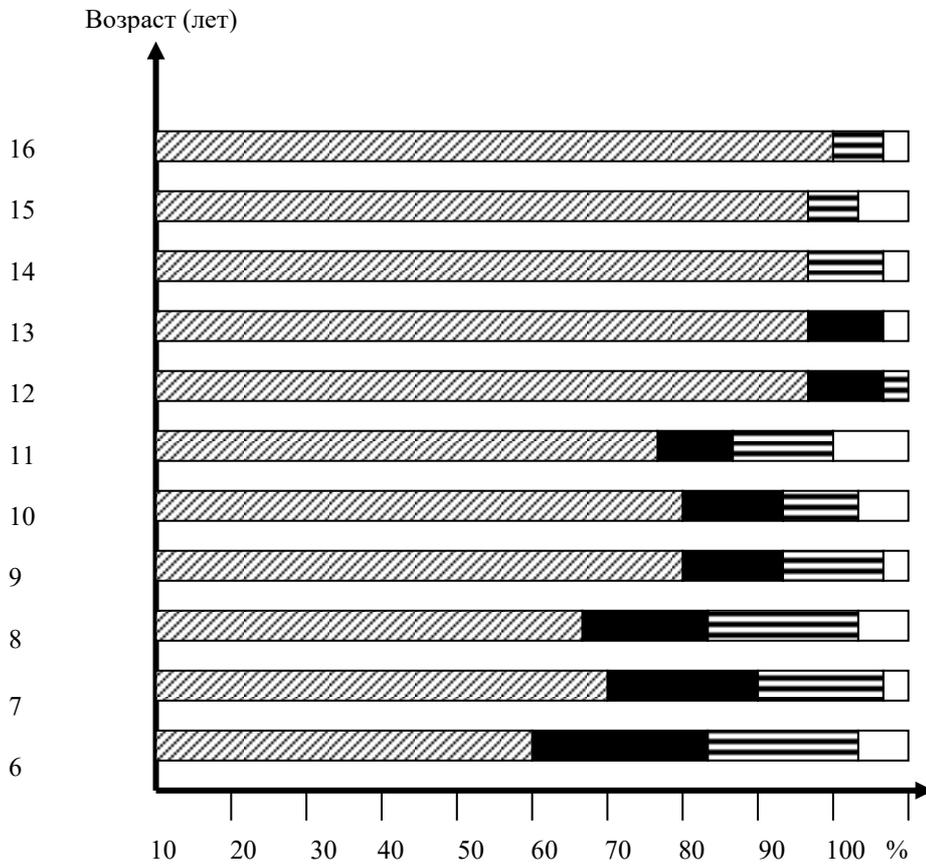
Если предположить, что утверждение ученых о 25% выраженных правшей и левшей на момент рождения верно, то уже к 6-летнему возрасту 5% леворуких детей переходят в группу амбидекстриков, а около 30% амбидекстриков становятся правшами.

Количество лиц, предпочитающих правую руку для выполнения монологических движений, с возрастом увеличивается и достигает в 13 лет 90%. Среди старших школьников выраженных левшей не обнаружено, а амбидекстрики (третья и четвертая группы) составляют 10%.

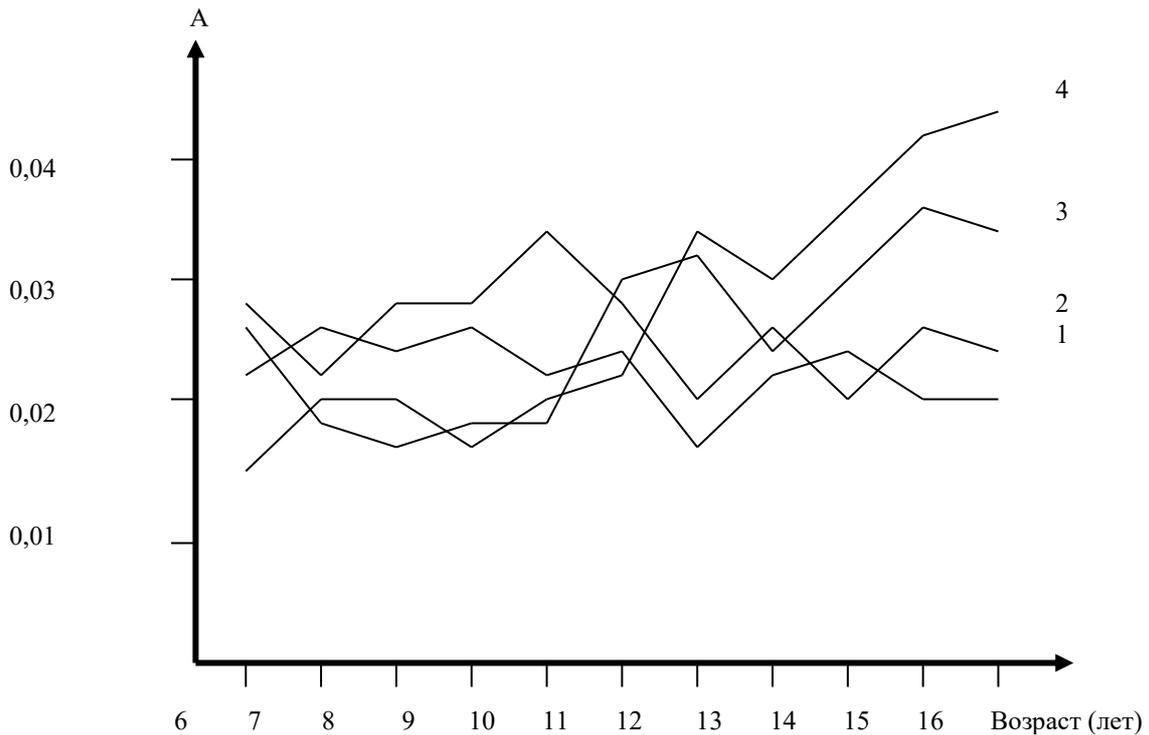
Изменения асимметрии латеральных предпочтений у девочек более интенсивны и завершаются несколько раньше – в 10 лет ( $0,81 \pm 0,207$ ).

Конечный показатель асимметрии длинных размеров верхней конечности (рис.11) в возрасте 16 лет и у девушек, и у юношей незначительно отличаются ( $p > 0,05$ ) от исходного в 6-летнем возрасте ( $0,025 \pm 0,06$  – у девочек и  $0,019 \pm 0,013$  – у мальчиков).

Однако колебания показателя в период от 11 до 14 лет (включительно) значительны ( $p < 0,001$ ), что заставляет с осторожностью относиться в этом возрасте к ряду видов трудовой деятельности и к некоторым физическим упражнениям, требующим равномерного применения рук в движениях.



**Рис. 10. Возрастные изменения количества лиц с различным уровнем мануальной асимметрии (в %) по данным тестирования: косая штриховка – правши, сплошная штриховка – левши, горизонтальная штриховка - амбидекстрики, тяготеющие к правшеству ( $A=0,2-0,6$ ), без штриховки - амбидекстрики**



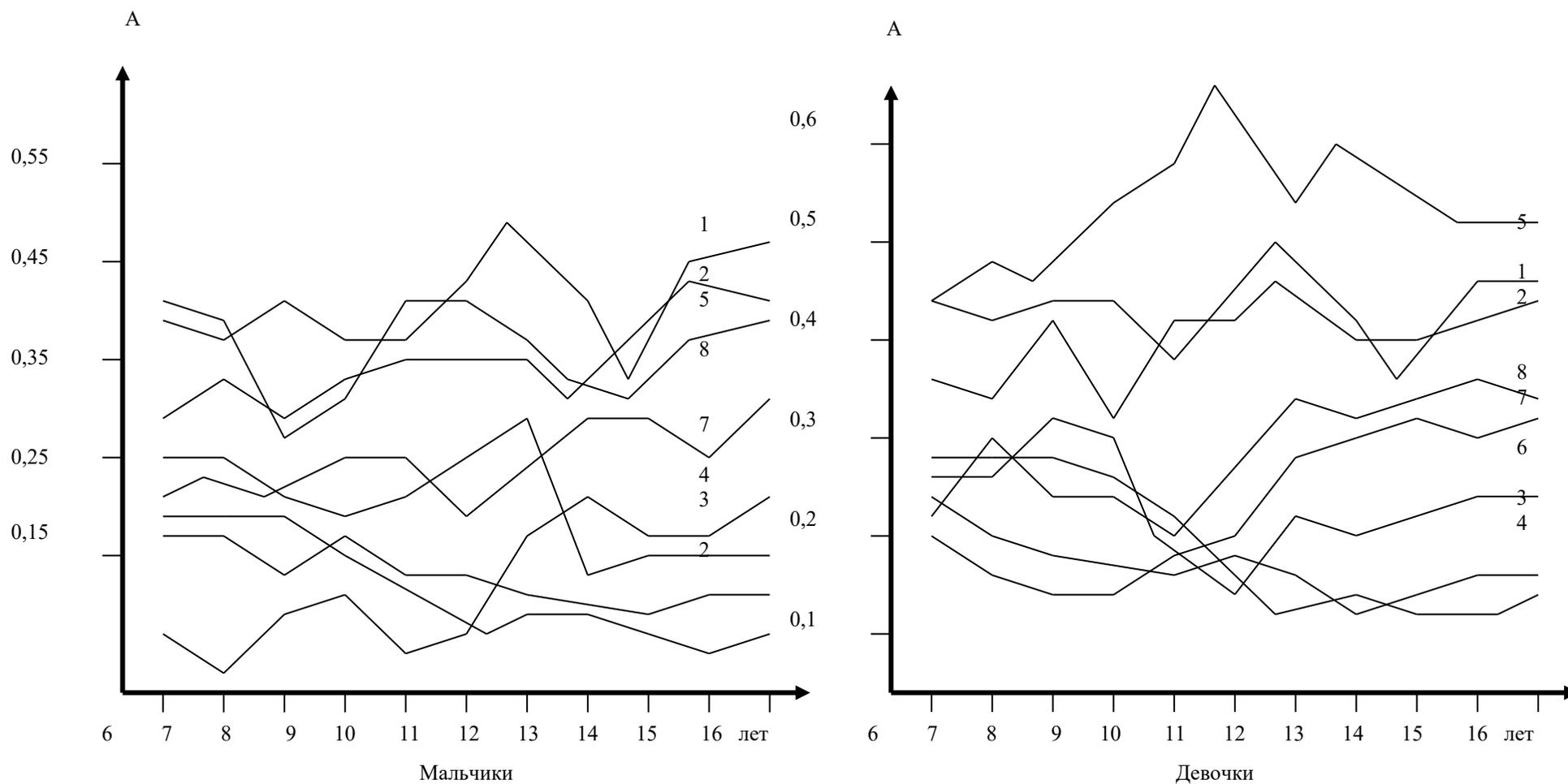
**Рис. 11. Динамика морфологических асимметрий: длиннотные размеры (1 – юноши, 2 – девушки), обхватные размеры (3 – юноши, 4 – девушки)**

Средний суммарный показатель асимметрии обхватных размеров рук и у девочек, и у мальчиков не подвержен значительным изменениям ( $p > 0.05$ ) от 6 до 11 лет. Однако в пубертатный период в результате резкого нарастания мышечной массы, происходящего на доминантной конечности с большей скоростью, асимметрия увеличивается и в 15-летнем возрасте стабилизируется на уровне, значительно более высоком ( $p < 0,001$ ), чем исходный. Так у мальчиков в 6-летнем возрасте коэффициент равнялся  $0,027 \pm 0,017$  и достиг в 15-летнем возрасте  $0,035 \pm 0,013$  (у девочек соответственно  $0,014 \pm 0,012$  и  $0,042 \pm 0,033$ ). Сравнительный анализ проявления морфологической асимметрии позволяет выделить 3 фазы: 1 – устойчивая асимметрия, 2 – неустойчивая асимметрия, 3 – фаза стабилизации.

Фаза устойчивой асимметрии совпадает по времени с ювенальным периодом, фаза неустойчивой асимметрии – с пубертатным, фаза стабилизации – с постпубертатным. Особенности развития асимметрии в период полового созревания соответствуют особенностям соматического развития, проявляющимся в изменении длины тела в подростковом возрасте. Так, в наших исследованиях пубертационный скачок у девочек наблюдался в 10-11-летнем возрасте, когда прирост тела в длину составил 7,2%.

У мальчиков темпы полового созревания имели более выраженную вариабельность, и пубертационный скачок роста отмечался в возрасте 11 лет у детей с опережающими темпами полового созревания и в 13-14 лет – у ретардантов. В среднем темпы прироста длины тела в период полового созревания у мальчиков оказались ниже, чем у девочек, и составили не более 5,5%. Такое совпадение характера становления уровня асимметрии и других показателей соматического развития указывает на то, что развитие асимметрии жизненных функций определяется в значительной степени морфофункциональной основой реализации социальных предъявлений внешнесредовых факторов, с которыми сталкивается ребенок в процессе воспитания и обучения.

Исследование координационных и скоростных возможностей позволило выявить два типа адаптации в онтогенезе: 1) уменьшение асимметрии; 2) увеличение асимметрии (рис. 12). По первому типу адаптации изменяются показатели теппинг-теста (за 10 с.), точности удара и числа ошибок (в % к точным ударам). Отсутствие резких колебаний асимметрии при сохраняющейся тенденции снижения уровня позволяет говорить о преимущественной связи изучаемых признаков с совершенствованием деятельности ЦНС. Можно предположить, что окончание становления асимметрий к 13-летнему возрасту и дальнейшая их стабилизация свидетельствуют о завершении формирования



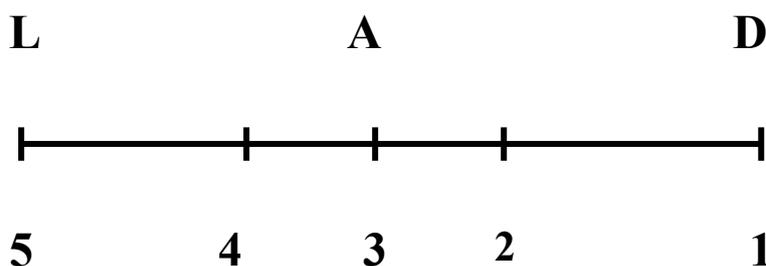
**Рис. 12. Возрастная динамика асимметрии координационных и скоростных показателей: 1- число ошибок при движении руки вправо, 2 - число ошибок при движении руки влево, 3 – тейпиг-тест, 4 - точность удара, 5 – тремор, 6 – число ошибок (%) при выполнении удара, 7 – сила кистей, 8 – точность дозирования силы кистей**

нервных процессов возбуждения и торможения. По второму типу адаптации изменяются показатели тремора, число ошибок при движении рукой влево и при движении рукой вправо, силы кисти и точности дозирования силы кисти. До периода стабилизации асимметрий в возрасте 15 лет и у юношей, и у девушек наблюдается неустойчивое повышение уровня асимметрий.

Отсутствие закономерных изменений до периода стабилизации свидетельствует о неоднородности факторов, определяющих асимметрии. Анализ всех изученных признаков позволяет сделать общий вывод о целесообразности прогнозирования функциональных асимметрий в ювенальном и постпубертатном периодах.

Неоднозначные изменения асимметрий в пубертатный период дают основание предположить, что это второй сенситивный период становления асимметрий индивида.

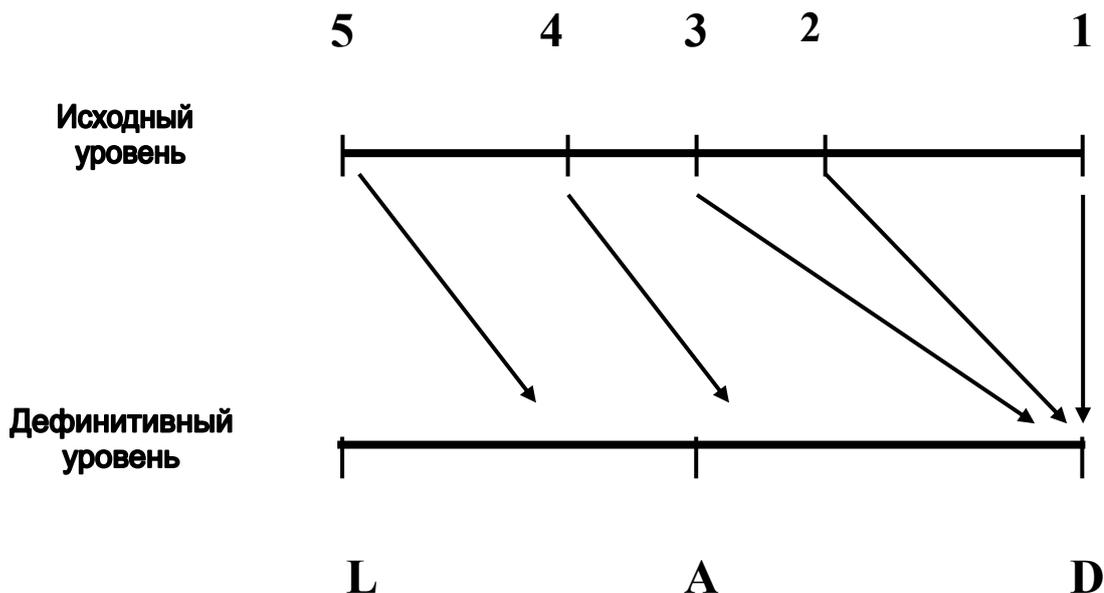
Выявленные в ходе исследований взаимосвязи показателей двигательной асимметрии и их динамики под воздействием внешней среды позволяют теоретически выделить 5 групп детей в зависимости от исходного уровня асимметрии (рис. 13).



*Рис. 13. Группы детей в зависимости от исходного уровня симметрии: 1 – выраженные правши; 2 – амбидекстрики, склонные к правшеству; 3 – амбидекстрики; 4 – амбидекстрики, склонные к левшеству; 5 – левши*

Условия жизни и деятельности в общеобразовательной школе, как правило, формируют правшество. На подобное воздействие каждая группа реагирует по-своему (рис.14). Подкрепляющее воздействие «праворукой культуры» усиливает доминанту правой руки у правшей, амбидекстриков и амбидекстриков, склонных к правшеству. Амбидекстрики, склонные к левшеству, приближаются к уровню, где коэффициент  $A_c = 0$ , а зачастую даже изменяют знак на плюс, то есть превращаются в амбидекстриков, склонных к правшеству. Перечисленные группы детей, на наш взгляд, можно обучить двигательным действиям (в том числе и письму) правой рукой, хотя в четвертой группе целесообразность этого сомнительна. У выраженных левшей значительно сложнее осуществляется передача функции доминантной руки на субдоминантную.

Исходя из приведенных данных, представляется нецелесообразным любое давление на выраженных левшей и амбидекстриков, склонных к левшеству, к преимущественному употреблению в трудовых операциях и при выполнении любых двигательных действий правой руки. Это не только неэффективно с точки зрения обучения, но и, как доказывают многочисленные исследования, отрицательно сказывается на здоровье детей (В.В. Аршавский, 1998; М.М. Безруких, М.Г. Князева, 1996; Н.Н. Брагина, Т.А. Доброхотова, 1988, 1994; Е.В. Гурова, 1982; Т.А. Доброхотова, Н.Н. Брагина, 1975, 1980, 1994; Е.Д. Холмская с соавт., 1997 и др.).



*Рис. 14. Принципиальная схема воздействия «праворукой культуры» на формирование «рукости»*

На основании полученных данных можно сделать вывод, что в психомоторном развитии ребенка школьного возраста наследственная предрасположенность к правшеству или левшеству достаточно четко фиксируется в определенной позиции, хотя некоторые сдвиги под воздействием внешней среды происходят. Следует полагать, что среди факторов, обеспечивающих сдвиг в сторону закрепления правшества, особое место занимают стандарты обучения письму, рисованию, физическим упражнениям и другие факторы учебной деятельности.

Подтверждением генетической предрасположенности к левшеству и правшеству и сдвигов ее под воздействием среды являются выявленные взаимосвязи между различными показателями функциональной асимметрии.

Между восемью показателями асимметрии (число ошибок при движении рукой вправо, ошибок при движении рукой влево, теппинг-тест за 10 с., точность

ударов, количество ошибок при ударах, тремор, сила кисти, точность дозирования силы кистей) в 8-9 лет у девочек и в 10-11 лет у мальчиков, а также в 12 и 14 лет и у мальчиков, и у девочек обнаружена взаимосвязь (коэффициенты корреляции от 0,4 до 0,8), тогда как в других возрастных группах зависимости не наблюдается. Это говорит о том, что в период реализации генетически заложенной возрастной программы (полового созревания) генетически обусловленные уровни асимметрии проявляют тесную взаимосвязь. Во время же спокойного периода развития асимметрии в значительной степени зависят от воздействий внешней среды, и их взаимосвязи не проявляются.

Допубертатный период благоприятен для определения фенотипической изменчивости организма. В пубертационный период возможно более точное выявление генотипической программы функциональных асимметрий.

## **2.4. Симметрия кинематических характеристик мануальных действий начинающих дирижеров**

Методика формирования мануальных действий дирижера является одним из условий, определяющих эффективность профессионально-прикладной физической подготовки. Однако отсутствие знаний о пространственно-временных (кинематических) характеристиках движения затрудняет ее разработку. В этой связи проведено изучение кинематических характеристик мануальных действий дирижера. Перед исследованием планировалась:

- установить кинематические характеристики дирижирования;
- установить кинематические характеристики способов дирижирования, которым характерно проявление ритма;
- определить базовые кинематические характеристики способов дирижирования.

Была отобрана группа студентов и преподавателей секции дирижирования Института искусств Адыгейского государственного университета, состоящая из 18 человек. Им было предложено последовательно выполнить в одном темпе, который задавался по метроному, пять жестов дирижера, а именно: легато, нон легато, насыщенное легато, маркато и стаккато. Регистрация кинематических характеристик проводилась при помощи оптической системы трехмерного видеоанализа «Видеоанализ Статокин».

Аппаратная часть комплекса «Видеоанализ движений» состоит из двух видеокамер, двух ламп подсветки, тест-объекта, световозвращающих маркеров, компьютера, платы видеозахвата, записывающей видеоряд на жесткий диск компьютера.

Программная часть комплекса выполняет следующие операции:

- производит съемку движений с частотой 50 кадров в секунду;

- автоматически обрабатывает координаты маркеров на теле человека;
- представляет в графической форме всю фиксируемую биомеханическую информацию.

Программное обеспечение комплекса «Видеоанализ движений» дает возможность фиксировать изменение суставных углов, угловых скоростей, угловых ускорений, рассчитывать стандартные отклонения, производить сравнительный анализ результатов исследования нескольких испытуемых или одного испытуемого в разные периоды времени.

Для регистрации биомеханических характеристик жестов дирижера на испытуемого с латеральной стороны тела, в области проекции центра плечевого, локтевого, лучезапястного суставов, а также на височной области головы были установлены световозвращающие (отражающие направленный свет) маркеры диаметром 2,5 см. Испытуемый дирижировал, его жесты в течение 8 секунд записывались на две видеокамеры, располагавшиеся на расстоянии около 5 метров от места съемки и под углом 60 градусов к основному направлению движения испытуемого. За видеокамерами были расположены лампы подсветки, освещающие световозвращающие маркеры на руках испытуемого, превращая их в яркие точки, что позволило четко фиксировать их на видеозаписи. Сделанные видеозаписи были обработаны при помощи программного комплекса VideoMotion 3D. Применение данной методики позволило установить 81 кинематическую характеристику дирижирования. Из них 9 характеризуют движения головы, 36 характеризуют движения правой руки и 36 – движения левой руки.

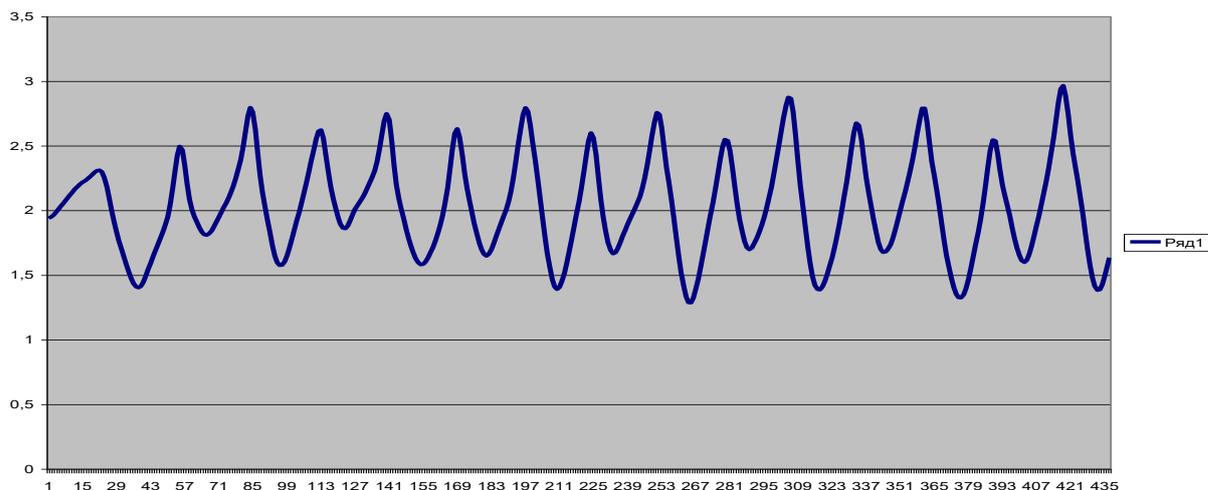
Так в движении головы удалось зарегистрировать следующие параметры: траектории движения по осям X, Y, Z; скорость перемещения по осям X, Y, Z; ускорение по осям X, Y, Z.

В движении рук удалось зарегистрировать следующие характеристики:

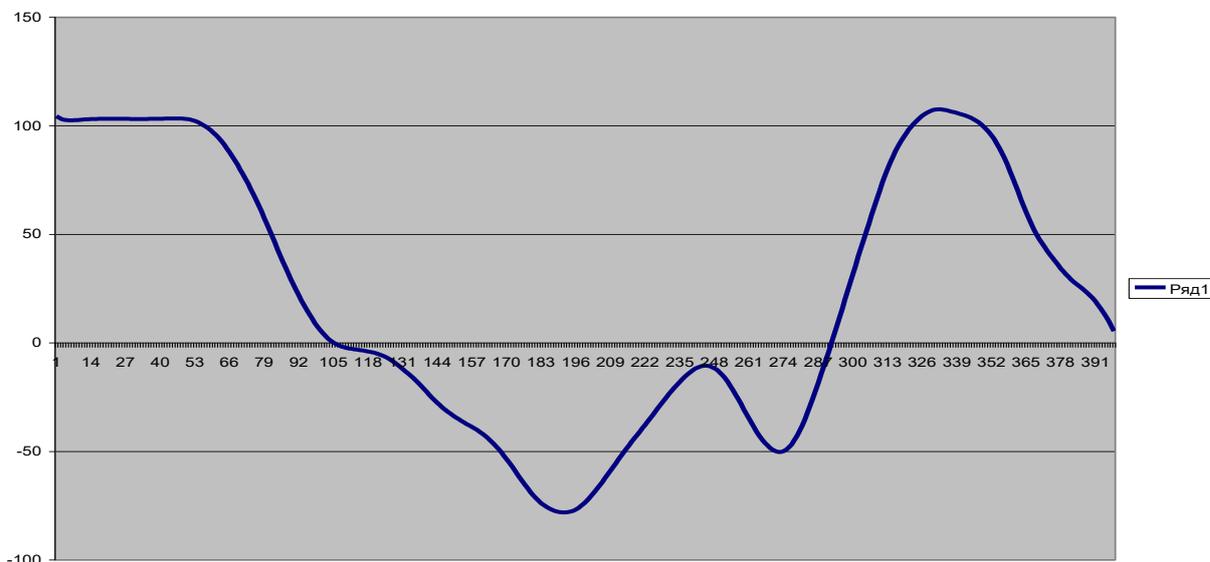
- изменения угла, угловой скорости и углового ускорения приведения/отведения в плечевом суставе;
- изменения угла, угловой скорости и углового ускорения сгибания/разгибания в плечевом суставе;
- изменения угла, угловой скорости и углового ускорения сгибания/разгибания локтевого сустава;
- траектории движения плечевого сустава по осям X, Y, Z;
- скорость перемещения плечевого сустава по осям X, Y, Z;
- ускорение перемещения плечевого сустава по осям X, Y, Z;
- траектории движения локтевого сустава по осям X, Y, Z;
- скорость перемещения локтевого сустава по осям X, Y, Z;
- ускорение перемещения локтевого сустава по осям X, Y, Z;
- траектории движения лучезапястного сустава по осям X, Y, Z;

- скорость перемещения лучезапястного сустава по осям X, Y, Z;
- ускорение перемещения лучезапястного сустава по осям X, Y, Z.

Чтобы установить проявление ритма изучаемых кинематических характеристик, были построены диаграммы, отражающие изменение каждой характеристики во времени (всего было построено 7290 диаграмм). Определение ритма производилось путем визуального анализа диаграмм. Проявлением ритма считалось повторение кинематического параметра дирижирования через равные интервалы времени (рис. 15), во всех остальных случаях отмечалось отсутствие ритма (рис. 16).



**Рис. 15. Проявление ритма изменения угла в локтевом суставе при дирижировании жестом марката. (Испытуемая Н.Г. Перевозчикова)**



**Рис. 16. Отсутствие проявления ритма в изменении траектории движения левого плечевого сустава относительно оси Y (Испытуемая А.В. Чиназирова)**

В результате исследования у всех испытуемых были выявлены кинематические характеристики дирижирования, которым свойственно проявление ритма (Приложения 5, 7-21).

Было установлено, что, несмотря на разное процентное значение, проявление ритма в исследуемой группе обнаруживается практически по всем кинематическим характеристикам, за исключением ускорения левого плечевого сустава по оси X при дирижировании жестом легато и насыщенное легато.

Был установлен ряд кинематических характеристик, проявление ритма которых встречается наиболее часто. Так, в изменении суставных углов, угловых скоростей и угловых ускорений при дирижировании жестом маркато и нон легато ритм обнаруживается у 88-100% испытуемых, а при дирижировании жестом легато и насыщенное легато проявление ритма у того же количества испытуемых наблюдается лишь в изменении суставных углов, при дирижировании жестом стаккато – только в изменении угла в локтевом суставе.

Кроме того, удалось установить, что в трехмерной системе координат по осям X, Y, Z проявление ритма в изменении скоростей, ускорений и траекторий движения плечевого, локтевого и лучезапястного суставов наиболее часто обнаруживается по оси Z (82-100% испытуемых).

Результаты проведенного исследования позволяют сделать ряд заключений относительно проявления ритма кинематических характеристик дирижирования:

- проявление ритма возможно во всех кинематических характеристиках дирижирования;

- не было обнаружено ни одного испытуемого, у которого проявление ритма наблюдалось бы по всем изучаемым кинематическим характеристикам, как не было обнаружено и случаев полного отсутствия проявления ритма;

- было выявлено, что наиболее часто проявление ритма наблюдается в изменении суставных углов, а также скоростей, ускорений и траекторий движения изучаемых суставов относительно вертикальной оси Z;

- результаты исследования позволяют установить большое количество индивидуальных характеристик и ассиметричное проявление ритма относительно правой и левой руки.

Однако полученные результаты не позволили нам четко обозначить базовые кинематические характеристики дирижирования, поскольку возникли две проблемы, при которых необходимо было:

- 1) определить оптимальное количество базовых кинематических характеристик дирижирования;

- 2) отобрать из множества характеристик с высоким процентом проявления ритма наиболее значимые. Так, к примеру, при дирижировании жестом маркато высокий процент проявления ритма (77 -100% испытуемых) был установлен в 51 параметре дирижирования.

Для решения вышеизложенных проблем у испытуемых исследуемой группы для всех движений дирижера (легато, нон легато, насыщенное легато, маркато и

стаккато) было выявлено количество кинематических характеристик, которым характерно проявление ритма.

Предполагалось, что среднестатистическое их значение будет считаться числом базовых кинематических характеристик дирижирования. Выбор же характеристик, которые войдут в данную группу, можно будет провести на основе анализа процентных значений проявления ритма.

Реализация данного подхода позволила установить неравномерное проявление ритма кинематических характеристик дирижирования в движении правой и левой руки у значительного числа испытуемых (неравномерным проявлением ритма нами считалось то, когда разница проявления ритма между правой и левой рукой превышала величину стандартного отклонения от среднего арифметического по выборке.) Однако среднестатистические показатели количества кинематических характеристик, которым характерно проявление ритма, свидетельствуют о равномерном проявлении ритма в движении рук. В таком случае группа базовых кинематических характеристик дирижирования должна состоять из равного количества характеристик для левой и правой руки. В поддержку данного вывода свидетельствует тот факт, что в исследуемой группе было обнаружено шесть человек (двое преподавателей и четверо студентов), обладающих наилучшими навыками дирижирования, у которых в движении рук при дирижировании жестами легато, нон легато, насыщенное легато, маркато и стаккато было обнаружено равное количество кинематических характеристик, которым характерно проявление ритма.

Анализ полученных результатов при дирижировании жестом легато позволил установить (табл. 3), что у девяти человек в движении рук наблюдается равномерное проявление ритма, у шести преобладает проявление ритма в движении левой руки, а у трех – в движении правой. Несмотря на индивидуальные различия, среднегрупповые показатели говорят о равномерном проявлении ритма в движении рук. Так, среднее количество кинематических характеристик, которым характерно проявление ритма, в движении правой рукой составляет  $18,2 \pm 4,2$ , а левой –  $19,5 \pm 3,7$ , что соответствует 49,4% и 52,6%. Исходя из данных среднестатистических значений, в группу базовых кинематических характеристик дирижирования жестом легато может войти от 14 до 18 характеристик как для левой, так и для правой руки. Процентный анализ проявления ритма всего множества кинематических характеристик позволил выделить 14 характеристик, которые и вошли в данную группу (табл. 4).

Таблица 3.

## Кинематические характеристики мануальных действий дирижера, которым характерно проявление ритма.

Испытуемые	Количество кинематических характеристик, которым характерно проявление ритма									
	Легато		Нон легато		Насыщенное легато		Маркато		Стаккато	
	Правая рука	Левая рука	Правая рука	Левая рука	Правая рука	Левая рука	Правая рука	Левая рука	Правая рука	Левая рука
1.Базукина	16	15	29	30	28	22	28	28	18	28
2. Конченко	14	13	31	32	28	19	36	36	22	27
3. Лихолетова	11	16	31	32	18	20	33	35	21	22
4.Воробьева Н.	13	18	32	28	33	28	32	34	23	27
5. Баладжан А.Н.	24	27	30	30	30	31	34	33	27	27
6. Абатова А.В.	20	18	35	34	25	23	30	30	23	24
7.Басте А.К.	17	11	27	32	21	21	21	20	14	25
8. Дудникова	14	22	33	27	23	26	32	28	26	22
9. Иваненко	16	23	33	30	25	30	36	31	16	20
10.Кузнецова	20	22	24	26	25	22	29	32	30	31
11. Лаптиева	20	22	32	30	30	26	33	30	29	31
12. Мешвез	26	17	26	27	23	27	24	24	24	25
13.Панова Е.	31	31	35	35	30	32	36	35	28	30
14. Пшипий А.	14	14	31	30	12	17	20	29	19	22
15.Сергеева П.А.	15	20	23	24	23	19	33	32	20	22
16. Чичканева	17	23	27	30	20	14	23	27	5	11
17.Чиназирова А.Р.	15	21	33	29	35	35	33	33	26	14
18. Шевченко	28	18	32	33	34	34	32	29	29	28
<b>Среднее значение</b>	18,3±4,2	19,5±3,7	30,2±2,6	29,9±1,9	25,7±4,4	24,7±4,8	30,2±3,8	30,3±2,9	22,2±4,7	24,2±4
<b>Процентное соотношение</b>	49,4%	52,6%	81,5%	80,7%	69,3%	66,9%	81,5%	81,8%	59,9%	65,3%

Таблица 4.

## Базовые кинематические характеристики профессиональных жестов дирижера.

№	Кинематические характеристики дирижирования	Базовые кинематические характеристики				
		Легато	Нон легато	Насыщенное легато	Маркато	Стаккато
1.	Угол приведения/отведения плечевого сустава	+	+	+	+	
2.	Угловая скорость приведения/отведения плечевого сустава	+	+	+	+	
3.	Угловое ускорение приведения/отведения плечевого сустава		+		+	
4.	Угол сгибания/разгибания плечевого сустава	+	+	+	+	
5.	Угловая скорость сгибания/разгибания плечевого сустава	+	+	+	+	
6.	Угловое ускорение сгибания/разгибания плечевого сустава		+		+	
7.	Угол сгибания/разгибания локтевого сустава	+	+	+	+	+
8.	Угловая скорость сгибания/разгибания локтевого сустава	+	+	+	+	+
9.	Угловое ускорение сгибания/разгибания локтевого сустава		+		+	+
10.	Траектория движения плечевого сустава по оси X					
11.	Траектория движения плечевого сустава по оси Y			+		
12.	Траектория движения плечевого сустава по оси Z	+	+	+	+	+
13.	Траектория движения локтевого сустава по оси X		+		+	
14.	Траектория движения локтевого сустава по оси Y		+	+	+	
15.	Траектория движения локтевого сустава по оси Z	+	+	+	+	+
16.	Траектория движения лучезапястного сустава по оси X		+			+
17.	Траектория движения лучезапястного сустава по оси Y		+	+	+	
18.	Траектория движения лучезапястного сустава по оси Z	+	+	+	+	+
19.	Скорость перемещения плечевого сустава по оси X					
20.	Скорость перемещения плечевого сустава по оси Y					

## Продолжение таблицы 4.

## Базовые кинематические характеристики профессиональных жестов дирижера.

№	Кинематические характеристики дирижирования	Базовые кинематические характеристики				
		Легато	Нон легато	Насыщенное легато	Маркато	Стаккато
21.	Скорость перемещения плечевого сустава по оси Z	+	+	+	+	+
22.	Скорость перемещения локтевого сустава по оси X		+		+	
23.	Скорость перемещения локтевого сустава по оси Y		+		+	
24.	Скорость перемещения локтевого сустава по оси Z	+	+	+	+	+
25.	Скорость перемещения лучезапястного сустава по оси X		+		+	+
26.	Скорость перемещения лучезапястного сустава по оси Y		+	+	+	+
27.	Скорость перемещения лучезапястного сустава по оси Z	+	+	+	+	+
28.	Ускорение перемещения плечевого сустава по оси X					
29.	Ускорение перемещения плечевого сустава по оси Y					
30.	Ускорение перемещения плечевого сустава по оси Z		+		+	+
31.	Ускорение перемещения локтевого сустава по оси X				+	
32.	Ускорение перемещения локтевого сустава по оси Y				+	+
33.	Ускорение перемещения локтевого сустава по оси Z	+	+	+	+	+
34.	Ускорение перемещения лучезапястного сустава по оси X				+	
35.	Ускорение перемещения лучезапястного сустава по оси Y				+	+
36.	Ускорение перемещения лучезапястного сустава по оси Z	+	+	+	+	+

При дирижировании жестом нон легато равномерное проявление ритма в движениях рук наблюдается у четырнадцати человек, у трех человек наблюдается преобладание проявления ритма в движении правой руки, а у одного – левой. Среднее количество кинематических характеристик дирижирования, которым характерно проявление ритма, в движении правой руки составляет  $30,2 \pm 2,6$ , а в движении левой –  $29,9 \pm 1,9$ , что соответствует 81,5% и 80,7%. Исходя из данных среднестатистических значений, в группу базовых кинематических характеристик дирижирования жестом нон легато может войти от 28 до 30 характеристик как для левой, так и для правой руки. Однако изучение процентного анализа проявления ритма кинематических характеристик дирижирования позволило уменьшить данное количество до 26. При дирижировании жестом насыщенное легато равномерное проявление ритма в движении рук наблюдается у 12 человек, у четырех отмечается преобладание проявления ритма в движении правой руки, а у двух – в движении левой руки. Среднее количество кинематических характеристик, которым характерно проявление ритма, при движении правой рукой в исследуемой группе составляет  $25,7 \pm 4,4$ , а при движении левой –  $24,7 \pm 4,8$ , что соответствует 69,3% и 66,9%. Таким образом, исходя из данных средних значений, в группу базовых кинематических характеристик дирижирования может войти от 20 до 24 характеристик. Однако изучение процентного анализа проявления ритма кинематических характеристик дирижирования позволило снизить данное количество до 18.

При дирижировании жестом маркато было установлено наибольшее количество испытуемых (16 человек), у которых в движениях рук наблюдалось равномерное проявление ритма (табл. 3). Выявлено также по одному человеку, которым характерно преобладание проявления ритма в движении правой и в движении левой руки. В среднем по исследуемой группе количество кинематических характеристик, которым характерно проявление ритма, в движении правой руки составляет  $30,2 \pm 3,8$ , что соответствует 81,5%, а в движении левой руки –  $30,3\% \pm 2,9$ , что соответствует 81,8%. Таким образом, в группу базовых кинематических характеристик дирижирования может войти от 26 до 30 характеристик. Процентный анализ проявления ритма кинематических характеристик дирижирования (табл. 3) позволил выявить 29 характеристик, которые и вошли в данную группу.

При дирижировании жестом стакато количество испытуемых, у которых в движении рук отмечено равномерное проявление ритма, составило 13 человек, у четырех выявлено преобладание проявления ритма в движении левой руки, а у одного – правой. Среднее количество кинематических характеристик, которым характерно проявление ритма, при движении правой рукой в исследуемой группе составляет  $22,2 \pm 4,7$ , а при движении левой –  $24,2 \pm 4$ , что соответствует 59,9% и

65,3%. Таким образом, в группу базовых кинематических характеристик дирижирования может войти от 18 до 22 характеристик. Изучение процентного анализа проявления ритма кинематических характеристик дирижирования позволило снизить данное количество до 17.

Результаты исследования позволили выделить базовые кинематические характеристики дирижирования легато, нон легато, насыщенное легато, маркато и стаккато (табл. 4). Однако значительное их количество затрудняет разработку и применение средств и методов физического воспитания, направленных на совершенствование мануальных действий дирижера. В этой связи нами была проведена унификация выявленных базовых кинематических характеристик дирижирования. Ее целью явилось определение для всех движений дирижера единой группы базовых кинематических характеристик дирижирования. Для реализации данной задачи из выделенных нами базовых кинематических характеристик дирижирования на легато, нон легато, насыщенное легато, маркато и стаккато были выбраны те, которые характерны всем движениям. В результате было выбрано 14 кинематических характеристик:

1. Угол приведения/отведения плечевого сустава.
2. Угловая скорость приведения/отведения плечевого сустава.
3. Угол сгибания/разгибания плечевого сустава.
4. Угловая скорость сгибания/разгибания плечевого сустава.
5. Угол сгибания/разгибания локтевого сустава.
6. Угловая скорость сгибания/разгибания локтевого сустава.
7. Траектория движения плечевого сустава по оси Z.
8. Траектория движения локтевого сустава по оси Z.
9. Траектория движения лучезапястного сустава по оси Y.
10. Скорость перемещения плечевого сустава по оси Z.
11. Скорость перемещения локтевого сустава по оси Z.
12. Скорость перемещения лучезапястного сустава по оси Z.
13. Ускорение перемещения локтевого сустава по оси Z.
14. Ускорение перемещения лучезапястного сустава по оси Z.

Анализ выявленных базовых кинематических характеристик дирижирования позволил классифицировать их с позиции кинематики на четыре группы (рис. 17):

1. Кинематические характеристики движения в суставах.
2. Кинематические характеристики траектории движения частей тела в пространстве.
3. Кинематические характеристики скорости движения частей тела в пространстве.
4. Кинематические характеристики ускорения движения частей тела в пространстве.

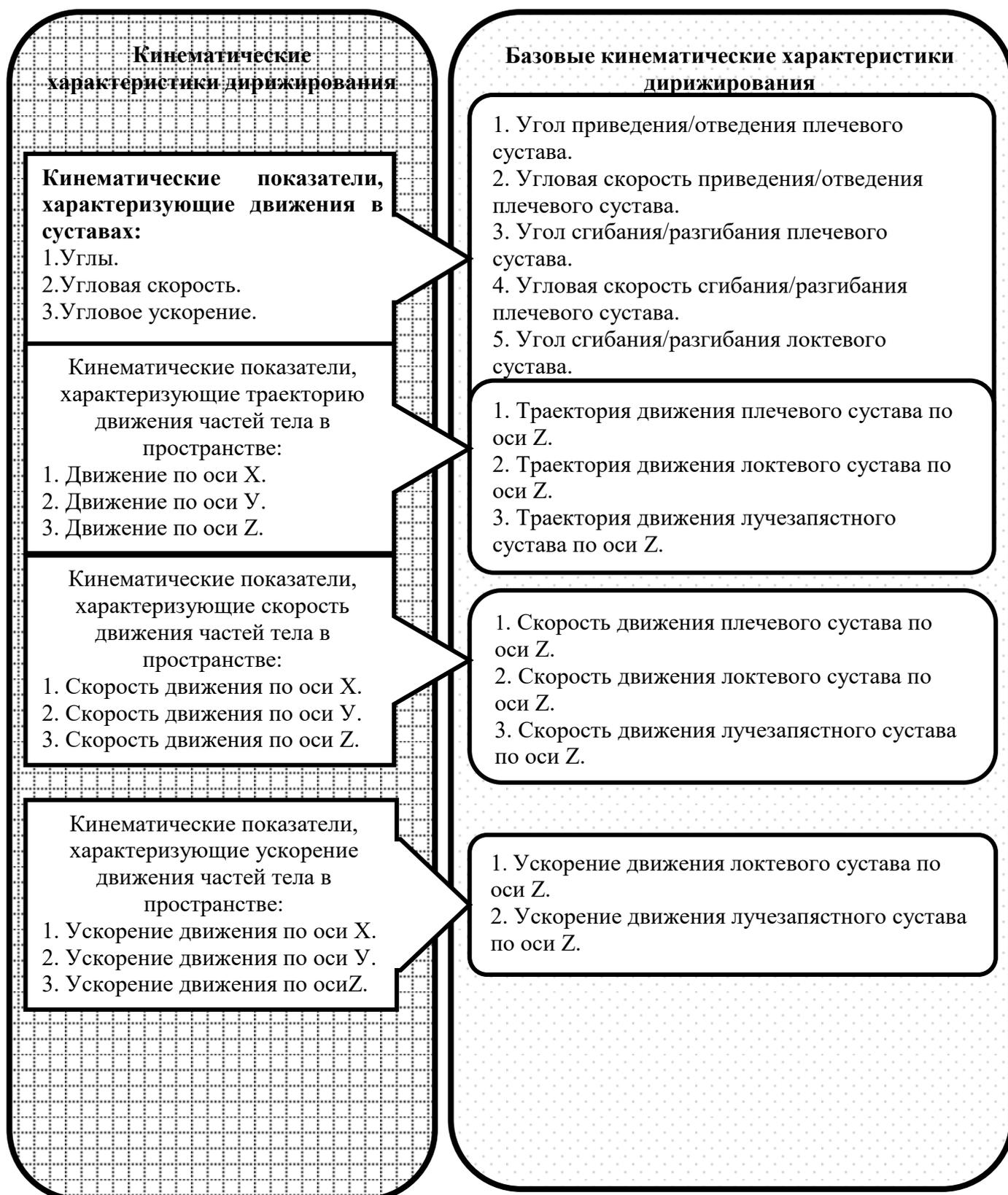


Рис. 17. Классификация базовых кинематических характеристик дирижирования.

Содержание представленной классификации позволяет заключить, что подбор физических упражнений, направленных на совершенствование движений дирижера, должен производиться с учетом проявления ритма в изменении углов и угловых скоростей плечевого и локтевого суставов, а также траекторий скоростей и ускорений движений плечевого, локтевого и лучезапястного суставов относительно вертикальной оси. В этой связи для удобства подбора оптимальных средств и методов развития ритмичной структуры жестов дирижера выявленные нами базовые кинематические характеристики дирижирования были классифицированы относительно суставов, в которых происходит движение (рис. 18). Так, для плечевого сустава было выделено шесть базовых кинематических характеристик дирижирования: угол приведения/отведения плечевого сустава, угловая скорость приведения/отведения плечевого сустава, угол сгибания/разгибания плечевого сустава, угловая скорость сгибания/разгибания плечевого сустава, траектория движения плечевого сустава по оси Z, скорость движения плечевого сустава по оси Z.

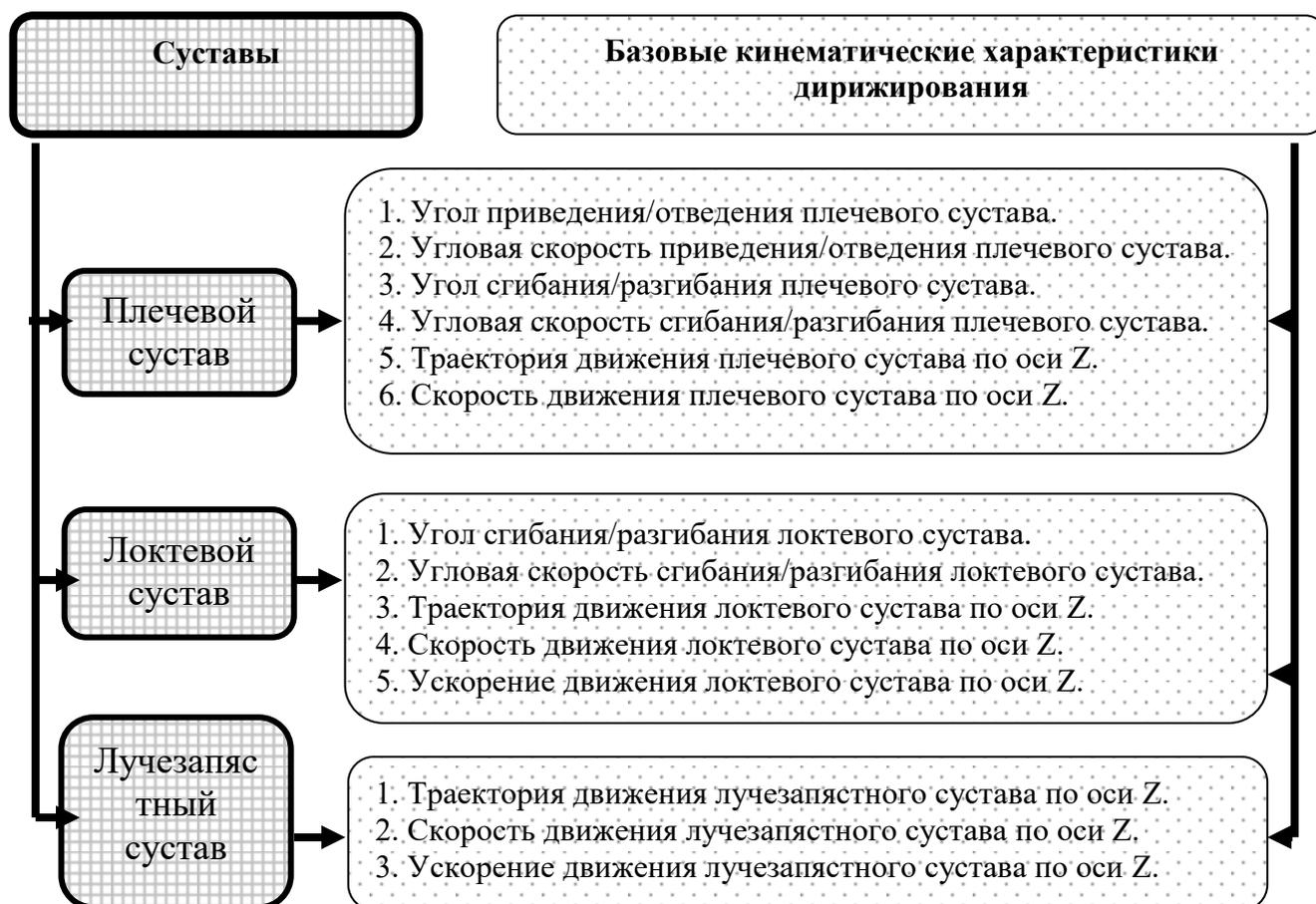


Рис. 18. Классификация базовых кинематических характеристик дирижирования.

Для локтевого сустава было установлено пять базовых кинематических характеристик дирижирования: угол сгибания/разгибания локтевого сустава, угловая скорость сгибания/разгибания локтевого сустава, траектория движения локтевого сустава по оси Z, скорость движения локтевого сустава по оси Z, ускорение движения локтевого сустава по оси Z.

Для лучезапястного сустава выявлено три базовые кинематические характеристики дирижирования: траектория движения лучезапястного сустава по оси Z, скорость движения лучезапястного сустава по оси Z, ускорение движения лучезапястного сустава по оси Z.

Данная классификация позволяет установить, что движению в плечевом суставе характерно проявление наибольшего количества базовых кинематических характеристик дирижирования, что объясняется значительно большей подвижностью данного сустава по отношению к локтевому. Кроме того, выявлено, что в отличие от плечевого, локтевому и лучезапястному суставу характерна такая базовая характеристика, как ускорение движения относительно вертикальной оси.

Необходимо отметить, что ускорение локтевого сустава относительно вертикальной оси обеспечивается мышечными структурами, обеспечивающими движение плеча, а ускорение лучезапястного сустава относительно той же оси осуществляется мышечными структурами, обеспечивающими движение предплечья, что необходимо учитывать при подборе средств и методов развития базовых кинематических характеристик дирижирования.

Изучение кинематических характеристик дирижирования позволяет резюмировать:

- проявление ритма кинематических характеристик мануальных действий дирижера определяет качество владения техникой дирижирования;
- проявление ритма является повторением кинематического параметра дирижирования через равные интервалы времени.
- проявление ритма возможно во всех кинематических характеристиках мануальных действий дирижера,
- испытуемых, у которых проявление ритма было установлено по всем кинематическим характеристикам, обнаружено не было, не было обнаружено и испытуемых, у которых проявление ритма полностью отсутствовало.
- установлено, что наиболее часто проявление ритма наблюдается в изменении суставных углов, а также скоростей, ускорений и траекторий движения изучаемых суставов относительно вертикальной оси;
- установлено многообразие индивидуальных характеристик и ассиметричное проявление ритма относительно правой и левой руки.

- выявлены базовые кинематические характеристики дирижирования и проведена их классификация как с позиции кинематики движения, так и с позиции суставов, которым присущи выявленные характеристики.

## 2.5. Асимметрия зрения и ее развитие в онтогенезе

Как известно, зрительный анализатор состоит из трех отделов: периферического – воспринимающего, подкоркового – проводящего и коркового – перерабатывающего. Периферическим отделом является глаз, он обеспечивает начало зрительного восприятия, то есть проекцию изображения на сетчатку глаза и возбуждение фоторецепторов, трансформирующих световую энергию в нервное возбуждение, которое в свою очередь передается в подкорковый отдел, представленный зрительными нервами, имеющими специфическое строение. В конечном итоге нервный импульс поступает в перерабатывающий отдел – затылочный отдел головного мозга, в котором располагаются так называемые зрительные бугры.

Процесс развития зрительного анализатора начинается внутриутробно с момента начала дифференциации тканей. Так, на втором месяце развития плода удается выделить перекрест зрительных нервов. В начале появляются волокна, связывающие правый и левый зрительные нервы, после этого перекрещиваются, а затем появляются неперекрещивающиеся нервные волокна. В постнатальный период в значительной мере происходит и миелинизация волокон, обеспечивающая значительное увеличение скорости проведения возбуждения сначала перекрещивающихся, входящих в контрлатеральные системы, и только потом неперекрещивающихся, входящих в испилатеральные системы. После воспринимающего и проводящего отдела зрительного анализатора созревает анализирующий и синтезирующий отдел – затылочный отдел головного мозга.

Периферические звенья в основном являются сформированными к моменту рождения. Позже других рецепторных образований формируется периферическая часть зрительного анализатора – сетчатка глаза, однако и ее развитие заканчивается к первому полугодю.

Морфологически периферические и подкорковые органы зрительной системы в левом и правом полушарии считаются одинаковыми, чего нельзя сказать о затылочной области мозга, ответственной за зрительную функцию. Справа она значительно больше, чем слева, причем не только размеры зрительных зон (поля 17, 18 и 19) более выражены в правом полушарии, но и количество борозд и извилин также доминирует справа. Затылочная доля правого полушария у большинства людей оказалась более развитой и в количественном, и в качественном отношении. При более подробном рассмотрении пути прохождения нервного импульса от периферического отдела зрительного

анализатора к центральному следует отметить, что сетчатка делится на две зоны: носовую и височную. Через носовые и через височные зоны отражаются разные стороны пространства: пространство, ipsilaterальное глазу, отражается носовыми зонами, а пространство, контралатеральное глазу, отражается височными зонами глаза (В.В. Сулова с соавт., 1988).

Таким образом, из-за преломляющих свойств хрусталика изображение правого поля зрения проецируется в носовую зону сетчатки правого глаза и в височную зону левого, а изображение левого поля зрения проецируется в носовую зону сетчатки левого глаза и в височную зону правого (Д. Хьюбел, Т. Визель, 1982).

Импульсы от каждой из зон сетчатки поступают в зрительный нерв. Зрительные нервы, правый от правого глаза и левый от левого, подходят к хиазме. В хиазме нервные волокна, пришедшие от обоих глаз, тесно связываются и переплетаются. Волокна, идущие от носовых зон сетчатки, перекрещиваются и выходят из хиазмы в составе контралатеральных нервных трактов. Нервные волокна, идущие от височных зон, не перекрещиваются и выходят из хиазмы в составе ipsilaterальных нервных трактов. Перекрещенные и неперекрещенные волокна характеризуются разным типом связей с мозговыми полушариями: через неперекрещенные волокна и ipsilaterальные наружные коленчатые тела (НКТ) глаз связывается с ipsilaterальным полушарием; через перекрещенные – с контралатеральным НКТ и контралатеральным полушарием (В.В. Сулова с соавт., 1988).

Таким образом, сигналы от каждого глаза передаются в оба полушария и каждое полушарие мозга получает сигналы от обоих глаз (Д. Хьюбел, Т. Визель, 1982).

В дальнейшем полушария могут обмениваться информацией через каллозальные связи. Следовательно, у здорового человека оба полушария могут принимать участие в переработке зрительной информации. Однако степень их вовлечения в этот процесс изменяется в зависимости от того, предъявлен ли символ в левой или правой половинах поля зрения. И это находит отражение в небольших различиях процента правильных ответов, времени реакции или в других показателях при предъявлении стимулов слева и справа.

Но и в случае одностороннего предъявления вся входная информация имеет доступ к обоим полушариям. Очень короткое время предъявление по одну сторону от точки фиксации взора обеспечивает начальное прямое поступление информации к одной половине мозга, но по связям между полушариями информация о стимуле может почти мгновенно передаваться на другую сторону. Та информация, которая предъявлялась только в одном поле зрения, наиболее

эффективно обрабатывается полушарием, получившим ее первым (С. Спрингер, Г. Дейч, 1983).

О неоднозначности вклада левого и правого полушарий в осуществление зрительных функций можно судить и по времени реакции, ответа на стимул, адресованный левому или правому полушарию. У здоровых правшей с правым ведущим глазом зрительный стимул, проецируемый на носовую зону левого глаза и адресованный в правое полушарие, вызывает самое короткое время реакции (ВР). Оно достоверно короче времени реакции на стимул, проецируемый в носовую зону правого глаза и, следовательно, адресованный в левое полушарие ( $p < 0,01$ ). Вместе с тем оказалось, что преимущество правого полушария в осуществлении зрительных пространственных функций не характерно для левшей и людей, имеющих по бификсации ведущим не правый, а левый глаз. Минимальное ВР в данном случае наблюдается при проекции раздражителя не в правое, а в левое полушарие (Е.Л. Бережковская, 1979).

В последние годы в ходе работ, выполненных в лаборатории В.Д. Глезера, было выявлено, что обработка информации об одном и том же изображении осуществляется в левом и правом полушариях разными способами: в одном полушарии имеются отдельные каналы для описания формы изображения, его размеров, местоположения и других свойств. При этом выделяются только те признаки объекта, которые позволяют разграничить ожидаемые в данной ситуации объекты друг от друга (классификационный метод опознания). В другом полушарии осуществляется единое описание изображения, включающее его форму, размеры, ориентацию и т.д. (структурный метод опознания). Это заключение базировалось, в частности, на следующих показаниях межполушарных различий процессов зрительного опознания, установленных для взрослого человека: на зависимости временных характеристик опознания формы изображения от вариаций стимула по размеру, не имеющих в одном полушарии, у большинства людей – в левом («инвариантном»), тогда как в другом полушарии она имеется (Г.А. Кураев с соавт., 2001).

Исследователи выдвинули гипотезу об участии разных полушарий мозга в вербальной и образной стратегиях запоминания. Они предположили, что можно обнаружить это различие в ситуации, когда испытуемый должен указать, соответствует ли изображение, вспыхнувшее в левом или в правом поле зрения, одному из ранее предъявлявшихся слов. Результаты исследований показали, что когда испытуемых просили запомнить пары слов, повторяя их про себя, время ответа было короче для изображений, предъявляемых в правом зрительном поле. Когда испытуемых просили создать образы подлежащих запоминанию пар слов, время ответа было короче для стимулов в левом поле зрения (С. Спрингер, Г. Дейч, 1983).

Асимметрия вызванной электрической активности при восприятии сенсорных сигналов проявляется, как правило, в большей амплитуде отдельных компонентов вызванных потенциалов в левом полушарии на вербальные стимулы и в правом – на невербальные (Е.Л. Бережковская, 1979; Г.А. Вартанян, 1991).

Данные Д. Хьюбела с соавторами (1982) указывают на время реакции при сравнении букв или геометрических фигур. Во всех случаях было показано преимущество левого полушария для букв и правого – для фигур. R. Sperry (1968) показал на больных с расщепленным мозгом, что правое полушарие гораздо лучше, чем левое, способно обобщать фигуры с линейными, аффинными и типологическими преобразованиями, отнюдь не нуждаясь для этого в получении вербальных кодов стимулов.

Исходя из представлений о системной организации зрительного восприятия, осуществляемого с участием различных отделов коры, специализировано включающихся в отдельные операции анализа зрительного стимула, можно полагать, что столь длительное формирование функциональной специализации полушарий в зрительном восприятии определяется постепенным включением структур мозга в этот процесс. Отсюда следует, что онтогенетические исследования в силу гетерохронного развития мозга позволяют конкретизировать механизмы, определяющие функциональную специализацию полушарий в зрительном опознании (С. Спрингер, Г. Дейч, 1983).

Исследования способностей зрительного восприятия при локальных поражениях коры мозга у детей разного возраста показали, что в 5-7 лет зрительно-гностическая и оптико-конструктивная деятельность зависит в основном от правого полушария, к 8-10 годам роль правого полушария в зрительном восприятии значительно снижается, а роль левого существенно возрастает только к 14-16 годам (В.П. Леутин, 1988). Столь длительное формирование функциональной специализации полушарий в зрительном опознании было отмечено и в работе В.П. Леутина (1988), показавшего, что преимущественная роль правого полушария в решении пространственных невербальных задач у мальчиков обнаруживается в 6 лет, а у девочек отсутствует даже в 13 лет.

В амплитудных параметрах вызванных потенциалов у детей отсутствует характерное для вызванных потенциалов взрослых преобладание левого полушария. У них при обработке зрительной информации в различных ситуациях вызванные потенциалы лучше выделяются в структурах правого полушария и имеют там, как правило, более высокую амплитуду не только при стимуляции левого поля зрения, но и при предъявлении сигналов в правое поле зрения.

У детей 8-9 лет вызванные потенциалы в различных структурах каждого из полушарий по конфигурации часто отличаются друг от друга; соответственно

различаются и вызванные потенциалы в симметричных областях двух полушарий. В результате здесь зачастую уже не было возможности проводить внутри- и межполушарное сравнение по всем тем компонентам вызванных потенциалов, которые уверенно выделяются у взрослых и более или менее надежно у подростков. В целом для детей характерна большая (на 15-20 мс), чем у взрослых и подростков, пиковая латентность всех компонентов вызванных потенциалов во всех исследуемых структурах. Наблюдается также более быстрое появление переданных непрямым (стимул предъявляется в левое поле зрения) в левом полушарии по сравнению с правым (Д. Хьюбел, Т. Визель, 1982).

Одной из главных функций зрительного анализатора, рассматриваемой в аспекте межполушарных отношений, является бинокулярное зрение.

Психофизиологические механизмы образования фузионного образа (слияние монокулярных изображений в бинокулярный образ), до сих пор остаются невыясненными, хотя выдвинута гипотеза о нозотемпоральном наложении рецептивных полей обоих глаз (А.А. Невская, 1977).

Существующая в настоящее время теории фузионных процессов противоречива, так как, с одной стороны, фузия рассматривается как результат конвергенции равных монокулярных возбуждений на бинокулярные нейроны, а с другой, как доминирование одной из монокулярных систем на фоне подавления другой. Но ни та, ни другая точка зрения не считается вполне доказанной.

Гистологическими и нейрофизиологическими исследованиями показано, что в IV слое зрительной коры, где происходит фузия, не оказалось бинокулярных нейронов, объединяющих зрительные впечатления обоих глаз (Д. Хьюбел с соавт., 1982).

По данным Суровой В.В., Матовой М.А., Туровской З.Г. (1988), в бинокулярном зрении участие обоих глаз неодинаково. Считается, что каждая монокулярная система может сохранять автономию до тех пор, пока ее активность не приходит в противоречие с активностью общего сенсорного регулятора; тогда активность одной из монокулярных систем модифицируется или подавляется.

Результаты их исследований показали, что только один из образов, как правило, тот, который формируется при проекции раздражителя в носовые зоны сетчатки, обеспечивающие связь с центральными механизмами зрения противоположных полушарий, является перцептивным, то есть «чувственным слепком объекта». В то время как второй образ, фантомный, обычно возникающий при проекции стимула в височные зоны сетчатки, связывающие рецепторы глаз с центральными зрительными механизмами испелатеральных полушарий, является репродуктивным.

Репродуктивный образ имеет ряд существенных отличий от перцептивного, главные из которых – неустойчивость, проявляющаяся в условиях конкуренции с перцептивными образами (временное исчезновение при введении в область его локализации дополнительного раздражителя), и неадекватная локализация в пространстве. Фантомный образ возникает в процессе отражения как «визуализация», происходящая на основе следов перцептивных процессов.

В формировании перцептивных образов ведущая роль у большинства испытуемых принадлежит правому глазу. Функциональная асимметрия в зрительном восприятии носит универсальный характер: глаз, обеспечивающий перцептивные процессы, является ведущим и в другой функции бинокулярного зрения – при бификсации объекта в пространстве. При этом количество испытуемых, правый глаз которых доминирует в формировании перцептивного образа, соответствует количеству людей, имеющих правый глаз ведущим по бификсации объекта в пространстве (соотношение составляет 2 к 1). В то же время в формировании репродуктивных образов доминирующая роль у большинства испытуемых принадлежит, наоборот, левому глазу.

Локализация объекта в пространстве, или бификсация, осуществляется в большинстве случаев при ведущем значении одного, чаще правого глаза. Свойственное большинству людей относительное доминирование правого поля зрения, которое зафиксировано в системе психофизиологических механизмов бинокулярного зрения, должно обуславливаться доминирующей ролью левого полушария (В.В. Сурова с соавт., 1988).

Неравноценность роли глаз в разных условиях пространственного видения является фактом, отмечавшимся во многих исследованиях. Еще Г.А. Литинский (1929) писал, что «зрительное впечатление каждого из глаз обладает не одинаковой силой и качеством, наоборот, резко разнятся друг от друга, так, что перевешивает впечатлительная способность одного из глаз».

Многими исследованиями было показано, что ведущий глаз раньше неведущего фиксирует объект; глазодвигательная активность ведущего и неведущего глаза различна: тремор обоих глаз независим (R.Ditchbun, 1953; I.Nachmias, 1959, 1960 и др.).

Установлено, что в определенных условиях пространственного видения, в частности при бинокулярной фиксации объекта, подчиненный глаз нейтрализует предъявленные ему изображения и всецело уступает свои функции ведущему глазу. Так, при прицеливании мы видим лишь то, что составляет поле зрения ведущего глаза, тогда как поле зрения другого глаза не остается в памяти (А.А. Ухтомский, 1945).

Г.А. Литинский (1929) установил, что подавляющее число взрослых людей в акте бификсации объекта в пространстве имеет превалирование одного из глаз

(правого или левого). Из 500 взрослых испытуемых доминирование правого глаза было зафиксировано у 313 человек (62,6%), а левого глаза – у 150 (30%), то есть наличие ведущего глаза в общей сложности имело место в 92,6% случаев, и правый глаз доминировал вдвое чаще, чем левый. Второй тип взаимодействия глаз в акте бификсации – это равноценность обоих глаз, то есть возможность фиксации то одним, то другим глазом. Среди взрослых здоровых испытуемых этой выборки равноценность правого и левого глаза, то есть отсутствие ведущего глаза, было зафиксировано у 30 человек (6 %).

В мимических движениях, например, при подмигивании, легче закрывается неведущий глаз: 70% обследованных Г.А. Литинским (1929) легче закрывали неведущий глаз, 10,2% одинаково легко закрывали оба глаза, 12,3% – ведущий глаз. Предположение о том, что у лиц, не способных закрыть один глаз, именно он является ведущим и остается функционировать в ситуациях, требующих исключения из работы одного глаза (в частности, в прицеливании при стрельбе из ружья), проверялось на 56 школьников, оказавшихся неспособными моргнуть одним глазом, когда им предложили моргнуть каждым глазом по очереди; в других тестах незакрывающийся глаз был доминантным.

Функциональная специализация в работе парного зрительного рецептора, заключающаяся в доминировании одного из глаз и формирующаяся под влиянием упражнения, свидетельствует о возможности функционального приспособления зрительного анализатора к условиям среды.

Изучением значения практической деятельности в формировании асимметрии зрительного восприятия у взрослых людей и в процессе онтогенетического развития занимались Б.Г. Ананьев и его сотрудники. Было установлено, что у одного и того же человека ведущее значение приобретает то один глаз, то другой, в зависимости от внешних условий, которые определяют характер парной работы больших полушарий головного мозга (1964, 1968, 1980).

Литинский Г.А. не выявил в большинстве случаев ведущий глаз у дошкольников (1929). То же позднее подтвердил Б.Г. Ананьев (1964). Вслед за Г.А. Литинским Б.Г. Ананьев (1964) выделил те же типы взаимодействия монокулярных систем в бинокулярном зрении: превалирование одного из глаз в акте бификсации (вдвое чаще правого, чем левого) и отсутствие ведущего глаза вследствие их равнозначности.

В опытах было обнаружено, что даже такая стабильная асимметрия, которая имеет место при бификсации объекта в пространстве, у некоторых испытуемых в определенных условиях меняет свой знак. При проведении пробы Розенбаха в обычных традиционных условиях у нескольких испытуемых, имевших левый ведущий глаз, приближение фиксируемого объекта с расстояния вытянутой руки до 25-30 см от глаз обуславливало замену левого ведущего глаза на правый. Этот

эффект замены был совершенно стабилен и воспроизводился у одних и тех же испытуемых через 3-5 лет. Причины этого феномена пока неясны, но, по-видимому, они кроются в вариантах взаимоотношений центрального и периферического зрения при формировании перцептивных и репродуктивных образов.

В опытах определения изменения поля зрения в онтогенезе, проведенных Б.Г. Ананьевым, обнаружено, что у детей школьного возраста, начиная с 8 лет, происходит увеличение общего размера поля зрения по сравнению с величиной площади монокулярных систем ребенка-дошкольника 7 лет. Однако дальнейшее развитие поля у детей идет неравномерно. Наряду с увеличением размеров полей зрения происходит их уменьшение. Значительное сокращение общего объема поля зрения наблюдается в группах детей 9 и 12 лет, причем у девятилетних уменьшение происходит главным образом за счет уменьшения наружных и нижних границ. В этом возрасте наблюдается даже преобладание границ внутренней половины поля зрения над наружной, так как внутрь поле зрения достигает  $63^\circ$ , а наружу –  $61^\circ$ . В 12 лет спад выражен слабее и происходит за счет сокращения верхних границ и в незначительной степени за счет наружных и нижних его границ. Б.Г. Ананьев (1964) отмечал, что именно наружная граница определяет возрастную динамику поля зрения.

В литературе описывается большое количество противоречий относительно онтогенеза остроты зрения. Острота зрения у детей с нормальной рефракцией увеличивается с возрастом. Так, в 4-5 лет она в среднем равна 0,80 %, в 5-6 лет – 0,86 %, в 7-8 лет – 0,91%. В возрасте от 10 до 15 лет острота зрения повышается от 0,98 до 1,15. Нормальная острота зрения взрослых людей равна 1.

По данным С.В. Хрущева (1977), наибольшее число случаев близорукости наблюдается у детей на четвертом году обучения (476).

Острота зрения в онтогенезе изменяется по возрастным группам с 1 до 15 лет и распределяется следующим образом: 1 год – 0,2; 2 – 0,4; 3 – 0,48; 4 – 0,5; 5 – 0,6; 6 – 0,75; 7 – 0,77; 8 – 0,82; 9 – 0,86; 10 – 0,88; 11 – 0,98; 12 – 0,99; 13 – 1; 14 и 15 лет – 1,05 (3).

Ананьев Б.Г. и Рыбалко Е.Ф. (1964) в своей работе указывают на то, что в результате сравнительного анализа средних величин остроты зрения одного глаза, полученных по каждой возрастной группе, отчетливо выступает факт довольно быстрого развития монокулярной остроты зрения у дошкольников. В течение 3 лет жизни, начиная с четырехлетнего возраста, острота зрения повышается больше чем в 2 раза. Дети 5 лет имеют остроту зрения несколько ниже нормы ( $V=0,81$ ), а у детей 6-7 лет острота зрения в среднем равна или превышает норму взрослых (6 лет –  $V=1,15$ , 7 лет –  $V=1,2$ ). У детей 6 лет происходит значительное увеличение численности группы с нормальным зрением, и появляется большая

группа с повышенной остротой зрения за счет группы с остротой зрения ниже 1,0. У детей 7 лет количественное соотношение групп примерно такое же, как и детей 6 лет.

В целом у школьников наблюдается более низкая острота зрения по сравнению с развитием этой функции у дошкольников 6-7 лет.

Исследователи обращают внимание на то, что у школьников 1 класса (7 лет) острота зрения значительно хуже, чем у детей того же возраста, посещающих детский сад.

Публикуются также данные об изменениях остроты зрения у школьников с возрастом. Так, величина остроты зрения в 7 лет равна 0,76, в 8 лет – 0,87, в 9 лет – 0,92, в 10 лет – 0,93, в 11 лет – 0,96, в 12 лет – 0,91, в 13 лет – 0,94 и в 14-15 лет – 0,98. Это объясняется тем, что у школьников 7-8 лет острота зрения характеризуется минимальной величиной (30). В дальнейшем в возрасте 9-11 лет отмечается заметное улучшение этой функции по сравнению с данными детей 7-8 лет. Однако в этот период острота зрения еще не является устойчивой, и в дальнейшем у детей 12 лет наблюдается ее снижение. В 14-15 лет острота зрения имеет максимальную величину, приближаясь к норме взрослого.

Темп повышения остроты зрения у школьников сильно замедлен по сравнению с кривой роста этой функции у дошкольников. В течение восьми лет острота зрения в школьном возрасте увеличилась в среднем примерно на 0,2, в то время как у дошкольников за 3 года жизни острота зрения повысилась примерно на 0,6 (30).

«Зрелые» вызванные потенциалы на структурированные зрительные стимулы регистрируются после 15 лет. Они становятся идентичными таковым взрослого к 11-12 годам (А.Г. Хрипкина, М.В. Атропова, 1982).

Постепенное снижение чувствительности зрительной системы к депривации форменного зрения (лишение возможности видеть структурированные стимулы) продолжается до 15-17 лет, таким образом, подростковый возраст является периодом формирования зрительного восприятия.

Анализ литературных данных позволяет утверждать, что работ по изучению остроты зрения детей различного возраста много, но они отличаются фрагментарностью и большим разбросом средних величин показателей остроты зрения. К тому же в последнее время система образования претерпевает большие изменения. Наряду с общеобразовательными школами появились лицеи, гимназии, классы с углубленным изучением различных предметов. Кроме того, достижения науки и техники позволили широко применять в обучении различные технические средства, в частности компьютеры. Многие школы перешли на пятидневную неделю обучения, в связи с этим повышается нагрузка на сенсорные системы, в том числе и на зрительный анализатор.

Неадекватная нагрузка на формирующиеся функции приводит к уменьшению потенциальных возможностей, а зачастую и к патологии. Недостаточная изученность общих закономерностей формирования зрения, а также тот факт, что функциональная специализация в работе парного зрительного рецептора формируется под влиянием упражнений, следовательно, имеется возможность функционального приспособления зрительного анализатора к условиям среды, побудили нас к изучению закономерностей развития функций зрительного анализатора в онтогенезе.

Совместно с аспирантом И.А. Бегмат изучена возрастная динамика остроты зрения и изменение ведущего глаза на отрезке восходящего онтогенеза в период от 7 до 17 лет.

В результате исследований выявлено постепенное и гетерохронное увеличение монокулярной остроты зрения у детей 4-17 лет. С 4 до 17 лет острота зрения у детей увеличилась почти в два раза. Так, у мальчиков острота зрения правого глаза увеличилась от  $0,76 \pm 0,12$  до  $1,13 \pm 0,26$ , то есть на 0,37, что составляет 49%, а левого глаза от  $0,76 \pm 0,28$  до  $1,13 \pm 0,26$ , что тоже составляет 49%. У девочек острота зрения правого глаза увеличилась от  $0,74 \pm 0,17$  до  $1,08 \pm 0,31$ , то есть на 0,34, что составляет 46%, а острота зрения левого глаза – от  $0,70 \pm 0,25$  до  $1,04 \pm 0,25$ , то есть на 0,34, что составляет 49%.

Большая вариативность остроты зрения в группе 4-летних детей и наличие случаев слаборазвитой остроты зрения могут свидетельствовать о том, что именно 4-5-летний возраст является периодом интенсивного формирования остроты зрения.

Прогрессивные изменения показателей нарушаются в дошкольном, младшем школьном возрасте и в период полового созревания. В 6 лет происходит увеличение нагрузки на зрительные анализаторы детей в подготовительных группах детских садов в связи с вводимыми занятиями, готовящими их к школе. Так, очередной подъем в 6,5 года до значения остроты зрения правого и левого глаза, соответственно, у мальчиков  $1,15 \pm 0,38$  и  $1,06 \pm 0,28$  и у девочек –  $1,28 \pm 0,43$  и  $1,20 \pm 0,37$  сменяется их продолжительным спадом до 9 лет у мальчиков и до 9,5 года у девочек. Максимальный спад в этот период наблюдается у мальчиков в 8 лет, а у девочек в 8,5 года, когда острота зрения правого и левого глаза соответственно равна: у мальчиков  $0,90 \pm 0,12$  и  $0,93 \pm 0,23$ , причем уменьшение остроты зрения правого глаза достоверно ( $t=2,84$ ;  $p<0,01$ ). У девочек острота зрения снижается до  $0,87 \pm 0,18$  и  $0,89 \pm 0,15$ , что тоже является достоверным, причем  $t_{np}=4,03$  ( $p<0,001$ ), а  $t_{л}=3,56$  ( $p<0,01$ ). Также наблюдаются достоверные различия между показателями остроты зрения правого и левого глаза у девочек 7 лет соответственно  $0,97 \pm 0,19$  и  $1,13 \pm 0,30$  ( $t=2,21$ ;  $p<0,05$ ).

При нагрузках в процессе школьного обучения частота  $\alpha$ -ритма снижается, выраженность его уменьшается и увеличивается выраженность колебаний типа  $\theta$ . Колебания этого типа в состоянии покоя наблюдаются у взрослых только при патологической активности подкорковых структур или при резко выраженных эмоциональных состояниях. Их наличие в ЭЭГ во время спокойного бодрствования у здоровых детей – результат возрастной специфики корково-подкоркового взаимодействия, результат меньшей, чем у взрослых, степени подавляющего воздействия коры на подкорковые структуры (А.Г. Хрипкова, М.В. Антропова, 1982).

Регуляторная система фаз повышенной и сниженной работоспособности клеток коры головного мозга у человека – проявление саморегулирующей системы. Подобные циклические изменения характерны для начальных стадий напряжения, когда отдых в работе способствует нормализации деятельности. Возрастающие нагрузки приводят к нарушению саморегулирующей системы. Отдых не способствует восстановлению нормальной деятельности функциональной системы и развивается состояние, облегчающее развитие информационной патологии ВНД. Характер изменений физиологических реакций учащихся в процессе их адаптации к учебным нагрузкам в значительной мере зависит от основных свойств ВНД и от индивидуальных особенностей. К 9 годам у мальчиков и 9,5 годам у девочек острота зрения увеличивается. Фиксирование объекта в пространстве не вызывает чрезмерного напряжения, а следовательно, способствует адаптации к нагрузке на анализаторы. Такое положение сохраняется у мальчиков до 12 лет и до 11 лет у девочек, что подтверждает вывод Д.Г. Хрипковой, М.В. Антроповой (1982) о доминирующей форме активности коры головного мозга у детей 10-12 лет  $\alpha$ -ритма, характеризующей состояние покоя. Период оптимального восприятия внешней информации нарушается в период полового созревания.

После подъемов остроты зрения в предпубертатный период идет такой же резкий и продолжительный спад, связанный, на наш взгляд, с увеличением нагрузки на организм вообще и зрительные анализаторы в частности в период полового созревания. У мальчиков он характеризуется снижением остроты зрения правого глаза в 13,5 года до  $1,1 \pm 0,23$  ( $t=2,658$ ,  $p<0,05$ ), а левого до  $1,16 \pm 0,28$  ( $t=1,441$ ,  $p>0,05$ ). Острота зрения левого глаза уменьшается более плавно, и значительное ее снижение наблюдается лишь в 14 лет, когда она равна  $1,12 \pm 0,28$  ( $t=2,047$ ,  $p<0,05$ ). Этот спад длится до 15,5 лет, острота зрения правого и левого глаза в этот период соответственно равна  $1,04 \pm 0,22$  и  $1,07 \pm 0,30$ . Острота зрения в возрасте от 14 до 15,5 лет практически не меняется ( $t=1,395$ ,  $p>0,1$ ,  $t=0,914$ ,  $p>0,1$ ). Обнаруживается, что изменения совпадают с закономерным усилением

подкорковой активности в 12-15 лет, вызванной половым созреванием (Д.Г. Хрипкова, М.В. Антропова, 1982).

С 15 до 17 лет у девочек существенных изменений остроты зрения не обнаружено, что вероятнее всего говорит об окончании внутренних перестроек организма. Воздействие со стороны окружающей среды не оказывает повреждающего эффекта на зрительные анализаторы и, следовательно, наступает стабилизация их функций.

Следует отметить, что колебание остроты зрения правого глаза в онтогенезе более выражено, чем левого. Это является следствием того, что правый глаз, будучи доминантным, при восприятии окружающего мира испытывает большие нагрузки.

Из общего числа обследованных детей и у мальчиков, и у девочек 54% составляет группа детей с правым ведущим глазом, 40% – с левым, у 6% – ведущий глаз не выявляется. Однако в процессе онтогенеза наблюдаются инверсионные явления доминирующего глаза.

К 4 годам латерализация функций зрительного анализатора у детей уже четко выражена. У мальчиков этого возраста 66% составляет группа с правым ведущим глазом, 17% – с левым, и у 17% ведущий глаз определить не удастся. У девочек в 4 года 70% составляет группа с правым ведущим глазом, 20% – с левым, и у 10% ведущий глаз не выявлен.

Преобладание функций правого глаза над левым в этом возрасте достоверно. У большинства людей ведущим глазом является правый, скорее всего потому, что левое полушарие принимает участие в обработке вербальной информации. Так, при восприятии образов, попадающих в поле зрения, больше зрительных импульсов формируются в носовых зонах сетчатки, а так как от них эти импульсы передаются в контрлатеральные полушария, то информация об образах, попадающая в правый глаз, лучше перерабатывается в левом полушарии, а если в левый, то в правом. Поскольку левое полушарие доминирует в обработке вербального стимула, отмечается преобладание функций правого глаза.

С 4 лет происходит постепенное уменьшение количества детей с правым ведущим глазом за счет увеличения группы с доминирующим левым глазом.

Значительное уменьшение количества детей с правым ведущим глазом отмечается в 6 лет, проявляющееся при резком возрастании (75%) левой доминанты.

Выраженная латерализация зрительной доминанты определяется у мальчиков в возрасте около 16 лет, у девочек несколько раньше (в 15 лет), что, вероятно, является свидетельством закономерных изменений состояния организма под воздействием полового созревания. Таким образом, зрительная асимметрия отражает общие процессы развития и функционирования организма.

Результаты, полученные с помощью теста «Подзорная труба» у детей до 10-11 лет, существенно отличаются от тех, которые получены предыдущим методом. Однако с 12 лет количество лиц с доминантой правого и левого глаза совпадают. Сопоставление собственных и литературных данных дает основание для утверждения о нецелесообразности использования теста «Подзорная труба» в ювенальном периоде и информативности его в пубертатном и постпубертатном периодах.

Изучение монокулярного глазомера (с расстояния 1 м) позволило выявить увеличение точности выполнения задания как правым, так и левым глазом. Асимметрия монокулярного глазомера снижается до возраста 12-13 лет (и у мальчиков, и у девочек). Дальнейшие колебания показателя асимметрии не достоверны ( $p > 0,05$ ).

Если по всем описанным испытаниям доминантный глаз фиксируется в определенной позиции (либо правый, либо левый), то по остроте зрения наблюдается увеличение процента лиц, проявляющих ассиметрию. По всей видимости, несмотря на доминантность либо субдоминантность, оба глаза должны обладать достаточной остротой, и окружающая среда способствует этому. В ряде работ (Б.Г. Ананьев, 1980 и др.) отмечалась возможность переучивания леворуких и амбидекстров письму правой рукой, если ведущим по зрению является правый глаз. Это объясняется тем, что зрительно-моторная координация осуществляется легче при взаимодействии зон одного полушария, чем при межполушарном взаимодействии. Вместе с тем фенотипическая изменчивость доминирующего глаза, на наш взгляд, усложняет процесс определения возможностей переориентации на доминантность другой руки и требует экспериментального обоснования выбора оптимального возраста.

Изучая успеваемость школьников, американские ученые пришли к выводу, что она во многом зависит от того, с какой стороны от учителя сидят ученики («Знание – сила». – 1984. – N1. – С.49). «Те, кто сидит слева, явно не успевают, в центре – демонстрируют неплохие способности, справа – ходят в середняках».

Как известно, процесс обучения – двухсторонний процесс. В нем участвует не только учитель, но и ученик. Поэтому асимметричность функционирования органов чувств наверняка оказывает влияние на восприятие объема информации. Эта гипотеза подтверждается в исследованиях ряда авторов и нашими собственными данными.

Б.Ф. Ломов (1991) доказал, что праворукие лучше идентифицируют слова, если они появляются справа, а не слева от точки фиксации взора. Аналогичные данные получены А.Ф. Пахомовым и А.М. Измальцевым (1963): «Приборы, расположенные в правой половине, более благоприятны для обнаружения и считывания показателей».

Подобное распределение идентификации приводит к необходимости больше внимания уделять левой половине носителя информации.

Наши собственные данные, полученные при изучении поведения (или состояния) учеников 9-10 лет, подтверждают основные положения выводов американских психологов. Из 720 обследованных учеников выявлено 66 отличников и 54 слабоуспевающих. Из отличников в левом ряду располагалось 18,17%, в среднем – 59,09% и правом – 22,73%; из слабоуспевающих, соответственно, 42,3%, 20,37%, 33,33%. Следовательно, наиболее «благополучными» являются средний и правый ряды. Более углубленное рассмотрение расположения учащихся с «ведущим» правым и левым глазом по бификсации Розенбаха позволяет уточнить одну из причин подобного явления.

Большее число хороших учеников вне зависимости от доминирующего глаза находится в среднем ряду. Нам представляется, что именно этот ряд удовлетворяет как правой по зрению, так и левой. В левом ряду, требующем большего напряжения правого глаза, почти не встречаются (1,51%) отличники с эффектом доминантности левого глаза, тогда как с «ведущим» правым глазом их 16,67%. В правом ряду закономерность повторяется в обратном порядке, хотя это не так сильно выражено.

Слабоуспевающие дети с доминирующим левым глазом располагаются в основной массе в левом (40,47%) и среднем (11,11%) рядах.

Анализ полученных данных свидетельствует о том, что в младших классах одним из определителей успеваемости является соответствие расположения ученика функциональным особенностям его зрения.

## 2.6. Становление индивидуального профиля асимметрии

Целью данного фрагмента исследования являлось установление закономерностей становления асимметрий, развития профиля асимметрий в онтогенезе.

С точки зрения познания закономерностей становления асимметрий имеет значение количество детей, попадающих в группы с разным уровнем асимметрии. Кроме того, было бы интересно проверить гипотезу ученых о том, что 25% людей рождаются выраженными правшами и левшами, а 50% – амбидекстрами. Условно по каждому показателю асимметрии выделены следующие группы:

- 1) левши ( $A_c =$  от  $-1$  до  $-0,5$ );
- 2) амбидекстрики, склонные к левшеству ( $A_c =$  от  $-0,49$  до  $-0,25$ );
- 3) амбидекстрики ( $A_c =$  от  $-0,24$  до  $+0,25$ );
- 4) амбидекстрики, склонные к правшеству ( $A_c =$  от  $0,25$  до  $0,5$ );
- 5) правши ( $A_c =$  от  $0,51$  до  $1$ ).

Динамика количества попадания в различные группы по мануальной асимметрии характеризуется постепенным уменьшением наполняемости групп левшей, левшей, склонных к амбидекстрии, и амбидекстров, в связи с чем можно говорить о влиянии стандартов письма и рисования как составных частей «праворукой культуры» на дрейф асимметрии рук в сторону правшества. У детей (с 9 лет у мальчиков и с 10 лет у девочек) левая рука задействуется гораздо реже, нежели правая. Более того, наблюдается также и резкое уменьшение амбидекстриков.

Однако влияние условий жизни на увеличение частоты применения правой стороны свойственно только для мануальных действий. По применяемости ног сдвиг происходит и у девочек и у мальчиков в сторону увеличения количества амбидекстров. Особенно наглядно это отмечается у мальчиков, у которых к 11 годам ячейки на таблице с показателями, означающими правшество и левшество, освобождаются совсем. У девочек в 8-11 лет закономерность нарушается.

Выпадение группы девочек из проявляющихся закономерностей в возрасте 9-11 лет, на наш взгляд, является следствием явления дестабилизации закономерностей развития асимметрии вследствие полового созревания. Известный факт более раннего полового созревания девочек по сравнению с мальчиками лишь подчеркивает правильность данного вывода.

В отношении проявления двигательной асимметрии туловища и асимметрии глаз отмечается отсутствие групп с промежуточным проявлением амбидекстрии. Уже к 6-летнему возрасту у детей обнаруживается установившаяся позиция относительно ведущей стороны тела и ведущего глаза. При этом в применяемости туловища у мальчиков на начальном этапе изучаемого промежутка онтогенеза фиксируется большее количество амбидекстров, что в дальнейшем сохраняется. У них же наблюдается и увеличение количества лиц с правой латеральной доминантой при снижении числа лиц с левой латеральной доминантой. У девочек эта закономерность повторяется, однако количество лиц с правосторонней доминантой увеличивается большими темпами.

Тот факт, что в среднем приспособленность лиц женского пола к существующим условиям жизни более высока, чем лиц мужского пола, на наш взгляд, определяет данное явление.

Интересно, что закономерные изменения, наблюдаемые по наполняемости групп у мальчиков и у девочек, практически повторяются и при рассмотрении распределения групп по асимметрии глаз. При этом выявленное по туловищу проявление полового диморфизма повторяется в точности.

Таким образом, можно констатировать, что при формировании асимметрии взаимодействуют три основополагающих фактора:

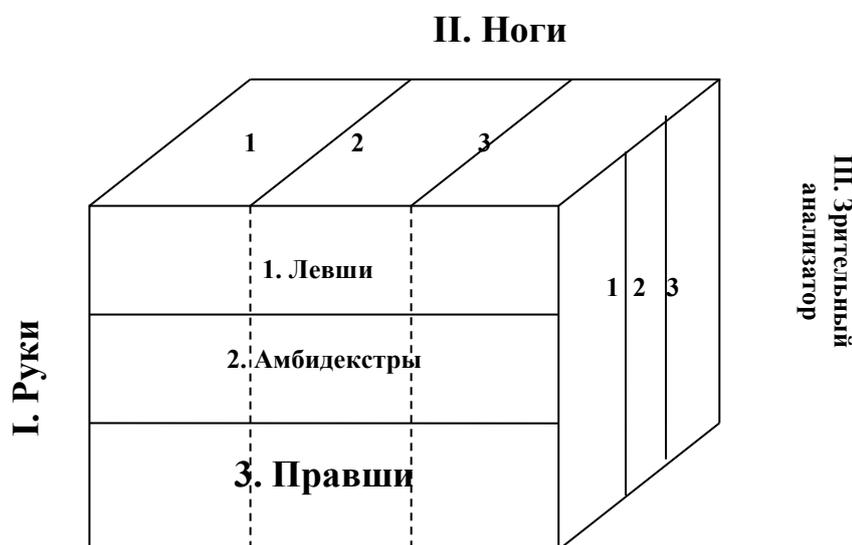
- 1) генетическая предрасположенность к преимущественному использованию одной стороны тела;
- 2) средовое влияние, направленность которого определяется праворукой культурой общества, которая, в свою очередь, формирует стандарты письма и рисования;
- 3) применяемость части тела для выполнения циклических действий, приводящих к формированию амбидекстрии за счет равномерного их использования при движении.

С точки зрения организации воздействия на формирование амбидекстрии или правшества представляет интерес еще два фактора:

- 1) профиль формирования асимметрии человека;
- 2) устойчивость асимметрий человека в различных возрастных группах.

Рассмотрение первого вопроса подтверждается мнением ряда авторов, сопрягающих возможности обучения леворуких детей письму правой рукой с ведущим глазом. В связи с совпадением закономерностей наполнения групп по зрительному анализатору и туловищу позволим опустить анализ взаимодействия асимметрий с асимметрией туловища.

Все многообразие изученных проявлений асимметрии можно классифицировать, разместив их в ячейках, создаваемых кубической решеткой, на сторонах которой отложены группы по применяемости руки, ноги и зрительного анализатора (рис. 19).



*Рис. 19. Кубическая система классификации функциональных асимметрий.*

Таким образом, по наполняемости групп, определяемых по формированию «рука-нога-ведущий глаз», можно выделить 27 теоретически возможных комбинаций, позволяющих анализировать проявление асимметрий в разных местах тела. При этом выраженное левшество будет попадать в ячейки I.1, II.1,

III.1; а выраженное правшество – I.5, II.5, III.5. Многообразие природы асимметрий и факторов, ее определяющих, приводит к тому, что из 27 теоретически возможных комбинаций остаются незаполненными только три, имеющие формулы: 1.1.1 (левая-левая-левая), 1.2.1 (левая-амбидекстрия- левая), 1.3.1 (левая-правая-левая). Таким образом, можно сделать заключение, что природа использует 88,9% из числа определенных нами вариантов, а все неиспользуемые формулы не менее двух раз предлагают проявление левосторонней доминанты (табл. 5).

Таблица 5

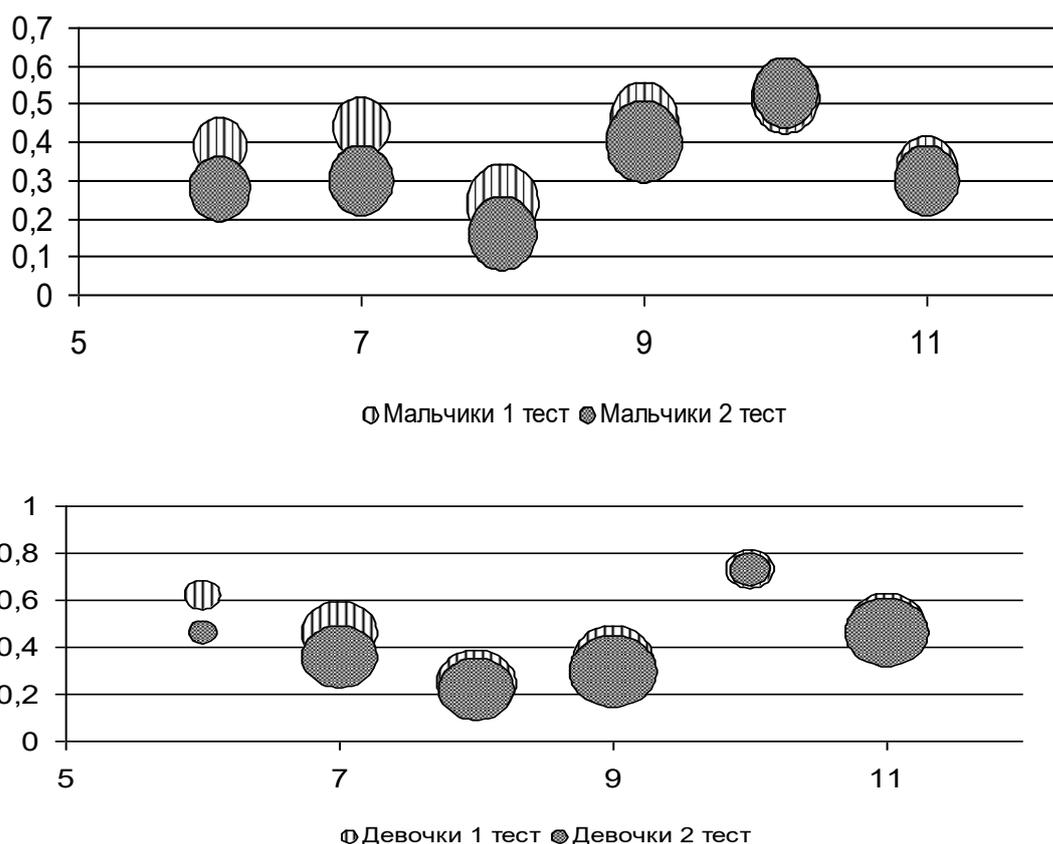
**Наполняемость групп, определяемых по формированию  
«рука - нога - ведущий глаз»**

Части тела			Формула	%
Рука	Нога	Ведущий глаз		
левая	левая	левая	1.1.1	0
левая	левая	амбидекстрия	1.1.2	0,9
левая	левая	правая	1.1.3	1,7
левая	амбидекстрия	левая	1.2.1	0
левая	амбидекстрия	амбидекстрия	1.2.2	1,7
левая	амбидекстрия	правая	1.2.3	0,9
левая	правая	левая	1.3.1	0
левая	правая	амбидекстрия	1.3.2	1,7
левая	правая	правая	1.3.3	2,6
амбидекстрия	левая	левая	2.1.1	1,7
амбидекстрия	левая	амбидекстрия	2.1.2	0,9
амбидекстрия	левая	правая	2.1.3	0,9
амбидекстрия	амбидекстрия	левая	2.2.1	5,2
амбидекстрия	амбидекстрия	амбидекстрия	2.2.2	9,5
амбидекстрия	амбидекстрия	правая	2.2.3	6,1
амбидекстрия	правая	левая	2.3.1	1,7
амбидекстрия	правая	амбидекстрия	2.3.2	5,2
амбидекстрия	правая	правая	2.3.3	0,9
правая	левая	левая	3.1.1	1,7
правая	левая	амбидекстрия	3.1.2	3,5
правая	левая	правая	3.1.3	0,9
правая	амбидекстрия	левая	3.2.1	7,0
правая	амбидекстрия	амбидекстрия	3.2.2	13,0
правая	амбидекстрия	правая	3.2.3	7,8
правая	правая	левая	3.3.1	2,6
правая	правая	амбидекстрия	3.3.2	13,0
правая	правая	правая	3.3.3	8,7

Наиболее встречаемыми вариантами являются формулы 3.3.2 (13,0 %), 3.2.2 (13,0 %), 2.2.2 (9,5 %). Четко выявляется, что основным определителем взаимосвязей асимметрии является мануальное доминирование, что приводит к большому количеству вариантов формул, начинающихся с третьей позиции (всего 58,2 %).

Нами обнаружено, что 32,1% вариантов начинаются с цифры 2, тем самым подчеркивая, что амбидекстрия рук в сопряжении с другими асимметриями проявляется чаще, чем леворукость. Нам не удалось обнаружить подобные факты в исследованной литературе.

Для выяснения устойчивости проявлений асимметрии было проведено тестирование тех же испытуемых по истечении одной недели. Выстроенный полигон значений  $x \pm \sigma$  первого и второго тестирования отчетливо показывает (рис. 20) стабилизацию проявления асимметрий к 10 годам как у мальчиков, так и у девочек.



**Рис. 20. Возрастная динамика показателя асимметрии по значениям  $x \pm g$**

Это доказывается практически полным взаимоналожением показателей. Одновременно можно отметить, что у девочек стабилизация проявлений асимметрии достаточно четко проявляется уже к 8-летнему возрасту.

Полученные по данному разделу исследования факты позволяют резюмировать:

1. Возрастная динамика мануальной асимметрии характеризуется возрастанием праворукого доминирования. Это явление более наглядно проявляется у юношей. Двигательная асимметрия ног с возрастом уменьшается, что, по всей видимости, обуславливается процессами совершенствования и интенсивного использования таких движений, как ходьба и бег.

2. В доминировании глаза и стороны туловища с возрастом наблюдается установление позиции доминирования либо правой, либо левой стороны, в противоположном случае достаточно выражено проявляется амбидекстрия. Проявление амбидекстрии, склонной к левшеству или правшеству, не обнаруживается.

3. По уровню асимметрии возможно выделение следующих групп:

- 1) левши ( $A_c =$  от  $-1$  до  $-0,5$ );
- 2) амбидекстрики, склонные к левшеству ( $A_c =$  от  $-0,49$  до  $-0,25$ );
- 3) амбидекстрики ( $A_c =$  от  $-0,25$  до  $+0,25$ );
- 4) амбидекстрики, склонные к правшеству ( $A_c =$  от  $0,25$  до  $0,5$ );
- 5) правши ( $A_c =$  от  $0,51$  до  $1$ ).

4. Динамика количества попаданий в различные группы по уровню мануальной асимметрии характеризуется постепенным уменьшением наполняемости групп левшей, левшей, склонных к амбидекстрии, и амбидекстриков, в связи с чем можно утверждать о влиянии «праворукой культуры».

5. При формировании асимметрий выделяются как минимум три фактора, влияющих на исход адаптации:

- 1) генетическая предрасположенность;
- 2) средовое влияние;
- 3) применяемость части тела для выполнения циклических движений.

6. Из числа возможных комбинаций соотношений изученных нами асимметрий обнаруживается реализация 88,9% вариантов. Наиболее встречаемыми вариантами является формула, при которой проявляются различные варианты соотношений правшества (58,2%).

Обнаружено, что в 32,1% используются формулы асимметрий, связанные с проявлением мануальной амбидекстрии, что значительно больше случаев проявления левшества.

7. К 10 годам у детей отчетливо устанавливаются позиции проявления асимметрий. У девочек процесс стабилизации происходит чуть раньше и плавней, чем у мальчиков.

## 2.7. Профиль межполушарной асимметрии и двигательные предпочтения

«Исследование двигательного развития человека весьма актуально, так как в моторной организации отражается целостная характеристика личности при неповторимой индивидуальности» (С.И. Карчикян, 1947). Состояние гармонии человека как нечто целостное обнаруживается в рамках такого явления, которое, во-первых, служит системоформирующим фактором для человека как целостной системы, и, во-вторых, исполняет роль главного регулятора нашего поведения. Есть все основания утверждать, что такой регулятор актуализируется на базе функций полушарий головного мозга человека, о чем еще в 60-е годы писал Б.Г.Ананьев и что сейчас трудно оспорить.

Накопленные знания о специфике работы обоих полушарий головного мозга и закономерностях их взаимодействия подтверждают основное положение теории, согласно которой в осуществлении любой психической функции принимает участие весь мозг в целом, но роль разных мозговых структур и разных полушарий неоднозначна. Ни одно из полушарий не может рассматриваться как доминирующее по отношению к любой функции. Каждое полушарие «доминирует» по свойственному ему принципу работы, по тому вкладу, который оно вносит в общую мозговую организацию психики. А.Р. Лурия (1969) писал: «Мы должны отказаться от упрощенных представлений, согласно которым одни (речевые) процессы осуществляются только левым полушарием, а неречевые – правым (у правшей)... существует тесное взаимодействие обоих полушарий, причем роль каждого может меняться в зависимости от задачи, на решение которой направлена психическая деятельность и структура ее организации».

В онто- и филогенезе живого существа наблюдается постепенное нарастание полушарной асимметрии, наибольшее выражение которой достигается в зрелом возрасте. Потом полушарная асимметрия постепенно нивелируется. Можно сказать, что развитие человека идет от правополушарного аспекта психики (у младенца оба полушария функционируют как единое целое, в основном по принципу правого полушария) к левополушарному, а от него – «к полушарному синтезу» (А.Г. Дубов, 1987). Состояние полушарной гармонии предполагает достаточный уровень развития обоих полушарий мозга.

Нормальное формирование нервной системы в онтогенезе определяет формирование мозга и его межполушарных и межсенсорных взаимодействий в условиях нормально поступающих эфферентных влияний. «При депривации каких-либо афферентаций возникают условия нестандартного функционирования, и в результате могут запускаться адаптивно-компенсаторные механизмы нервной системы для восстановления равновесного взаимодействия

организма со средой. Результат таких адаптивных перестроек – организация межсенсорных и межполушарных взаимодействий на ином уровне, что находит отражение в формировании индивидуального профиля асимметрии» (Е.М. Бердичевская, 1999,2004,2005).

Движение – конечный, результативный эффект любой приспособительной реакции, в связи с чем представляет интерес взаимосвязь моторной асимметрии и функциональной асимметрии мозга.

Психофизиологи выделяют 32 типа функциональной организации мозга. Упрощая схему индивидуального профиля функциональной асимметрии полушарий, выделим три основных типа организации мозга:

**Левополушарный тип** – доминирование левого полушария определяет склонность к абстрагированию и обобщению, словесно-логический характер познавательных процессов. Левое полушарие оперирует словами, условными знаками и символами, отвечает за письмо, счет, способность к анализу, абстрактное, концептуальное, двухмерное мышление. При этом информация, поступившая в левое полушарие, обрабатывается последовательно, линейно и медленно. Восприятие левополушарных людей дискретное, аудиальное, интеллект вербальный, теоретический, память произвольная. Интроверты. Для успешной учебной деятельности необходимо соблюдение следующих условий: абстрактный линейный стиль изложения информации, анализ деталей, неоднократное повторение материала, тишина на уроке, работа в одиночку, задания, выполнение которых не ограничено сроками, вопросы закрытого типа. Для них характерна высокая потребность в умственной деятельности. Для левополушарных учащихся наиболее значима правая полусфера, сочетание цветов на доске: темный фон и светлый мел, классическая посадка за партами.

**Правополушарный тип** – доминирование правого полушария определяет склонность к творчеству, конкретно-образный характер познавательных процессов. Правое полушарие мозга оперирует образами реальных предметов, отвечает за ориентацию в пространстве и легко воспринимает пространственные отношения. Считается, что оно ответственно за синтетическую деятельность мозга. Его функционирование обуславливает наглядно-образное, трехмерное мышление, которое связано с целостным представлением ситуаций и тех изменений в них, которые человек хочет получить в результате своей деятельности. Правополушарных людей отличает визуальное восприятие, невербальный, практический интеллект, быстрая переработка информации, произвольная память. Экстраверты. Кроме того, с функционированием правого полушария связывают способность к рисованию и восприятию гармонии форм и цвета, музыкальный слух, артистичность, успехи в спорте. Условия, необходимые для успешной учебной деятельности: гештальт, творческие задания,

эксперименты, музыкальный фон на уроке, речевой ритм, работа в группах, вопросы открытого типа, синтез нового материала, социальная значимость деятельности, престижность положения в коллективе. Для лучшего восприятия информации с классной доски сочетание цветов должно быть следующим: светлая доска – темный мел. Для организации невербального общения правополушарных учащихся в классе их необходимо посадить полукругом.

**Равнополушарный тип** – отсутствие ярко выраженного доминирования одного из полушарий предполагает их синхронную деятельность в выборе стратегий мышления. Кроме того, существует гипотеза эффективного взаимодействия правого и левого полушария как физиологической основы общей одаренности.

Однако врожденные предпосылки – это только исходные условия, а сама асимметрия формируется в процессе индивидуального развития под влиянием социальных контактов, прежде всего семейных.

В последние десятилетия в практике обучения и воспитания произошла смена установок, и дети, демонстрирующие склонность к преимущественному использованию левой руки, перестали подвергаться настойчивому переучиванию. По этой, а возможно и некоторым другим причинам, количество детей и взрослых, активно использующих левую руку, заметно возросло. Асимметрия рукости непосредственно связана с локализацией речевых центров, она нередко служит основанием для определения доминирующего полушария.

В ситуации информационной перегрузки, невозможности выбора жизненно важного решения и внутреннего конфликта происходит запредельное повышение активности левого полушария, сменяющееся его защитным торможением. Торможение происходит тем быстрее, чем более «несвойственно» данное полушарие индивиду, то есть при преобладании естественной для него правополушарной активности. Наоборот, «левополушарные» индивиды более выносливы в плане мыслительного напряжения, но и здесь существует предел, критическая точка под влиянием длительно действующих перегрузок и чрезвычайных обстоятельств. Во всех случаях теряется жизнерадостность, сосредоточенность внимания, появляется чувство утомления и морального дискомфорта, нежелание что-либо делать, преодолевать препятствия. В то же время психические травмы, жизненные и семейные потрясения, испуг, неприятности и волнения способны перевозбудить активность правого полушария, которое начинает бесконтрольно (из-за подавленной активности левого полушария) генерировать беспокойство, тревогу, страхи. Перевозбуждение правого полушария приводит к нарушению биоритмов сна и бодрствования, непомерному расширению сферы неосознанных процессов (кошмарные сны, предчувствие беды). Эффект беспокойства и тревоги искажает

присущие левому полушарию функции сознания и контроля, что делает невозможным анализ и критику происходящих событий. Так формируются навязчивые мысли, опасения и страхи. В свою очередь снижение активности правого полушария проявляется в плохом настроении и печали, расстройстве биоритма сна и бодрствования, ослаблении чувства тела.

Интегрированное межполушарное взаимодействие является основой развития интеллекта и служит для передачи информации из одного полушария в другое. Причем межполушарных связей левого полушария с правым больше, чем правого с левым. Поэтому при активизации левого полушария правое быстрее вовлекается в работу.

Дифференцированное школьное обучение с учетом функциональной асимметрии полушарий головного мозга ребенка – один из самых сложных, но эффективных способов обучения. Он более продуктивен, чем поиск совершенных методов, так как ни один метод не подходит сразу для всех учащихся. Ориентированная на ученика система преподавания, требующая от учителя внимательного отношения к стилям обучения, выходит за рамки метода, за рамки учебника и даже за рамки учителя, так как ориентирована на источник успеха или неуспеха в обучении – на самого ученика. Школьные методики обучения тренируют и развивают главным образом левое полушарие, игнорируя половину умственных возможностей школьника, не учитывают особенностей половой латерализации полушарий, оставаясь бесполовыми и массовыми. Образование в наших школах не только левополушарное, но и академическое, то есть материал преподносится в готовом виде, неоднократно повторяется. В такой системе образования комфортно чувствуют себя левополушарные и равнополушарные девочки, которые быстро становятся отличницами. Правополушарные мальчики оказываются в самом невыгодном положении, более подвержены возникновению школьных неврозов.

Если генетически у ребенка облегчен определенный тип мышления (физиологический субстрат – мозг – устроен таким образом, что данному типу мышления обеспечиваются наилучшие условия), то это не значит, что развивать нужно только его. В различных жизненных ситуациях ребенка необходимо научить пользоваться и тем типом мышления, который является для него менее успешным.

Диагностирование функциональной асимметрии полушарий проводилось по методике И.П. Павлова (1951). Для характеристики типов высшей нервной деятельности И.П.Павлов ввел представление о трех типах: «мыслительном», «художественном» и «среднем», промежуточном. По определению И.П. Павлова, впечатления, ощущения и представления об окружающей внешней среде, как общеприродной, так и социальной, исключая слово, слышимое и видимое, – это

первая сигнальная система действительности, общая у людей и животных. Ее преобладание характерно для людей «художественного» типа. Слово составило вторую сигнальную систему действительности, будучи одним из первых сигналов. Преобладание второй сигнальной системы характерно для «мыслительного» типа. Многочисленные данные о функциональной специализации полушарий головного мозга позволяют соотнести концепцию И.П. Павлова о двух сигнальных системах с особенностями работы полушарий и «распределением» ролей, которое существует в их совместной деятельности.

Известно, что при осуществлении любой психической деятельности принимают участие оба полушария мозга, но каждое выполняет свои функции. В процессе онтогенеза у человека каждое полушарие мозга приобретает все большую специализацию, что особенно проявляется в предпочтительном пользовании правой или левой рукой, в развитии речи, того или иного способа приема и переработки информации. Разделение головного мозга на два функционально неравнозначных органа рассматривается современной наукой как важный фактор адаптации человека к окружающей действительности. Как правило, следствием этого неравенства являются различные виды латеральных предпочтений. Среди латеральных предпочтений наиболее изученной и очевидной является мануальная асимметрия. Ее изучение позволяет определить особенности функционирования не только двигательного аппарата, но и особенности управления двигательной системой со стороны центральной нервной системы.

Асимметрия мозга изучается также в связи с проблемой индивидуализации обучения. Предполагают, что интеллект человека способен развиваться в течение небольшого периода его жизни с 4-5 лет до 8-9 лет. Ученые полагают, что примерно 70-80% способностей человека даны ему природой и только 20-30% – от обучения в социуме.

Доминирование правого полушария с возрастом уменьшается, причем (табл.6) у девочек процент (1,98%) «правополушарных» резко уменьшается уже в 8-летнем возрасте. Доминирование левого полушария, наоборот, возрастает. «Левополушарных» девочек (4,29%) больше, чем «левополушарных» мальчиков (2,64%). Количество детей с равнополушарным типом организации мозга имеет тенденцию с возрастом увеличиваться.

Таким образом, подтверждается тот факт, что развитие человека идет от правополушарного аспекта психики к левополушарному, а от него – к «полушарному синтезу». На наш взгляд, на становление доминирования левого полушария, помимо генетических задатков, влияют школьные методики обучения, которые тренируют и развивают главным образом левое полушарие.

В связи с тем что моторные асимметрии являются внешним отражением латерализации мозга, рассмотрим их взаимосвязи (табл. 7,8).

**Таблица 6.**  
**Возрастное развитие межполушарной асимметрии**

Лет	Девочки			Мальчики		
	Л	П	Р	Л	П	Р
6	1,32	5,28	2,30	4,62	4,95	1,65
7	3,30	5,28	2,97	3,96	4,29	2,30
8	1,98	4,62	2,97	1,65	4,95	3,63
9	3,30	1,65	4,95	1,98	4,62	2,30
10	4,29	1,98	3,63	2,64	3,30	3,30

**Таблица 7.**  
**Количество попаданий девочек в группы по уровню асимметрии и межполушарной асимметрии**

Лет	Группы														
	1			2			3			4			5		
	Л	П	Р	Л	П	Р	Л	П	Р	Л	П	Р	Л	П	Р
6								3,6	0,99		0,99		1,32	0,99	1,32
7							1,32	1,32	1,32	0,33	0,99		1,65	2,64	1,32
8							0,66	1,32	0,33	0,99	1,32	1,65	0,33	2,31	0,99
9							0,66	0,99	0,66	0,99	1,32	1,65	0,33	0,99	1,98
10					0,33			1,32	0,33		0,33	1,32	1,65	2,31	1,98

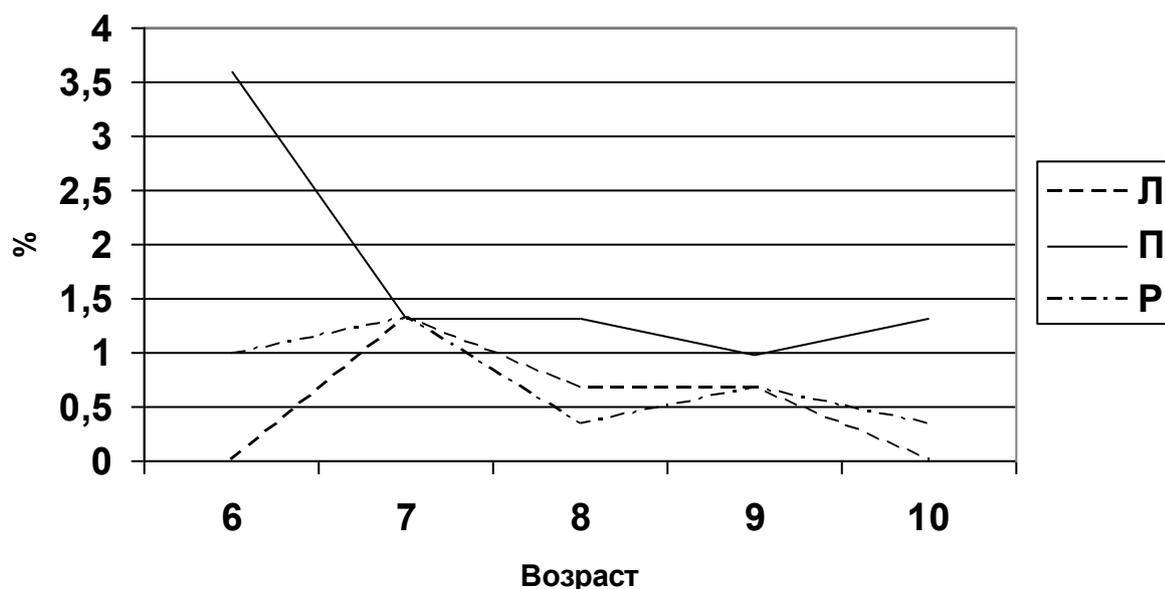
Таблица 8.

**Количество попаданий мальчиков по уровню асимметрии и межполушарной асимметрии**

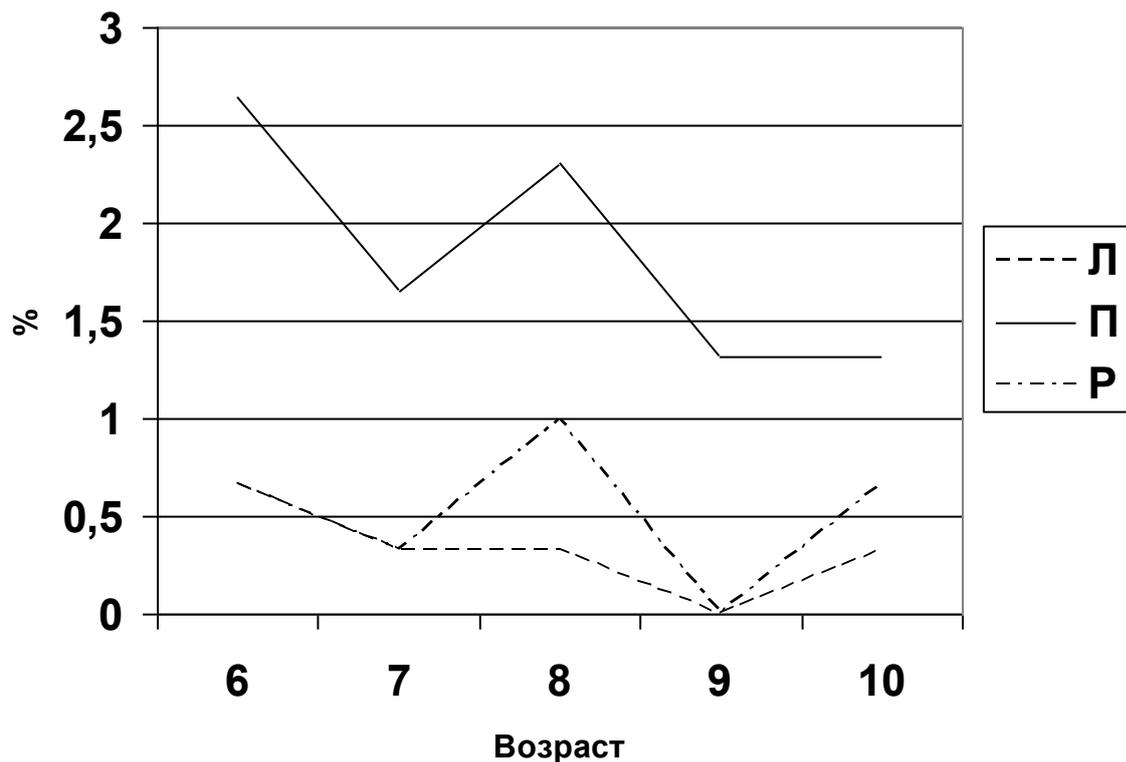
Лет	Группы														
	1			2			3			4			5		
	Л	П	Р	Л	П	Р	Л	П	Р	Л	П	Р	Л	П	Р
6				0,66			0,66	2,64	0,66	1,65		0,66	2,31	0,99	0,33
7							0,33	1,65	0,33	0,66	0,66	1,32	2,64	2,31	0,66
8							0,33	2,31	0,99	0,66	0,66	0,99	0,66	1,98	1,65
9			0,33		0,33			1,32		0,66	0,66	0,33	0,99	2,31	1,65
10			0,33		0,33		0,33	1,32	0,66	0,66	0,66	0,66	1,98	0,99	1,65

*Примечание: Л – левополушарный тип мышления;  
П – правополушарный тип мышления;  
Р – равнополушарный тип мышления.*

Динамика количества попаданий в различные группы по уровню моторной асимметрии и межполушарной асимметрии показывает, что в возрасте от 6 до 10 лет идет преимущественное увеличение наполняемости 3 группы (рис. 21, 22) (амбидекстрики), 4 группы (амбидекстрики, склонные к правшеству) и 5 группы (правши) как у девочек, так и у мальчиков.



*Рис. 21. Возрастная динамика показателя доминирования полушария у девочек 3 группы*



*Рис. 22 . Возрастная динамика доминирования полушария у мальчиков 3 группы*

Наряду с тем, что идет увеличение числа лиц с равнополушарным типом мышления, высок процент представителей с доминированием левого полушария.

Таким образом, отмечается, что у детей с выраженной «рукостью» идет и стабилизация типа мышления. «Там, где нет еще выраженных свойств, отсутствуют связи. Индивидуальность ребенка в начале представляет собой диффузно и динамично изменяющиеся сочетания индивидуальных проявлений, которые лишь в более поздних возрастах мы относим к разным иерархическим уровням» (В.Л. Деглин, 1996)

Наши исследования подтверждают данные авторов о пластичности развития полушарий мозга на ранних стадиях развития и о том, что по мере взросления пластичность полушарий снижается.

## Глава 3.

### Абстрактные симметрии в организме человека

Ряд ученых (Н.В. Дмитриева, 1989, 1990; С.В. Петухов, 1981, 1988; В.Д. Цветков, 1984, 1993, 1999 и др.) подчеркивают, что математические исследования, основанные на анализе симметрии, могут позволить значительно продвинуться в понимании механизмов взаимодействия сложных проблем. Неважно, что заложенные в математическом описании симметрии иногда невозможно представить физически (то есть являются абстрактными), но «они могут указать путь к выявлению новых фундаментальных принципов природы» (В.Л. Демкин, 1996). Если проявления абстрактной симметрии позволяют определить и оценить важнейшие характеристики системы – величину масштаба, степень сохранности и устойчивости, – то данные типы симметрии имеют калибровочное значение.

Из определения понятия «гомеостаз» вытекает, что главная проблема адаптации – постоянство внутренней среды и физиологических констант организма, так как они составляют неперемное условие существования организма. Относительно постоянными параметрами являются артериальное давление, температура тела, свойства плазмы крови и межтканевой жидкости (рН, осмотическое давление, кислотно-щелочное состояние, состав газов и др.). Возможность адаптации системы возникает только в том случае, если она является открытой и может взаимодействовать с внешней средой. Открытость системы может обуславливаться лишь наличием системы самоорганизации обмена веществ и энергии, самовоспроизведения и постоянного взаимодействия с природой. То есть адаптация является следствием фундаментальных свойств жизни и ее эволюции.

Переход от «срочного» к «долговременному» этапу адаптации представляет собой узловой момент адаптационного процесса. Здесь является важным определение соподчинения между двумя взаимосвязанными системами – человеком и средой. Опираясь на понятие «система», важно подчеркнуть, что, в сущности, адаптация представляет собой формирование определенной функциональной доминирующей системы, хотя справедливости ради следует отметить, что наличие функциональной системы само по себе еще не означает устойчивой адаптации. Устойчивая адаптация возникает только в случае увеличения функциональных возможностей системы.

Каковы закономерности, лежащие в основе адаптивного поведения системы «человек»? К сожалению, разрозненность и фрагментарность сведений об этом не

позволяют четко и полно сформулировать их. Развитие науки последних лет убедительно доказывает фундаментальность роли симметрии-асимметрии в познании закономерностей материального мира и его части – человека. Отражение взаимосвязей атрибутов материи в симметрии и асимметрии позволяет рассматривать их как общую категорию познания (С.В. Ан, 1995; В.Г. Болтянский, Н.Я. Виленкин, 1967; Г. Вейль, 1968; В.И. Вернадский, 1966, 1975; М. Гарднер, 1967; В.С. Готт, 1988; А.С. Компонеец, 1978, В.А. Марков, 1977; Н.Ф. Овчинников, 1978; О.В.Трапезов, 1996; Ю.А. Урманцев, 1974 и др.), свойств пространства и времени, которые раскрываются в законах.

Задача вычисления временно-пространственных закономерностей развития человека важна и в плане познания сущности параметров развития форм и функций, и в плане познания сущности взаимодействия организма с окружающей средой. Причем раскрытие этих законов невозможно без анализа свойств пространства и времени под углом единства симметрии-асимметрии, так как операции, связанные со свойствами асимметрии, всегда определяются в системе координат симметрии.

Принцип симметрии играет не только познавательную, но и прогностическую роль в выявлении смысла сохранения гомеостаза, в проявлении пространственно-временных отношений морфологического развития организма и взаимодействия времени и пространства в функционировании человека в окружающей среде.

Анализируя действие принципа симметрии в различных проблемных ситуациях, В.П. Визгин (1991) отмечает два дополнительных момента: с одной стороны, симметрия и ее нарушения выступают как источник проблемной ситуации и одновременно симметрия служит методом ее преодоления, а с другой стороны, априоризация («замораживание» определенного вида симметрии) препятствует разрешению проблемной ситуации. Первым шагом к прояснению проблемы является открытие инвариантности, установление симметричных элементов. В самом общем случае стремление восстановить нарушение симметрии – это путь преодоления проблемной ситуации. Такая эвристическая сила симметрии, как метод выхода из проблемной ситуации, воспринимается как причина закона сохранения симметрии, сформулированного Н.Ф. Овчинниковым (1966) в виде универсального принципа природы и научного познания.

Симметрия означает, что при некоторых преобразованиях сохраняются параметры, свойства и отношения. Сохранение означает тождество, а преобразования (т.е. проявление асимметрии) соответствуют изменениям, которые испытывает тождество. То есть симметрия есть конкретное сохранение.

Путь познания от принципа сохранения к принципу симметрии есть путь восхождения от абстрактного к конкретному.

Единство и борьба симметрии-асимметрии являются одной из движущих сил природы, обеспечивающих процессы жизнедеятельности в биологических системах.

Признаки существования материального мира, функционирующего в соответствии с присущими ему закономерностями, неизбежно приводят к мысли о важной роли законов взаимодействия и законов сохранения. Именно вскрытие этих законов является главной задачей науки. Симметрия позволяет вскрыть закономерности, лежащие в основе законов сохранения, асимметрия же – законов взаимодействия, хотя, конечно, следует признать, что в этом аспекте и существуют некоторые неясности. В частности, выявление симметрии в развитии человека не означает полного познания их законов, так как симметрия отражает лишь определенные стороны пространственной организации.

Существенными системообразующими факторами любого объективного знания и модели выступают идеи симметрии, такие как инвариативность, сохранение, которые затем подвергаются содержательной и эмпирической интерпретации с помощью выявленных отклонений в сторону асимметрии. Т.е. сложный процесс изучения целостных, многоструктурных и полифункциональных структур, образованных одновременным взаимоналожением и взаимодействием множества переменных факторов, возможен при анализе глубокого внутреннего переплетения симметрии (сохранения) и асимметрии (изменения).

Основная цель данного фрагмента исследования определена как выявление сохраняющихся в покое признаков человека при изменении возраста и тренированности, то есть определение себеэквивалентных и себетождественных величин.

Одной из ведущих проблем современной биологии и медицины является изучение закономерностей процесса адаптации при воздействии на организм возмущающих внешнесредовых факторов. Единый процесс адаптации обеспечивается взаимодействием адаптивных и гомеостатических механизмов регуляции. Адаптивные и гомеостатические механизмы выступают как противоположности и дополняют друг друга до гармонически взаимодействующей пары. Первые механизмы переводят жизнедеятельность организма на новый уровень функционирования, вторые стабилизируют достигнутое состояние (А.С. Компонеев, 1978; Ю.А. Урманцев, 1974). При этом, как отмечают В.М. Калинин (1996) и другие авторы, гомеостатические механизмы находятся между собой в сложных взаимоотношениях, в результате

которых взаимообусловленность и взаимозависимость обеспечивают системный интегральный характер приспособительного акта. Становление и функционирование замкнутого контура саморегуляции определяет благоприятные условия для дальнейшего совершенствования организма, ибо гомеостазис обеспечивает возможность многократных внешнесредовых воздействий, способность сохранения и накопления полезных следов этих воздействий в структуре организма и в итоге – постепенных изменений этой структуры.

Способность организма реагировать на различные факторы внешней среды и поддерживать при этом оптимальное постоянство внутренней среды является филогенетически выработанным свойством организма (П.К. Анохин, 1973; Б.А. Никитюк, 1993; А.Г. Хрипкова, М.В. Антропова, 1982 и др.).

Как известно, одним из принципов поведения системы является консерватизм поведения, что подразумевает стремление сохранить привычное, оптимальное состояние, которое может быть определено индивидуумом самостоятельно или получено в виде наследственной информации. Самым показательным примером консерватизма организма человека является гомеостаз, который выражается в постоянстве ряда важнейших параметров, определяющих возможность выживания. Постоянство или инвариантность показателей обнаруживаются важнейшим атрибутом симметрии. Следовательно, изучение проявлений симметрии позволяет определить закономерности гомеостаза, лежащие в основе выживания человека как устойчивой системы (сохранение внутренней структуры, строения, порядка функционирования). Симметричные проявления в организме отражают степень оптимальности функционирования системы, так как организм имеет оптимально возможную конструкцию по отношению к экономии материала и расходуемой энергии, необходимой для выполнения заданных функций (И.Ф. Образцов, М.А. Ханин, 1989). С данным утверждением согласуются выводы и других ученых (Р. Розен, 1969 и др.).

Но идея оптимальности, или экономичности, имеет оговорку: экономические затраты должны расчетливо обеспечивать нормальное функционирование системы (И.Ф. Образцов с соавт., 1986; и др.). Здесь мы вплотную подходим к понятиям энтропии и асимметрии. Любая гомеостатически устойчивая биологическая система допускает некоторые пределы отклонений от идеального значения величины, характеризующего меру ее приспособления к среде. Это означает, что характеристика системы может быть объективной, если определяется не только симметричность форм и функций (устойчивость), но и изменчивость гомеостатических приспособлений, то есть гомеорезус.

Гомеостаз следует рассматривать как результат синергизма и самоорганизации, так как в результате сотрудничества разных систем организма происходит либо поддержание оптимального состояния, либо переход к лучшему для данных условий состоянию деятельности функций. Изучение проблемы гомеостаза при мышечной деятельности актуально еще и потому, что состояние внутренней и внешней среды связано не только с работоспособностью человека, но и с такими физиологическими представлениями, как утомление, восстановление, профилактика предпатологических и патологических состояний.

Процессы адаптации к условиям внешней среды «характеризуются специфическими и неспецифическими чертами перестройки жизнедеятельности организма. Специфические процессы обеспечивают гомеостатическую регуляцию жизнедеятельности» (Н.А. Агаджанян, 1983), неспецифические же процессы связаны с энергетическим и пластическим обеспечением гомеостаза. Специфические процессы, отвечающие за выживание, являются более симметричными, то есть более устойчивыми. Неспецифические процессы также могут быть симметричными, но в данном случае симметрия выступает как частный случай асимметрии, энтропии.

Определяя симметричные функции, мы стремимся выявить общие закономерности, характерные для любой живой системы; определяя асимметрии, мы выявляем эффективность жизнеобеспечивающих механизмов, а также частных проявлений адаптации механизмов, обеспечивающих выживание.

Асимметричные изменения симметричных функций целесообразны только тогда, когда индивидуальные возможности адаптации адекватны воздействиям внешней среды.

Совокупность неравенств функций противоположных частей симметричных органов человека определена Н.Н. Брагиной и Т.А. Доброхотовой (1994) как функциональные асимметрии. А.А. Логинов (1975) понимает под функциональной асимметрией «постоянно встречающиеся явления различий по характеру и интенсивности деятельности симметричных органов и частей тела под влиянием асимметричной нагрузки на них (асимметричных требований)». Подобный подход предлагает распределение асимметрий по признаку причинности появления. Поэтому автор вводит новое понятие «асимметрия функций», под которым подразумевается преимущественное участие одного из симметричных органов или частей тела в данном процессе при равно возможном выборе для его осуществления («равной нагрузке, симметричных требованиях»).

Несомненно, применяемый А.А. Логиновым термин имеет под собой основания, но вызывает ряд замечаний и вопросов. Среди причин появления асимметрий взаимоналожение двух переменных, а именно генетического и

средового влияния, сомнений не вызывает. Но при конкретном проявлении асимметрии определение доли участия этих факторов является сложной задачей, и поэтому подобное разделение больше имеет теоретическое, чем практическое значение. Кроме того, применение термина «асимметрия функций» только к симметричным органам или частям тела значительно сужает возможности изучения феномена в связи с тем, что признаки ряда функций в состоянии покоя себестождественны, следовательно, подчиняются законам динамической и цикловой симметрии. Поэтому термин «асимметрия функций» более подходит для обозначения отклонений от константы функций в покое при срочной адаптации. Исходя из вышесказанного, мы склонны согласиться с определением Н.Н. Брагиной и Т.А. Доброхотовой (1994) в части определения понятия «функциональная асимметрия» и вложить в понятие «асимметрия функций» новое содержание. Под «асимметрией функций» понимается отклонение показателей деятельности функции от константного признака функции под воздействием среды.

При этом отдельные показатели форм и функций организма не позволяют оценить совокупное состояние системы. Поэтому необходим простой, эффективный интегральный показатель, который обнаруживается при системно-симметричном подходе к изучению организма. Данный показатель позволяет суммировать все локальные признаки в один параметр количественной оценки.

### **3.1. Симметрия гомеостаза покоя**

Содержание понятия «симметрия» позволяет утверждать, что если формы и функции себестождественны, то проявляется устойчивость. Главным условием и производным устойчивости биологической системы является жизнь, то есть сохранение жизни (устойчивость и себестождественность) является признаком симметрии. Симметрия целого формируется и проявляется в симметрии его составляющих.

Себестождественность абсолютных значений форм и функций представляет собой симметрию абсолютную. Проявление такого уровня симметрии наблюдается при рассмотрении структуры белка, составляющего основу жизни. Как известно из многочисленных исследований, цепочка молекул ДНК состоит из четырех типов мономеров-нуклидов. В свою очередь, в состав нуклидов входят три компонента, связанные прочными химическими связями: 1 – азотное основание, 2 – углевод (дезоксирибоза), 3 – остаток фосфорной кислоты. Азотные основания – это пурины, имеющие двойное углеродно-азотное кольцо, и

пиридин, имеющие одно такое кольцо. Пурины представлены аденином (А) и гуанином (Г), пиридин – тимин (Т) и цитозин (Ц).

Особенностью нуклидового состава ДНК является равенство пуриновых и пиридиновых оснований: число адениновых нуклидов равно количеству тимидиловых, а количество гуаниловых равно числу цитидиловых (А=Т, Г=Ц). То есть налицо симметрия тождества, причем она подтверждается и тем, что в цепи напротив А всегда стоит Т, и наоборот. Точно таким же образом взаимосвязаны Г и Ц. Симметрия формы приводит к устойчивости (симметрии) свойств белка, так постоянство составляющих обуславливает постоянство молекулярного веса.

Проявление симметрии себестожденности по принципу взаимосвязей симметрий требует проявления и симметрий более высокого порядка. Из рассуждений вытекает, что кроме симметрии себестожденности существует симметрия, определяемая как тождественность взаимоотношений между формами и функциями. Резонно предположить, что если взаимосвязь между геометрической и динамической симметрией в природе доказывается, то доказуемо и наличие симметрии более высокого порядка.

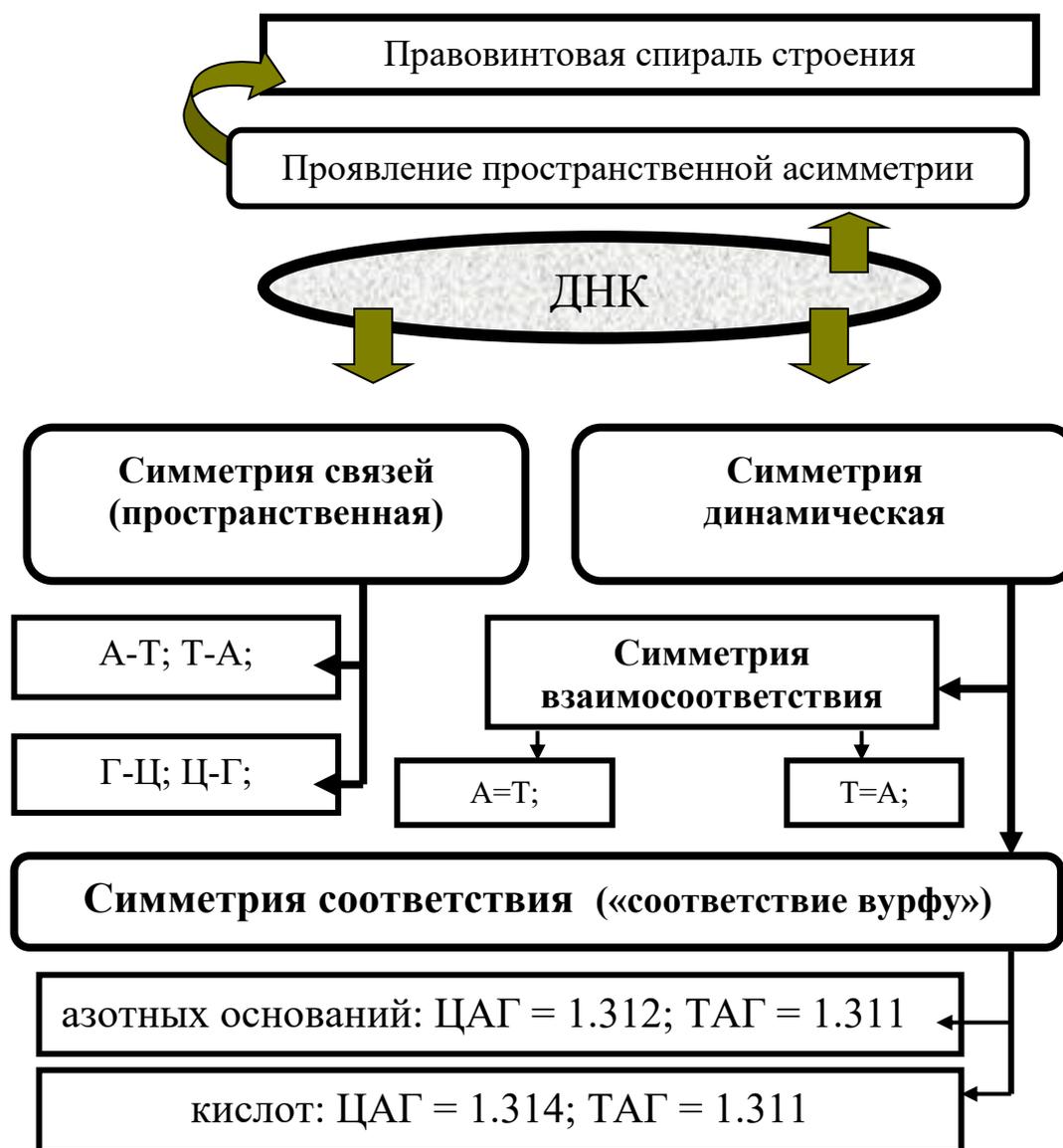
Рассмотрим гипотезу в свете строения белка как основы живого организма. Эта симметрия проявляется в соответствии соотношения атомных весов цитозина, аденина и гуанина значению «золотого вурфа» (рис. 23):

$$W = \frac{(111+135)(135+151)}{135(111+135+151)} = 1,312.$$

Отклонение от идеального значения вурфа составляет 0,285%. Подобным же образом соотносятся тимин, аденин и гуанин. Здесь вурф равен 1,311, отклонение от идеального значения составляет 0,3%. Более того, по принципу симметрии соотносятся молекулярные веса цитозиновой (306), адениновой (351) и гуаниновой (366) кислот, в основании которых лежат соотносимые по правилу вурфа компоненты. И здесь вурф равняется 1,312 и отклонение такое же, как и в азотных основаниях.

Существование симметрии в любом явлении живого мира невозможно без проявления его антипода – асимметрии.

В конкретном случае асимметрия проявляется в наличии только правовинтовой структуры ДНК. Молекула ДНК по форме сходна с винтовой лестницей и закручена вправо. В природе нет левовинтовых молекул ДНК, хотя ни один из фундаментальных законов физики не исключает их существование.



*Рис. 23. Проявление симметрии – асимметрии в строении ДНК (дезоксирибонуклеиновая кислота)*

Обратимся к анализу функций в состоянии покоя, так как именно такое состояние характеризуется отсутствием выраженных проявлений специфической активности и одновременно обеспечивается необходимый (оптимальный) уровень обмена веществ для поддержания жизненных процессов. То есть это исходное состояние, обеспечивающее готовность организма к ответу на возмущающее воздействие внешней среды. В состоянии покоя проявляется оптимум в деятельности функций.

В структурах белковых молекул выделяют первичную, вторичную и третичную структуры. Первичная определяется порядком чередования аминокислот в цепи, спираль, состоящая из равномерных витков – вторичная структура, спираль вторичной структуры укладывается в клубок и определяется как третичная структура.

Многими авторами (О.Г. Бать, М.А. Ханин, 1984; Н.Н. Воронцов, Л.Н. Сухорукова, 1991 и др.) подчеркивается следующая закономерность: чем выше структурный уровень, тем слабее химические связи, поддерживающие их. Связи вторичной, третичной и более высоких уровней крайне чувствительны к условиям внешней среды. Так, под воздействием температуры молекула белка разрушается до первичной, исходной структуры (денатурация). Именно фактом денатурации объясняется невозможность белковой жизни в условиях, отличных от комфортного состояния температурных режимов.

Анализ научной литературы показывает: способность сохранить устойчивость и себестождественность (симметрию) является важнейшим условием жизни белка и равно жизни всего организма в целом. Наиболее важными условиями белковой жизни являются температура и химический состав внешнего для клетки мира. Рассмотрим проявление законов симметрии в температуре тела и показателя рН крови. Устойчивая точка температурного гомеостаза, приобретенная в процессе длительной эволюции живого, представляет комфортную температуру для протекания биохимических ферментарных реакций. Такой комфортной температурой является температура равная 37 градусам по Цельсию (Е.К. Аганянц с соавт., 2001; О.Г. Бать, М.А. Ханин, 1984; А.П. Дубов, 1980; В.М. Калинин, 1996 и др.).

Замечено, что организм затрачивает усилия для поддержания оптимальной температуры только в определенной части тела. Поэтому в физиологии разделяют две температурные зоны: наружную (оболочка) и внутреннюю (ядро). Используемый термин «гомеостатичность температуры тела», в первую очередь, относится к ядру тела. Здесь существенные колебания должных норм цикловой симметрии не допускаются. Так, в коре головного мозга отклонение от идеального уровня симметрии (37 градусов) даже на 0,01 градуса приводит к включению всех терморегуляционных механизмов. Терморегуляция ядра тела и уровень комфортной температуры генетически детерминированы. Это подтверждается тем, что, несмотря на множество функций, участвующих в терморегуляции, и гетерохронность их развития, система функционирует без срывов и у новорожденных, и даже у недоношенных младенцев (ред. Г.Н. Окунева, 1987; М. Clark, 1957). Реакции предотвращения перегрева носят условно рефлекторный характер. Очень важной характеристикой

терморегуляционного процесса является стабильность и точность воспроизведения (симметричность) в течение суток и в течение всей жизни. Поэтому организм не допускает значительных колебаний температуры ядра. Максимальные значения суточных и возрастных колебаний, обнаруженные при анализе литературных данных, не превышают 0,35 градуса, что составляет отклонение от идеального уровня симметрии не более 0,5%.

При изменении внешнего температурного режима (не считая максимальные и минимальные значения) температура ядра тела остается неизменной. Механизмы терморегуляции позволяют обнаженному человеку нормально функционировать в диапазоне от +18 до +40 градусов по Цельсию, более того, кратковременное воздействие сухого воздуха при температуре 120 градусов не является критическим (Н.А. Фомин, 1995).

Одним из интересных явлений физиологии является система терморегуляции. Известно, что в ее обеспечении участвуют нервная, респираторная, сердечно-сосудистая, мышечная и другие системы, которые в онтогенезе формируются гетерохронно. Гетерохронность приводит к гетеротропности развития всей системы терморегуляции. Развивающиеся функции являются элементами пониженной надежности. Однако, несмотря на то что система терморегуляции состоит из развивающихся гетерохронно и гетеротропно и ненадежных элементов, сама система функционирует надежно и устойчиво.

Из этого явления вытекает подчиненность системы терморегуляции организма человека закономерностям симметрии, а также отражение ее основного признака – стабильности. Следует рассмотреть причины и закономерности данного явления.

В физиологии известным фактом является слабощелочная реакция крови, которая определяется наличествующим соотношением  $H^+ OH^-$  – ионов. Активная реакция плазмы крови в состоянии покоя колеблется по шкале рН от 7,36 до 7,44. Отклонение показателя выше или ниже нормы наблюдается только в двух случаях: в покое при определенных патологиях и в процессе активной двигательной деятельности, что подтверждено результатами исследований многих ученых (Е.К. Аганянц с соавт., 2001; М.В. Антропова, Л.М. Кузнецова, 1995; В.М. Калинин, 1996; С.Б. Тихвинский, 1991 и др.). Таким образом, если за ось симметрии принять значение равное 7,4, то максимально допускаемые колебания в покое у здоровых людей составляют не более 5%, а пределы, совместимые с жизнью, составляют  $7,4 \pm 0,4$ . То есть совместимое с жизнью отклонение от оси симметрии составляет около 5,5%. Таким образом, можно

констатировать, что рН плазмы крови функционирует по признаку симметрии себетождественности.

И в венозной крови рН проявляет признаки симметрии себетождественности, однако колебания здесь имеют большую свободу. Так, в экстремальных условиях голодания на пятые и двадцатые сутки рН артериальной крови находится в пределах от 0,74 до 7,32, что составляет отклонение от симметрии от 0 до 0,8% (под ред. Окуневой Г.Н., 1987). В этот же период колебания рН венозной крови составляют до 8,65% (до 6,76), на пятые до 10,8% (до 6,6 – на двадцатые сутки).

В условиях краткосрочной адаптации к физической нагрузке наблюдается сдвиг кислотно-щелочного равновесия в сторону уменьшения значения рН (Д.А. Алипов, 1969). При этом эффективное выполнение двигательных действий отмечается при уровне рН, соответствующем 7,2-7,28 условных единиц (В.К. Большевич с соавт., 1980), что отвечает сдвигу симметрии себетождественности от 1,62 до 2,7%.

Взаимодействие симметрии себетождественности и закономерных ее изменений в условиях двигательной адаптационной ситуации имеет прогностическое значение, так как позволяет определить некоторые признаки здоровья, уровня физической подготовленности и тренированности. А подобное становится возможным в результате того, что клетка, являющаяся составной частью сложной динамической системы, имеет возможность эффективно функционировать в сравнительно узком диапазоне физико-химических условий. Условия жизни клетки симметричны по признаку себетождественности.

Поиск инвариантов в формообразовании, функционировании и кинематике движений есть поиск закономерностей, лежащих в основе единства живой природы.

В отношении человека поиск себетождественности означает поиск механизмов согласования деятельности многих частей организма, с помощью которых обеспечивается функционирование организма как системы, как единого целого.

В соответствии с определением понятия «симметрия» примем за объект изучения человека, за изменения – возраст и уровень тренированности. Исходя из этого, целью фрагмента работы явилось определение сохраняющихся в покое признаков человека при изменении возраста и уровня тренированности, то есть себезквивалентных, себетождественных и инвариативных величин.

Человек как объект-носитель симметрии в физиологии мало изучен и практически не подвергался анализу. Выявлялись лишь отклонения от симметрии либо форм, либо функций. Однако поиск симметрии представляется более актуальной задачей, так как именно она позволяет выявить общие

закономерности формообразования и кинематики движения человека. Генетически обусловленная инвариантность, себетождественность не зависит от воздействия внешней среды и не позволяет превратить ход формирования человека, его психическое, умственное и физическое развитие в анархию.

Отклонение результатов деятельности саморегулирующейся системы от уровня, обеспечивающего нормальный метаболизм, служит сигналом к мобилизации частей системы и возвращению ее к комфортному состоянию. Следовательно, наиболее важные функции и формы человеческого организма проявляют признаки динамической симметрии (себетождественность, устойчивость, константность, упорядоченность). Признаки симметрии проявляются тем ярче и устойчивее, чем генетически детерминируются на более высоком уровне. Следовательно, выявляя устойчивые и себетождественные параметры в функционировании человека, возможно определение биологического вклада в формирование человека как биосоциальной системы.

Симметричные признаки остаются постоянными в состоянии покоя вне зависимости от уровня физического развития, пола, возраста, тренированности и могут проявляться как в виде себетождественности одного показателя (симметрия первого порядка жестких систем, отвечающих за выживание), так и себетождественности отношения ряда функций или признаков (симметрия второго порядка).

Как было проиллюстрировано выше, соотношение показателей, равное 1,309, кроме себетождественности, проявляемой в различных функциях, является также составной ряда числовых соотношений, названных «золотым делением», «золотой» или «божественной», пропорцией. Это значение двойного соотношения (вурфа) числа 137, являющегося составной ряда Фибонначи, показывающее наличие симметрии, и названо С.В. Петуховым «золотым вурфом». Усилиями С.В. Петухова (1981, 1988), В.Д. Цветкова (1984, 1993, 1999), Н.В. Дмитриевой (1989, 1990) были определены формы и функции человека, подчиняющиеся соотношению «золотого вурфа» (табл. 9).

Таблица 9.

**Морфологические и функциональные показатели организма человека, соотношения которых подчиняются закономерностям "золотого вурфа"**

Автор, год	Закономерности подчиняются	Соотносимые показатели		
		a	b	c
Цветков В.Д., 1984 Дмитриева Н.В., 1990	Соотношения показателей давления	систолического	диастолического	пульсового
	Соотношение параметров деятельности сердца	$\frac{QT - QRS}{QT - PQ}$	$\frac{RR - RQ}{RR - QPS} =$	$\frac{R - P}{R - T}$
	Амплитудные и временные параметры реовазограммы и их связь с длительностью кардиоцикла	$\frac{A1 - A2}{A1 - A3}$	$\frac{RR}{RR - K} =$	$\frac{RR}{RR - V}$
	РС и кардиоцикла		$\frac{PC}{PC - RR}$	
Петухов С.В., 1988	Соотношение длины и размеров тела	верхний отрезок длина бедра длина плеча	туловищный отрезок длина голени длина предплечья	нижний отрезок длина стопы длина кисти

Анализ уже выявленных закономерностей показывает, что значение 1,309 не случайная цифра, если ей подчиняются и формы, и функции. Было сделано предположение о существовании в организме человека и других себеэквивалентных соотношений.

При поиске закономерно соотносящихся признаков соблюдались следующие условия:

1. Соотносимые показатели должны быть между собой взаимосвязаны.
2. Показатели должны измеряться в одних и тех же единицах.
3. Инвариантность признака должна проявляться на всем протяжении онтогенеза.
4. Данные, получаемые по результатам исследований одних авторов, должны подтверждаться данными других исследователей.
5. Соотносимые значения рассматриваются только в состоянии покоя.
6. Симметрия определяется только в статичных показателях, связанных с внутренней средой.

Формы и функции, определенные нами как симметричные по признаку вурфа, представлены в таблице 10.

Таблица 10.

**Признаки форм и функций человека,  
подчиняющиеся закономерности вурфа**

Закономерности подчиняются	Соотносимые показатели			W	
	A	b	c	X±G	% откл.
Молекулярные веса составных частей ДНК	цитозин	аденин	гуанин	1,312	0,28
	Тимин	аденин	гуанин	1,311	0,13
	цитозиновая кислота	адениновая кислота	гуаниновая кислота	1,312	0,28
Размеры сердца (в см)	продольный	поперечный	косой	3,316± 0,008	0,67± 0,48
Диаметр левого желудочка и аорты (в см)	желудочек в диастолу	желудочек в систолу	устье аорты	1,312± 0,012	1,40± 0,57
Фазы систолы (в с)	механическая	общая	электрическая	1,313± 0,013	0,62± 0,50
Емкость легких	Общая	жизненная	вдоха	1,302± 0,004	0,65± 0,02
Емкость и содержание кислорода в крови	содержание гемоглобина в крови	O <sub>2</sub> артериальной крови	O <sub>2</sub> емкость крови	1,302± 0,004	1,06± 0,24
Артериальное давление (мм рт.ст.)	диастолическое	среднее	боковое	1,308± 0,004	0,28± 0,20
Размеры щитовидной железы	Длина	ширина	толщина	1,298± 0,016	0,98± 0,62
Диаметр сосудов микроциркулярного русла конъюнктивы глазного яблока (в мкм)	Артериола	посткапиллярная артериола	капилляр	1,318± 0,001	0,73± 0,06
Обхватные размеры (в см)	Плеча	предплечья	запястья	1,286± 0,020	1,18± 0,09
	Бедра	голени	лодыжки	1,299± 0,0007	0,61± 0,05
Окружность груди (в см)	Вдох	пауза	выдох	1,331± 0,918	1,64± 0,12
Показатели иммунного статуса (в %)	T-лимфоциты	трансформированные клетки	истинные бласты	1,295± 0,007	1,13± 0,08
Содержание O <sub>2</sub> и CO <sub>2</sub> (мм рт.ст.)	PO <sub>2</sub> артерии	PCO <sub>2</sub> вены	PCO <sub>2</sub> артерии	1,308± 0,002	0,86± 0,28
Компоненты венозной крови (мм рт.ст.)	O <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> O	1,307± 0,002	0,80± 0,09

Мы полагали, что если единство организма человека достигается за счет эффективного массообмена между клетками и организмом в целом с одной

стороны, и экосистемой с другой стороны, то устойчивость системы должна проявиться в подсистемах, обеспечивающих эту взаимосвязь.

В первую очередь симметрия должна проявиться в системе транспорта кислорода (СТК), которая обеспечивает аэробный и анаэробный метаболизм тканей.

Наша гипотеза в этой части подтвердилась полностью. Изучив ряд независимых источников (Александров И.И. с соавт., 1988; Алипов Д.А., 1969; Аракелян В.Б. с соавт., 1978. Бальсевич В.К. с соавт., 1980; Виленский М.Е., 1972; Гольдштейн А.Б., 1969; Гончарова Г.А., Бутко А.Д., 1966; Гончарова Г.А. 1988; Горохов А.Л., 1976; Горошков В.П. с соавт., 1975; Захарова Н.Г., Каплина Э.С., 1976; Иорданская Ф.А. с соавт., 1988; Иорданская Ф.А. с соавт., 1984; Казаков М.Б., 1954; Калинин В.М. с соавт., 1980; Квашук П.В., Корженевский А.Н., с соавт., 1973; 1981; Краснова А.Ф. с соавт., 1984; Митин В.В., 1971; Михайлов В.В., 1983; Мотылянская Р.Е. с соавт., 1967, 1954; Муравьева Л.Ф., 1984; Немцова М.Г., Шафеева М.Г., 1954; Орлова Г.С. с соавт., 1982; Рабинович Э.З., 1978; Скернявичус И.П. с соавт., 1979; Соболевский В.И. с соавт., 1983; Страж В.А., Кузнецов С.П., 1980; Судаков К.В. с соавт., 1990; Фомин Н.А. с соавт., 1986, 1991, 1973; Харитонова Л.Г., 1991; Цепкова Н.К., 1975, 1984; Чаговец Н.Р. с соавт., 1987, 1983; Юшкевич Т.П., 1989; Dempsey J.A. , с соавт., 1977.; Gisolfi C., Robinson S., 1970; James K.P. и др.), выявлено подчинение ряда трехэлементных систем человека соотношению золотого вурфа, и в первую очередь это касается основных органов, входящих в СТК: соотношения показателей давления, параметров деятельности сердца, амплитудные и временные параметры реовазограммы и их связь с длительностью кардиоцикла, размеры сердца, диаметры левого желудочка и аорты, фазы систолы, содержание O<sub>2</sub> и CO<sub>2</sub> в крови, O<sub>2</sub>; CO<sub>2</sub> и H<sub>2</sub>O в венозной крови, диаметр микроциркуляторного русла конъюнктивы глазного яблока, окружности груди и емкости легких. Другими словами, основные параметры СТК подчиняются закономерностям симметрии второго порядка в состоянии покоя.

Таким образом, можно утверждать, что в организме человека действует закон проективного соотношения между тремя упорядоченными признаками деятельности функций человека, связанными с приближением к «золотой пропорции» и вурфу.

Для доказательства подчинения вурфа во всех функциях человека одним и тем же закономерностям и с целью проверки общего подхода к технологии определения биологических основ здоровья изучена динамика физического развития, физической подготовленности и функционального состояния дошкольников и младших школьников Республики Адыгея.

После констатации нормальности физического развития предпринята попытка оценить их с помощью предлагаемой методики. Для этого были изучены:

1) антропометрические и физиометрические показатели:

а) длиннотные размеры (верхний, туловищный и нижний отрезок тела; бедра, голени и стопы; плеча, предплечья, кисти и корпуса);

б) обхватные размеры (плеча, предплечья, запястья, окружность груди в покое, при вдохе и выдохе);

2) функциональные показатели:

а) емкость легких (общая, жизненная, вдоха);

б) артериальное давление (диастолическое, систолическое, пульсовое);

в) фазы систолы (механическая, общая, электрическая).

Подобная программа выбрана с целью проверки уровня гармонии (проявления симметрии в виде вурфа) развития опорно-двигательного аппарата, состояния сердечно-сосудистой, дыхательной систем (табл. 11, 12, 13).

Таблица 11.

**Средние величины артериального давления у здоровых детей  
Республики Адыгея и показатели вурфа ( $x \pm G$ )**

Воз- раст	МАЛЬЧИКИ				
	Показатели давления			W	отклон. от W идеала
	сistol.	диастол.	пульсов		
3	92,1±10,4	55,5±12,6	36,7±10,7	1,321±0,01	0,9±1,8
4	95,3±11,8	56,2±10,34	40,1±12,3	1,328±0,02	1,6±1,2
5	96,3±10,3	57,8±9,7	39,6±11,3	1,324±0,06	1,7±1,2
6	90,5±10,4	48,3±9,05	41,9±8,7	1,327±0,02	1,6±1,1
7	98,5±11,6	53,1±7,20	46,0±9,3	1,314±0,026	1,8±1,1
8	102,4±10,7	60,3±5,4	43,2±11,3	1,317±0,022	2,9±0,9
9	104,4±11,0	61,2±6,2	43,8±10,4	1,308±0,029	1,5±1,2
ДЕВОЧКИ					
3	89,9±10,6	54,5±11,3	36,3±8,4	1,305±0,034	0,42±1,3
4	94,8±11,93	55,5±12,4	30,7±10,0	1,293±0,025	1,21±1,6
5	95,0±11,2	56,2±10,5	39,8±10,3	1,312±0,02	1,33±1,6
6	91,2±11,3	46,6±9,0	44,4±7,3	1,298±0,03	1,63±1,3
7	94,1±13,0	51,6±7,3	45,1±6,3	1,313±0,02	1,38±1,3
8	99,8±10,5	55,5±7,6	44,8±7,3	1,305±0,02	1,64±1,6
9	103,8±12,1	59,8±7,4	46,3±6,8	1,319±0,02	1,64±1,2

Таблица 12.

**Возрастные показатели емкости легких, вурфа и его отклонений от идеального, у детей Республики Адыгея (n=2031)**

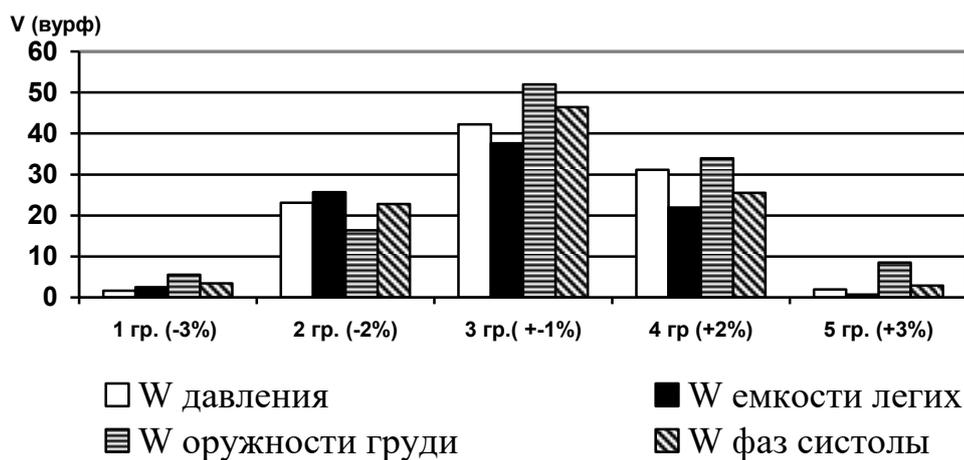
МАЛЬЧИКИ					Лет	ДЕВОЧКИ				
емкость легких			W±G	% отклон. X±G		емкость легких			W±G	% откл.. X±G
общая	жизнен.	вдоха				Общая	жизнен.	вдоха		
1440±88	1120±41	800±22	1,306±0,02	0,18±1,4	5	1475±40	1140±26	805±19	1,304±0,001	0,5±1,2
1705±62	1330±42	955±53	1,307±0,02	0,17±1,3	6	1560±88	1180±31	800±23	1,299±0,02	0,79±1,1
1940±69	1470±98	1000±34	1,300±0,03	0,69±2,1	7	1772±29	1296±68	820±25	1,288±0,02	1,52±1,2
2206±70	1710±52	1214±35	1,300±0,02	0,66±1,2	8	2006±82	1456±77	906±26	1,286±0,01	1,73±1,1
2418±88	1810±81	1202±22	1,296±0,13	1,12±0,9	9	2291±46	1658±22	1025±42	1,285±0,02	1,80±1,4
2800±49	2040±64	1280±28	1,287±0,12	1,67±1,3	10	2405±134	1770±40	1135±27	1,290±0,02	1,35±1,1
3150±129	2240±34	1330±49	1,278±0,12	2,1±0,9	11	2980±88	2200±50	1420±46	1,291±0,02	1,33±1,4
3310±86	2400±41	1490±50	1,286±0,12	1,67±1,2	12	3016±46	2216±26	1416±46	1,290±0,02	1,33±1,2

Таблица 13.

**Возрастные показатели обхватных размеров груди, вурфа и его отклонений от идеального у здоровых детей Республики Адыгея (x±G)**

МАЛЬЧИКИ					Возраст	ДЕВОЧКИ				
Показатели				% откл.		Показатели				% откл.
вдох	пауза	выдох	W			вдох	пауза	выдох	W	
63,3± 2,97	60,4± 2,10	56,3± 1,86	1,330± 0,004	1,9± 1,0	7	65,7± 3,03	61,8± 1,31	57,8± 1,6	1,313± 0,001	1,5± 1,1
65,8± 2,74	61,8± 2,78	57,6± 1,74	1,330± 0,004	1,8± 1,0	8	65,7± 3,15	62,0± 1,78	58,2± 1,34	1,314± 0,004	1,6± 1,1
70,0± 2,38	64,9± 2,24	59,3± 2,13	1,326± 0,005	1,4± 1,2	9	67,2± 2,87	63,0± 1,92	58,6± 1,28	1,309± 0,02	1,9± 1,3
71,6± 2,33	66,4± 2,46	61,0± 2,43	1,327± 0,005	1,6± 1,3	10	70,8± 2,19	66,0± 2,43	61,3± 1,18	1,315± 0,02	1,6± 1,2
74,1± 3,22	68,6± 2,80	63,2± 2,18	1,329± 0,006	1,4± 1,4	11	73,9± 3,05	68,9± 2,66	61,2± 1,36	1,330± 0,008	1,8± 1,1
77,4± 3,17	71,4± 2,36	64,9± 2,64	1,313± 0,02	1,3± 1,2	12	78,1± 2,74	72,8± 2,88	63,7± 1,8	1,312± 0,02	1,5± 1,3

Наблюдаемые дети разделены на пять групп в зависимости от отклонения показателя от идеального вурфа (рис. 24). Подавляющее большинство обследованных попадают в третью группу, в ней представлены дети, соотношение показателей артериального давления у которых равно  $1,309 \pm 1\%$  (42,21%). Во вторую группу ( $1,309-2\%$ ) и в четвертую ( $1,309+2\%$ ) попали соответственно 23,09% и 31,1% детей.



**Рис. 24. Распределение на группы в зависимости от индивидуального отклонения вурфа от идеального значения**

В крайние группы, в которых отклонение вурфа в сторону увеличения или уменьшения превышает 2 %, попадает незначительное количество детей (1 гр. – 1,64% и 5 гр. – 1,95%). Количество детей, имеющих вурф выше оптимума, превышает количество тех, у которых показатель ниже, чем 1,309, однако причину этого выяснить не удалось.

Показатель вурфа в емкости легких (где в качестве соотносимых выступают признаки: а) общая емкость; б) жизненная емкость, в) емкость воздуха) колеблется у мальчиков в пределах от  $1,286 \pm 0,012$  до  $1,307 \pm 0,02$  и у девочек от  $1,285 \pm 0,02$  до  $1,304 \pm 0,013$ . Самое большое отклонение от идеальной величины вурфа обнаружено в группе 11-летних мальчиков. Но и здесь отклонение равно  $2,1 \pm 0,9\%$ , в остальных группах процентное колебание отклонения среднегрупповых значений от идеального вурфа не превышает двух процентов.

При разделении детей на группы в зависимости от индивидуального показателя вурфа и емкости легких выявлено, что 9,24% имеют отклонение от идеального, не превышающее примерно 1%. В группу с отклонением от 1% до 2% попадает 37,6%, причем здесь, в отличие от вурфа артериального давления, в группу с отклонением в сторону уменьшения попадает несколько больше (25,65%), чем в группу с отклонением в сторону увеличения вурфа (21,95%). Эта

же закономерность повторяется и в крайних группах, хотя туда попадает незначительная часть детей (в первую – 2,46%, в пятую – 0,69%). Среди представителей крайних групп не обнаружены отклонения более 2,6%.

В показателях обхватных размеров груди (соотносимые признакам: а) при вдохе; б) при паузе; в) при выдохе), с одной стороны, наблюдается тенденция увеличения всех признаков, а с другой, – отсутствие каких-либо закономерных изменений вурфа. Вурф устойчиво сохраняет значение в пределах от  $1,313 \pm 0,02$  до  $1,33 \pm 0,04$  у мальчиков и от  $1,309 \pm 0,02$  до  $1,330 \pm 0,008$  у девочек. При этом колебания средних значений составляют не более 3% во всех возрастных группах.

В группу с отклонением от значения золотого вурфа по окружности груди  $\pm 1\%$  попадает 52% детей, однако отклонения в сторону увеличения наблюдаются чаще (33,92%), чем в сторону уменьшения (16,41%). В крайние группы попадают всего чуть более 10% (в 5 - 8,54% и 1- 5, 53%). Из числа обследованных один ребенок (10-летняя девочка) выходит за пределы 3% отклонения вурфа. Ее вурф составляет 1,349, а отклонения 3,056%.

При проявляющейся асимметрии между абсолютными значениями противоположных частей тела, где измерялось давление, показатель вурфа у нормальных детей практически совпадает. Ни в одной группе, ни у кого из обследованных различие не составляет более 1%. Это позволяет в качестве второго компонента-определителя нормы признать асимметрию между вурфами, полученными с правой и левой сторон.

Изучение фаз систолы сердца (табл.14) показало, что вурф колеблется в пределах от  $1,289 \pm 0,03$  до  $1,32 \pm 0,01$ . Максимальные отклонения (в группе 10-летних девочек) составили  $1,9 \pm 1,0\%$ .

И по этому показателю количество лиц, где отклонение от идеального составляет 1%, варьируется в пределах 46,4%, во вторую и четвертую группы, где отклонение составляет  $\pm 2\%$ , попадает 48,3 (во второй – 22,8, в четвертой – 25,5) и в крайние группы – всего 6,3% (3,4% – в первую группу и 2,9% в пятую).

Подобным образом проявляется и вурф длиннотных размеров рук у девочек и у мальчиков справа и слева (где соотносятся длина плеча, длина предплечья и длина кисти). И здесь подавляющее большинство попадает в группу с отклонением от идеального не более 1%. Как и в случае с вурфом артериального давления разница между вурфом с правой и вурфом с левой сторон составляет максимум 0,3%-0,8%.

Таблица 14.

**Возрастные показатели фаз систолы сердца, вурфа и его отклонений от идеального у здоровых детей Республики Адыгея ( $x \pm G$ )**

Воз- раст	МАЛЬЧИКИ				
	Фазы систолы				
	механич.	общая	Электрич.	W	% отклон.
7	0,334±0,007	0,319±0,05	0,283±0,05	1,289±0,03	1,53,±1,2
8	0,342±0,005	0,342±0,05	0,299±0,007	1,314±0,02	0,9±1,2
9	0,349±0,006	0,356±0,004	0,318±0,005	1,319±0,02	0,46±1,8
10	0,368±0,005	0,368±0,005	0,321±0,005	1,304±0,06	0,52±1,15
	ДЕВОЧКИ				
7	0,344±0,023	0,336±0,011	0,309±0,004	1,314±0,02	0,8±1,4
8	0,355±0,004	0,355±0,005	0,308±0,003	1,304±1,01	0,6±1,6
9	0,335±0,006	0,330±0,005	0,300±0,05	1,316±0,01	1,2±1,2
10	0,335±0,006	0,324±0,004	0,309±0,007	1,332±0,01	1,9±1,0

Исходя из полученных результатов, можно констатировать:

а) по всем функциям, подчиняющимся закону симметрии по принципу «золотого вурфа», индивидуальные и групповые отклонения не превышают 3% у здоровых людей;

б) одинаковое проявление вурфа в состоянии покоя и при физической нагрузке позволяет рассмотреть общие закономерности на какой-либо конкретной функции.

### 3.2. Симметрия гомеостаза деятельности

Одним из важнейших обобщений, сделанных теорией систем, является доказательство открытости систем. Приложение теории открытых систем в физиологии определяется тем, что живой организм, клетки, а также другие биологические единицы находятся в состоянии подвижного равновесия со средой как с точки зрения химического, так и физического взаимодействия.

Несмотря на существование множества подходов к системному анализу взаимодействия человека и среды, все же наиболее изученным и очевидным является следующее.

Адаптивное поведение организма рассматривается как механизм восстановления равновесия, удовлетворения потребностей и ослабления напряжений. Поэтому биологические теории акцентируют внимание на спонтанной деятельности организма, обусловливаемой энергообменом. То есть

системный подход в первую очередь может помочь раскрыть механизмы реализации гомеостатического принципа.

Схема  $S \rightarrow R$  (стимул – реакция), характерная для открытых систем, приводит к необходимости изучения гомеостаза деятельности, т.е. ответной реакции гомеостатических признаков на внешнесредовое воздействие. В нашем случае представленная схема может быть транслирована как  $S \rightarrow R \rightarrow A_c$  (стимул – реакция – асимметрия).

Исходя из системного подхода, состояние здорового организма при первом приближении можно определить как стационарно-равновесное. При этом под стационарностью понимается постоянство, а равновесность определяется как сбалансированность процессов, которая обеспечивает оптимальное существование организма в изменяющихся условиях окружающей среды.

Открытость системы позволяет организму воспринять большой спектр внешнесредовых воздействий, что приводит к нарушению стационарно-равновесного состояния. То есть функции, подчиняющиеся закономерности симметрии себетождественности, увеличивают проявление асимметрии. Дисбаланс, как правило, устраняется (наблюдается восстановление симметрии). Это нормальная реакция организма. В случае, если симметрия не восстанавливается, констатируется патология. Причем величина асимметрии может являться определителем тяжести патологии, а латерализация отклонения – диагностическим признаком самой патологии.

То обстоятельство, что гомеостатические признаки изменяются под воздействием внешней среды закономерным образом, является общеизвестным физиологическим фактом.

Более того, только нарушение гомеостаза под влиянием прогрессирующих нагрузок создает физиолого-химические предпосылки для адаптивных структурных перестроек в организме. В условиях активизации регуляторных механизмов (их утомления и восстановления) происходит мобилизация энергетических и пластических резервов организма.

Однако рассмотрение гомеостаза с точки зрения динамики симметрии себетождественности позволяет уточнить некоторые из них и доказать единство происхождения и схожесть механизмов функционирования форм и функций, подчиняющихся законам симметрии (изложенное выше заставляет нас обратиться к анализу давно известных фактов с точки зрения системно-симметричного подхода).

По мнению П.К. Анохина (1973), чем меньше диапазон отклонений жизненно важных констант организма, тем больше они служат для строгого поддержания адекватной для них функции, и наоборот, чем более пластична

константа организма, тем большему количеству других функций служит их отклонение в качестве приспособительного фактора. Из этого следует ряд позиций, имеющих для данного исследования большое значение:

1) степень дисперсии может отражать физиологический резерв регуляторов;

2) на начальном этапе исследования взаимодействия «стимул-реакция» следует рассмотреть механизмы менее пластичных констант организма, так как в их реализации «заинтересовано» меньшее количество функций, следовательно, их легче изучить;

3) гомеостатические признаки, вне зависимости от степени пластичности, должны функционировать по единым механизмам регуляции.

Закономерности процессов адаптации и гомеостаза при воздействии на организм различных возмущающих воздействий довольно тесно взаимосвязаны друг с другом, поскольку в основе адаптации лежат постоянные взаимодействия адаптивных и гомеостатических механизмов регуляции. Причем адаптивные механизмы переводят организм на новый уровень функционирования организма в соответствии с воздействием внешней среды, а гомеостатика стабилизирует достигнутое состояние.

Очень важно понять ряд составляющих гомеостатики, объяснить с точки зрения взаимодействия гармонической пары «симметрия-асимметрия»:

- каким образом обеспечивается взаимообусловленность и системный характер приспособительных реакций;

- какие механизмы определяют содружественную деятельность различных функциональных систем, результатом которых являются гомеостатические константы;

- каким образом осуществляется перестройка гомеостаза и структур, обеспечивающих ее;

- каков допустимый диапазон регулирования констант.

Изложенные выше позиции объясняют, почему в качестве предмета изучения было избрано изменение симметрии температурного и кислотно-щелочного гомеостаза под воздействием внешней среды.

Характерной особенностью температурного гомеостаза является его отзывчивость на температурные перепады внешней среды при достижении ими значительных величин (при перегреве и переохлаждении). В остальных случаях температурный гомеостаз отклоняется от состояния симметрии либо при патологии, либо при интенсивной мышечной работе.

Выход температурного гомеостаза ядра тела за пределы симметрии является следствием активного теплопроизводства и передачи тепла в кровь. Ученые

отмечают, что при выполнении умеренной работы значение теплопродукции увеличивается от 65-85 ккал/час (теплопродукция покоя) до 300, при максимальной – до 600 и при предельной – до 900 ккал/час.

В соответствии с результатами исследования В.И. Соболевского с соавторами (1983) повышение температуры тела до 37,4 градуса вызывает увеличение моторной и умственной активности, а также повышение умственной и физической работоспособности. Таким образом, отклонение от показателя симметрии себестождественности в 1,08% приводит к оптимизации скорости протекания биохимических реакций, укорочению времени сокращения мышц и другим явлениям, описываемых учеными (Е.К. Аганянц с соавт., 2001) как составляющие процесса разминки в спорте.

Характеризуя физиологическую основу методики разминки, Е.К. Аганянц с соавт. отмечает: «Для собственного разогрева мышц при разминке необходимо сначала повысить температуру в ядре тела (в сердце и других внутренних органах). В этом непосредственное участие принимают скелетные мышцы.

Согретая в них венозная кровь переносится к ядру тела, что способствует его согреванию. Сами мышцы при этом охлаждаются. По мере повышения температуры процесс повторяется» (с.39). Вероятно, когда теплопродукция организма обеспечивает только поддержание температуры, требуемой для эффективного выполнения работы, ее интенсивность стабилизируется.

В том случае, если интенсивность теплопроизводства все же превышает потребности, наступает увеличение отклонения от состояния симметрии себестождественности до 2,7% (по данным В.И. Соболевского с соавт., до 35,0), что приводит к дестабилизации умственной и физической работоспособности. При этом наблюдаются признаки существенного напряжения сердечно-сосудистой системы (В.Б. Аракелян с соавт., 1978).

В том случае, если и после появления явных признаков утомления работа не останавливается и теплопродукция продолжается, то перегрев организма может достигнуть величины, равной 38,4 (В.И. Соболевский, 1983), что соответствует отклонению от точки симметрии себестождественности в 3,7%. При этом наблюдается ухудшение внимания, памяти, самочувствия, происходит срыв терморегуляции. Таким образом, превышение 3% отклонения температурного гомеостаза от симметрии себестождественности представляет собой угрозу для здорового человека.

Критические уровни отклонений температурного гомеостаза от симметрии составляют величину, находящуюся в пределах, близких к 10%. По данным С. Cisolbi и S. Robinson (1970), при температуре тела в 40 градусов (отклонения от

симметрии 8,11%) появляются головокружение, рвота, острые боли в области печени, обмороки, т. е. налицо признаки тепловой болезни.

По данным К.Р. James (1974), В.Б. Аракеляна с соавт. (1978), Э.З. Рабиновича (1978), повышение температуры тела до 41 градуса (отклонение 10,8%) сопровождается тепловым ударом, заканчивающимся нередко летальным исходом. Следует иметь в виду при оценке этих данных, что измерение температуры проводилось в подмышечной впадине, которая близко, но все же не точно отражает значения температуры ядра. Температура ядра тела, несомненно, ниже 41 градуса, когда появляется опасность летального исхода.

Изменения температуры тела выше 43 градусов (отклонения 16,2%) приводит к необратимым изменениям в жизнедеятельности с высокой вероятностью летального исхода, а превышение 45 градусов (отклонение 21,6%) уже не допускает ничего, кроме летального исхода.

Учеными (Э.З. Рабинович, 1978; М.Г. Чаганашвили с соавт., 1975) установлено, что рабочая гипотермия тела коррелирует с интенсивностью нагрузки аэробной мощности. Вместе с тем установлено, что интенсивность, приводящая к потере полутора килограмма веса за 45 минут, обеспечивается повышением температуры тела только на 0,3-0,8 градуса, соответствует 2% отклонению значения от показателя симметрии себетожественности.

Известно, что поддержание температуры тела вблизи предела толерантности предъявляет очень высокие требования к взаимодействию механизмов ее регуляции. Но даже хорошо тренированные спортсмены не могут переносить температуру ядра, превышающую 10-11% отклонения от идеальной.

В доступной литературе не удалось обнаружить описание наблюдений за состоянием людей при снижении температуры ядра тела.

Однако, исходя из позиций системно-симметричного подхода и примеров динамики других симметричных функций, есть основания полагать: следствия отклонений от симметрии в сторону уменьшения будут примерно такими же, как в сторону увеличения, хотя механизмы их будут разными.

В гомеорезусе возрастных изменений температуры ядра у здоровых людей не обнаруживается. Различия имеются по двум другим показателям, а именно по возможности обеспечения константы и преодоления сдвигов симметрии под воздействием внешней среды и по механизмам терморегуляции. Это в равной мере относится и к изменению тренированности.

Выше указывалось на то, что в практике врачебной деятельности и в ходе физиологических исследований, как правило, измеряется не температура ядра тела, а показатель участка, близко расположенного к нему. С удалением от ядра температура тела должна закономерно отклоняться от симметрии, так как в этом

случае отражаются в большей степени показатели теплообмена между организмом и средой. При этом в состоянии нормы равноудалённые участки тела должны иметь одинаковую температуру. По мнению В.С. Троицкого (1984), которое мы поддерживаем, это обстоятельство может стать прогностическим обстоятельством при определении некоторых патологий. В частности, В.С. Троицкий в своих исследованиях доказывает, что «температура органа, поражённого раковой опухолью, возрастает». Следовательно, выявление разности температур «у здорового и поражённой болезнью участка» позволит прогнозировать рак молочной железы.

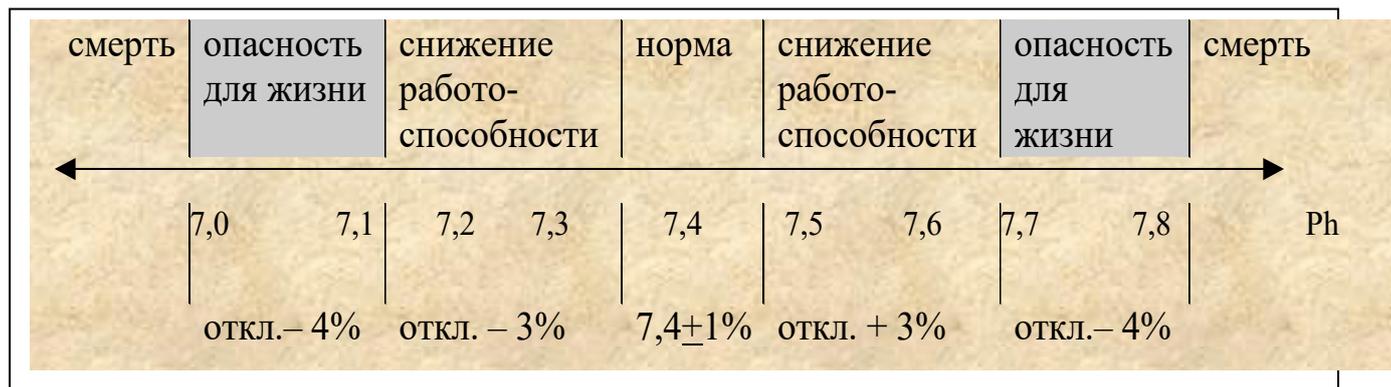
Одним из самых выразительных и жёстко гомеостазированных показателей внутренней среды организма является кислотно-щелочное состояние организма, изменение которого при адаптационных ситуациях позволяет судить о метаболическом ответе и адаптационных возможностях работающего организма. Неслучайно результаты исследований этого важнейшего звена гомеостаза нашли столь высокое признание в области физиологии и медицины.

Кислотно-основное состояние (КОС) – малоколеблющееся в обычных условиях соотношение кисло- и щелочнореагирующих веществ в организме. КОС влияет на проницаемость биологических мембран, на подвижность и чувствительность мембранных рецепторов, обеспечивает интенсивность и направленность метаболических процессов, обуславливает свойства белка и коллоидов, способность гемоглобина присоединять и отдавать кислород и т.д.

Изменения КОС ведут к нарушениям физиологических процессов, а при сдвигах за известные пределы – и к гибели организма. В связи с этим величина рН, характеризующая состояние КОС, является одной из самых жёстких констант.

рН – это показатель концентрации водородных (H) ионов, численно равный отрицательному логарифму (обозначаемому латинской буквой «р») этой величины. Кислотность и щелочность растворов выражают в единицах шкалы рН, имеющей диапазон от 1 (сильная кислота) до 14 (сильная щелочь) В норме рН артериальной крови составляет 7,4, т.е. близок к нейтральному. Венозная кровь из-за растворённого в ней диоксида углерода несколько закислена: диоксид углерода (CO<sub>2</sub>), образующийся в ходе метаболических процессов, при растворении в крови реагирует с водой (H<sub>2</sub>O), образуя угольную кислоту (H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>).

Поддержание рН крови на постоянном уровне, т.е., другими словами, кислотно-щелочного равновесия, исключительно важно (рис. 25). Так, если рН заметно падает, в тканях снижается активность ферментов, что опасно для организма.



**Рис. 25. Отклонение от симметрии рН крови и её последствия для организма**

Из физиологии известно, что изменение рН крови, выходящее за рамки 7,0-7,8, несовместимы с жизнью. Отклонение от точки симметрии составляет  $\pm 5,4\%$ . Сдвиг рН крови на 0,1 (отклонение от симметрии себестожденности на 1,35%) вызывает нарушение деятельности дыхательной, сердечно-сосудистой и других систем организма. Снижение рН на 0,3 (отклонение от симметрии 4,0%) может привести к развитию ацидотической комы.

Отклонения рН крови в сторону повышения (алкалоз) или уменьшения (ацидоз) принципиального значения для организма в целом не имеют; важна лишь величина отклонения от симметрии себестожденности.

Удержание констант крови на определенном уровне осуществляется по принципу саморегуляции, что достигается формированием соответствующих функциональных систем.

В результате обмена веществ образуются продукты обмена, которые могут привести к изменению рН крови, т. е. к смещению активной реакции крови в кислую или щелочную сторону. Вместе с тем у человека в условиях нормы рН крови сохраняется на относительно постоянном уровне, что обусловлено наличием в крови прежде всего буферных систем: гемоглобиновой, карбонатной, фосфатной, белковой. Эти системы нейтрализуют значительную часть кислых и щелочных веществ, поступающих в кровь, и препятствуют сдвигу рН. Буферные системы имеются и в тканях, где они представлены в основном клеточными белками и фосфатами. В процессе метаболизма кислых продуктов образуется больше, чем щелочных. Следовательно, опасность сдвига рН крови в кислую сторону больше. Поэтому буферные системы крови и тканей более устойчивы к действию кислот, чем щелочей. Так, для сдвига рН крови в щелочную сторону требуется прибавить к ней в 70 раз больше едкого натра, чем к чистой воде. Для сдвига рН в кислую сторону необходимо добавить к плазме в 300 раз больше соляной кислоты, чем к воде (Е.К. Аганянц с соавт., 2001).

Если буферные системы неспособны противодействовать изменению рН, то включаются другие механизмы. Так, накопление продуктов метаболизма приводит к раздражению хеморецепторов сосудов (прежде всего сосудистых рефлексогенных зон) головного мозга. Эти структуры на основе поступающей информации формируют ответные реакции, направленные на восстановление исходной величины рН. При этом изменяется деятельность почек, желудочно-кишечного тракта, в результате чего из организма удаляется избыток веществ, вызвавших сдвиг рН. Например, при ацидозе почки выделяют больше кислого одноосновного фосфата натрия, а при алкалозе – больше щелочных солей. Через потовые железы удаляется молочная кислота, а изменение легочной вентиляции приводит к удалению углекислого газа. В регуляции рН обязательное участие принимает гормональная регуляция.

Включение всех этих аппаратов реакций приводит к восстановлению константы рН. Если же этого не происходит, то формируется поведенческий компонент функциональной системы, в результате соответствующего поведения (исключение или увеличение потребления кислых или щелочных веществ) константа рН возвращается к исходному уровню.

Двигательная деятельность имеет важнейшее физиологическое значение, так как движение является наиболее эффективным средством приспособления к среде (Н.А. Бернштейн, 1966).

Выраженное воздействие движение оказывает на внутреннюю среду. Оно сопровождается смещением пластических констант от уровня, характерного для гомеостаза покоя, к состоянию, соответствующему гомеостазу деятельности (А.А. Виру, 1981). Выраженность изменений во внутренней среде при движении зависит от интенсивности мышечной деятельности и индивидуальной реактивности организма на физическую нагрузку, которая характеризует уровень тренированности. Поэтому об интенсивности (величине) нагрузки судят по состоянию физиологических параметров, отражающих реакцию на нее организма. Полезный приспособительный результат является системообразующим фактором и ведущим показателем деятельности функциональных систем (П.К. Анохин, 1973). Мышечная деятельность обеспечивается сложной иерархией функциональных систем, включающих большой спектр взаимодействующих систем низшего порядка, достаточный и необходимый для достижения определенного биологического или социально значимого конечного приспособительного результата. Основные компоненты этой системы: функциональная система мышечного сокращения, конечным результатом которой является скоординированное сокращение и расслабление различных мышц тела, приводящее к перемещению всего организма и его частей;

функциональная система энергетического обеспечения движения; функциональная система пластического обеспечения мышечной деятельности; комплекс функциональных систем обеспечения оптимальных количеств форменных элементов крови, оптимальной массы крови, рН, кровяного давления, терморегуляции свертывания крови, мочеобразования и мочевыделения и другие (Е.К. Аганянц с соавт., 2001). Каждая из систем имеет свои конечные результаты, которые, взаимодействуя между собой, обеспечивают конечный приспособительный результат мышечной деятельности в целом. Двигательная активность обеспечивается функциональными системами различного уровня, дающими соответствующие полезные результаты: метаболические, гомеостатические, поведенческие и социальные. Поведенческие и социальные результаты двигательной деятельности образуют системы высшего порядка, которые основаны на системах, имеющих конечной целью получение метаболических и гомеостатических результатов. Достижение этих результатов обеспечивает соответствие интенсивности мышечной деятельности возросшим обменным потребностям организма, направленным на ее осуществление. Взаимодействие функциональных систем в процессе мышечной деятельности нарушает гомеостаз покоя и формирует качественно новое состояние внутренней среды – гомеостаз деятельности, который осуществляет энергетическое обеспечение мышечной деятельности и одновременно создаёт условия для восстановления гомеостаза покоя (А.А. Виру, 1981).

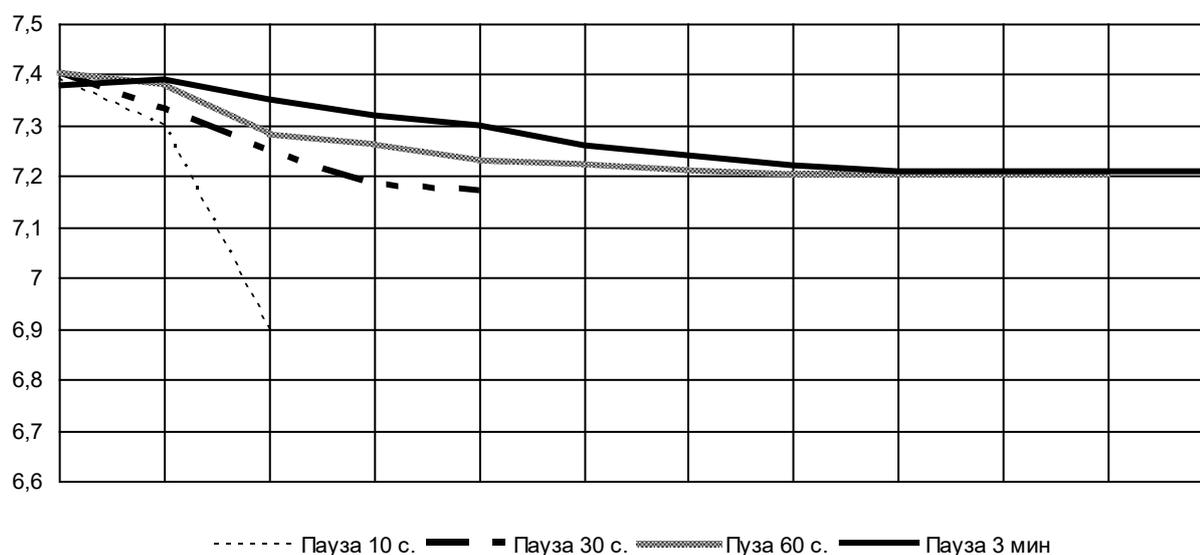
Изменение гомеостаза деятельности под влиянием физических нагрузок в условиях адаптационных реакций характеризуется увеличением асимметрии себестоимостных функций при возрастании нагрузок. Об этом свидетельствует расчёт симметрии себестоимостных функций по данным, полученным при обследовании марафонцев средней квалификации (Dempsey с соавт., 1977), велосипедистов высокого класса (Михайлов, 1983), девушек и юношей, занимающихся лыжным спортом (Н.К. Цепкова, Г.А. Гончарова 1984), легкоатлетов разного возраста (Н.А. Фомин, В.А. Филин, 1983), гребцов высокого класса (Н.В. Чаговец, с соавт., 1983).

Более того, гребцы высокого класса при выполнении работы околорекордной и максимальной мощности способны переносить отклонения от симметрии, которые недоступны нетренированным людям, что позволяет утверждать, что в процессе адаптации происходит расширение гомеостаза деятельности (рис. 26).



**Рис. 26. Процент отклонения рН крови спортсменов при выполнении упражнений различной мощности, по данным разных авторов (в тексте)**

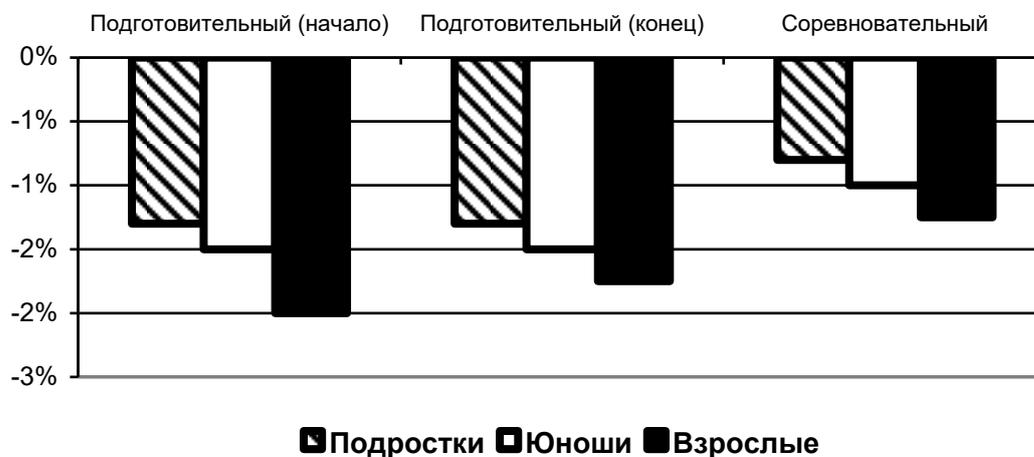
Подтверждение последней сентенции находим при расчёте отклонений от симметрии рН крови при выполнении соревновательных упражнений легкоатлетами, пловцами (Н.К. Цепкова, 1975), пловцами (Л.М. Рыбчинская, 1983), бегунами (Д.Г. Харитонова, 1991) и гребцами (Н.Р. Чаговец, 1983). Закономерное изменение симметрии себестоимости наблюдается при уменьшении пауз отдыха (рис. 27).



**Рис. 27. Динамика рН крови при повторном выполнении 10-секундных упражнений максимальной мощности с паузами отдыха различной продолжительности (Страж В.А., Кузнецов С.П., 1980).  
На абсциссе - общее время выполнения повторной работы**

На результаты тестирования оказывает влияние не только предшествующая деятельность, но и возраст занимающихся. Поэтому характер возрастной динамики рН и её изменения в ходе повышения тренированности совпадают. Наиболее показательным в этом смысле является проведённый нами перерасчёт

данных В.П. Голикова с соав. (1979), полученных при обследовании спортсменов разного возраста на этапах годичного цикла (рис. 28).



**Рис. 28.** Отклонение рН крови (в процентах) от симметрии на дозированную (60% от максимума) нагрузку при изменении тренированности (по данным В.П. Голиков с соавт., 1979).

На всех этапах тренировок взрослые спортсмены демонстрируют более высокие отклонения от симметрии при выполнении 80% нагрузки, чем юноши. Во всех возрастных группах повышение тренированности приводит к снижению отклонения рН от симметрии.

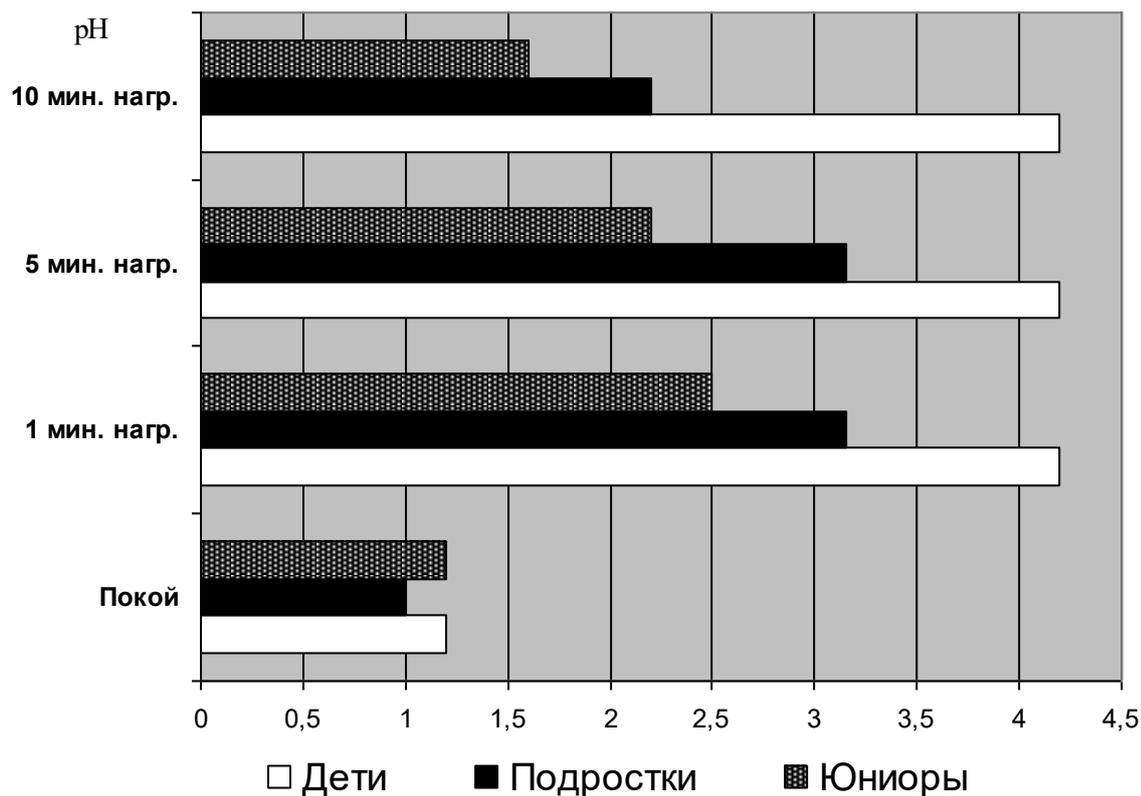
Отражение уровня тренированности величиной отклонения рН от симметрии является причиной закономерных, более низких значений, достигаемых женщинами, по сравнению со сверстниками-мужчинами.

При дозированной нагрузке отклонения тем больше, чем ниже уровень подготовленности. Это демонстрируется при анализе исследований, проведённых В.К. Бальсевичем с соавт. (1980) (рис. 29).

Применение симметричного метода при изучении динамики рН дает дополнительную информацию о закономерностях проявления изучаемого показателя в условиях гомеостаза покоя и гомеостаза деятельности.

Исходя из фактов, обнаруженных в процессе исследования и изложенных выше, можно утверждать, что в состоянии покоя закономерные проявления температурного и кислотно-щелочного гомеостаза совпадают как между собой, так и с проявлением вурфа. Можно полагать, что:

- вурф является гомеостатическим показателем;
- изменения вурфа в условиях гомеостаза деятельности тождественны тем, которые происходят с показателем температуры тела и кислотно-щелочным балансом.



**Рис. 29.** Отклонение pH крови от симметрии себетожественности при дозированной нагрузке (степ-тест) у спортсменов разного возраста (рассчитано по данным В.К. Бальсевича, В.М. Калинина, В.С. Шкиперовского, 1980).

Кроме того, следует оценить состояние, возникающее при выходе вурфа за пределы симметрии в состоянии покоя, определить диагностические возможности вурфа.

Известно, что консервативное поведение организма, обеспечивающееся через симметрию себетожественности, является результатом естественного отбора оптимального и совершенного материала в эволюции. Поэтому вурф, сохраняющийся в покое, вне зависимости от возраста, тренированности, пола, уровня физической подготовленности, безусловно, можно отнести к результатам оптимального отбора. Вместе с тем на изменения внешнесредового воздействия организм должен отвечать изменениями внутренней среды, как минимум, по двум причинам:

- состояние организма, являющееся оптимальным для покоя, не может обеспечить оптимальное состояние адаптации к деятельности;
- если организм человека представляет открытую систему, то восприятие воздействия обеспечивается изменениями внутренней среды.

В таком случае гомеостатические показатели, функционирующие сходным образом в состоянии покоя, должны сходным образом отвечать и на внешнесредовое воздействие.

Как доказано в ходе анализа исследованного материала, изложенного выше, под воздействием физических упражнений, стрессовых ситуаций и резких изменений внешней среды наблюдается сдвиг в противоположности «симметрия-асимметрия» в сторону увеличения признаков асимметрии. Если вурф подвержен влиянию этих же факторов и если характер изменений схож, то можно считать эти проявления разными сторонами единого адаптационного процесса.

Расчет вурфа, проведенный автором по данным исследований других ученых, позволяет прийти к однозначному выводу: вурф в условиях деятельности отклоняется от идеального значения. Следовательно, имеется необходимость проверки гипотезы о его подчинении закономерностям гомеостаза деятельности.

На основании результатов, полученных при анализе вурфа в состоянии покоя, можно считать, что восстановление организма после нагрузки завершено, если отклонение от идеального значения (1,309) не превышает 3%.

Степень и величина отклонения вурфа зависит от величины нагрузки и уровня физической подготовленности ее выполняющих. Закономерность наглядно иллюстрируется при рассмотрении данных, полученных в процессе определения изменчивых и устойчивых признаков девочек в период полового созревания. У испытуемых, находящихся в состоянии относительного покоя не менее 5-10 мин, измерялось артериальное давление. Затем девочки два раза, с перерывом в 5 минут, в течение 5 мин выполняли степ-тестовую нагрузку в темпе, обеспечивающем учащение пульса до 140-160 уд. в мин (табл. 15).

Возрастные периоды изменения степени ответной реакции весьма показательны. Систолическое давление в ответ на первую нагрузку имело тенденцию к увеличению в возрасте до 13 лет с дальнейшим снижением и стабилизацией показателя на уровне 129-130 мм. рт. ст. Если исходить из того, что стабилизация систолического давления является признаком экономизации деятельности сердечно-сосудистой системы, то для менее интенсивной нагрузки она проявлялась в возрасте 14 лет, то есть в период, который является сенситивным для развития основных показателей гемодинамики.

Таблица 15.

**Динамика показателей артериального давления и вурфа у девочек под воздействием дозированной нагрузки ( $x \pm g$ )**

Лет	Состояние								
	в покое			после 1 нагрузки			после 2 нагрузки		
	АД max.	АД min.	Вурф	АД max.	АД min.	Вурф	АД max.	АД min.	Вурф
11	106.1±11.0	51.7±13.2	1,36±0,09	115.2±17.2	47.8±10.7	1,705±0,36	135.0±13.5	47.0±12.3	4,99±1,14
12	104.5±13.8	60.9± 12.5	1,358±0,08	124.2±17.6	47.7± 7.9	1,80±0,28	139.4±17.3	53.9±19.9	2,00±0,87
13	111.1±8.8	61.9±8.33	1,347±0,08	137.0±9.2	51.1±9.2	1,84±0,29	141.7±19.7	48.0±14.4	2,28±0,92
14	110.4±11.6	66.7±9.61	1,327±0,10	128,7=15.6	51.6±8.6	1,74±0,22	151.6±19.5	50.0±9.23	2,01±0,84
15	105.8±6.9	65.8± 10.2	1,304±0,11	130.5±11.6	52.3±10.6	1,74±0,26	146.0=18.6	50.3±12.7	1,95±1,13

При более интенсивной нагрузке (второй) снижение силы ответной реакции организма наблюдалось только у 15-летних девушек.

Как отмечалось выше, возрастная динамика диастолического давления в покое характеризовалась постепенным увеличением показателя у девушек до 14 лет с последующей стабилизацией.

Под воздействием физических нагрузок во всех возрастных группах срочные изменения диастолического давления характеризовались его уменьшением. Периоды значительного прироста выявлялись через 2 года.

Стабилизация ответной реакции на более высокую нагрузку со стороны диастолического давления обнаруживалась в 14 лет, то есть в период, сенситивный для развития признаков гемодинамики.

Индивидуальные показатели вурфа в состоянии покоя находятся в рамках допустимых колебаний, хотя в возрастном отрезке от 11 до 13 лет количество девочек, имеющих отклонения от идеального в сторону увеличения вурфа, больше, чем в сторону уменьшения. То есть в состоянии покоя возрастные изменения вурфа давления в покое отражают процесс экономизации за счет снижения популяционного разброса значений. Но при этом величина показателя вурфа давления за пределы нормы не выходит ни в одной возрастной группе.

Во всех возрастных группах физическая (рис. 30) нагрузка выводит вурф за пределы нормы покоя. Причем величины ее отклонения после 1-й нагрузки в разновозрастных группах не различаются ( $P > 0,05$ ).

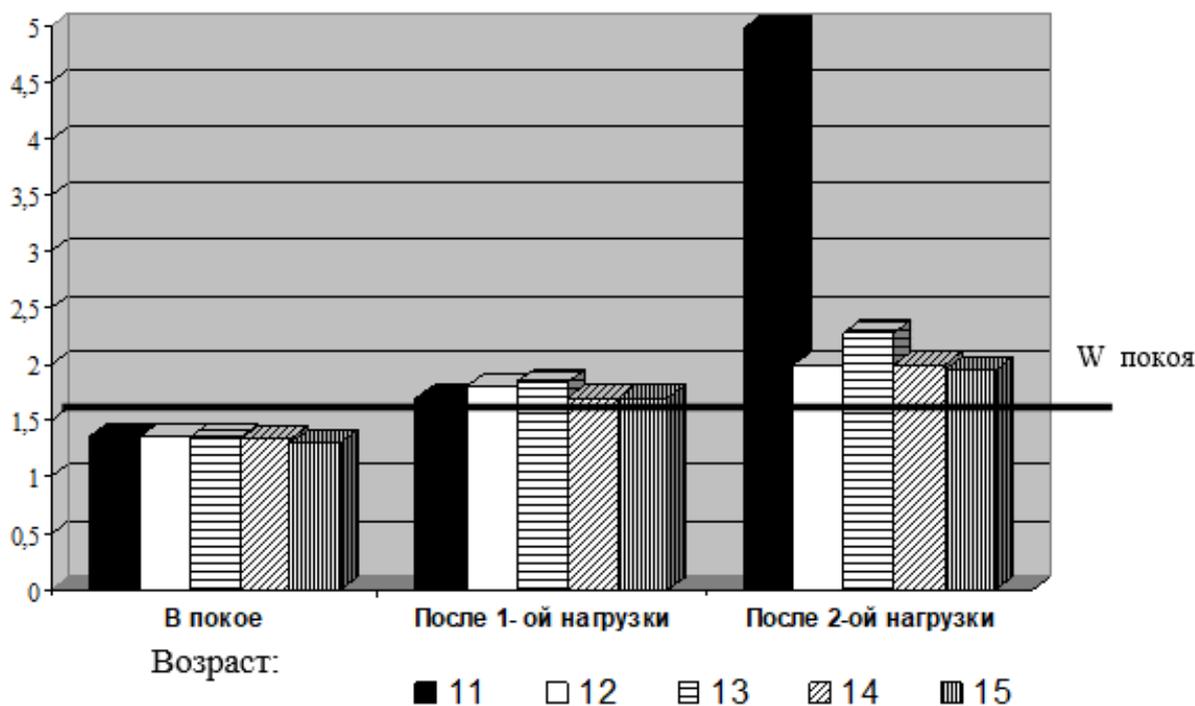


Рис. 30. Динамика вурфа артериального давления девочек под воздействием дозированной нагрузки

Вторая нагрузка делит состав участников эксперимента на две неравные возрастные группы:

- одиннадцатилетние, вурф давления которых увеличивается более высокими темпами, чем при первой нагрузке ( $P < 0,001$ ), и отличается от величины значения других возрастных группы в сторону больших величин ( $P < 0,01$ );

- девочки более старших возрастов, вурф давления которых достоверно увеличивается по сравнению с первой нагрузкой ( $P < 0,05$ ), но прирост ниже, чем в первой группе.

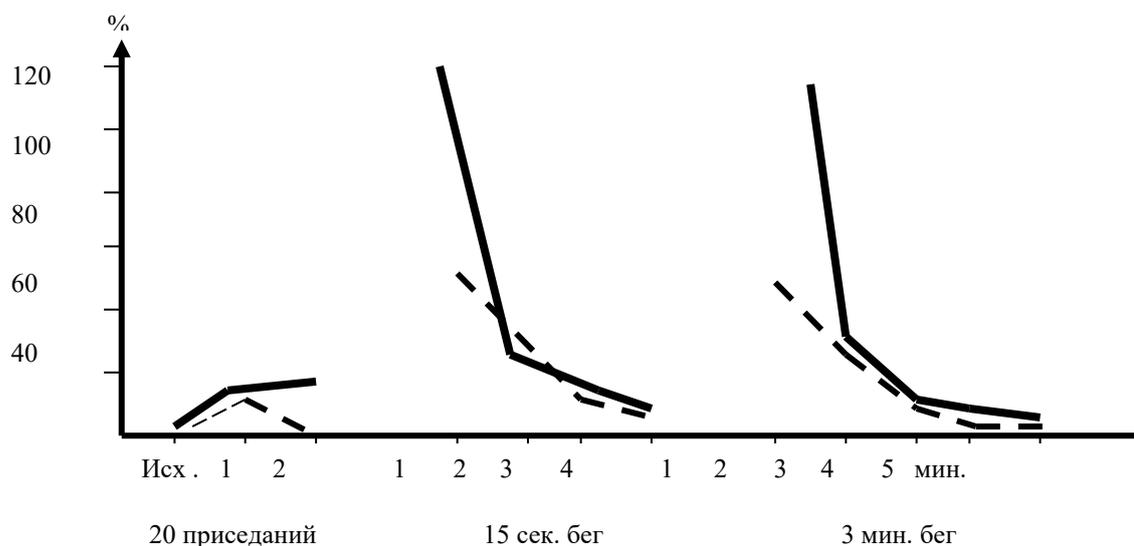
Можно полагать, что при одинаковой нагрузке изменение вурфа давления испытуемых будет совпадать при схожести уровней подготовленности. То есть динамику вурфа артериального давления, величину и характер отклонения от идеального значения определяет взаимодействие двух переменных, а именно величина нагрузки и физическое состояние выполняющих ее.

В качестве иллюстрации данной закономерности можно привести результаты собственных исследований, полученные при изучении общих закономерностей взаимодействия симметрии-асимметрии в спортивной тренировке.

Изучались изменения вурфа артериального давления на стандартные нагрузки у самбистов в начале и в конце подготовительного периода. (Известно, что в конце подготовительного периода уровень физической подготовленности спортсменов значительно выше, чем в начале). Рисунок 31 демонстрирует безусловный факт: на дозированную нагрузку менее тренированные спортсмены отвечают большими сдвигами. Кроме того, при предыдущем обсуждении результатов этих исследований было упущено то обстоятельство, что не только воздействие упражнения вызывает закономерное изменение вурфа, но закономерно проявляется порядок возвращения вурфа в состояние симметрии.

Это позволяет предположить возможность диагностирования физического состояния по скорости восстановления вурфа. Проведены расчеты изменений вурфа артериального давления и процента его отклонения от идеального значения при восстановлении после стандартной нагрузки людей различного возраста на первой минуте (рис. 32) и после 3-5 минут восстановления (рис. 33).

Между показателем вурфа на начальном (1 мин) и на заключительном этапах восстановления различия выражены. Закономерное приближение вурфа к идеальному значению при восстановлении очевидно.



———— - в начале; — — — — - в конце

Рис. 31. Динамика вурфа (в %) при выполнении стандартной нагрузки самбистами в разные периоды годичного цикла.

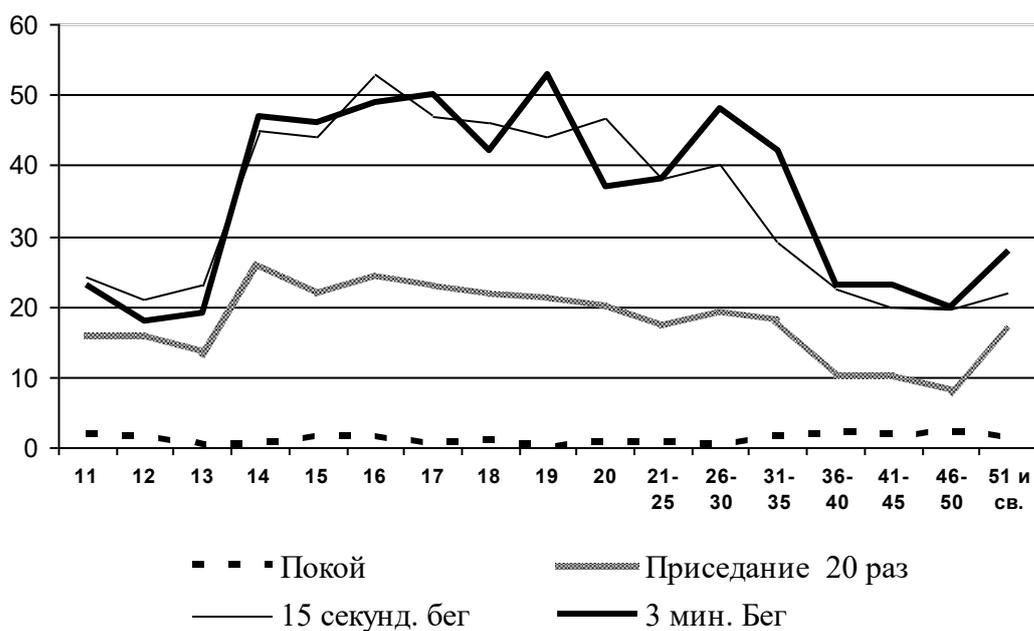
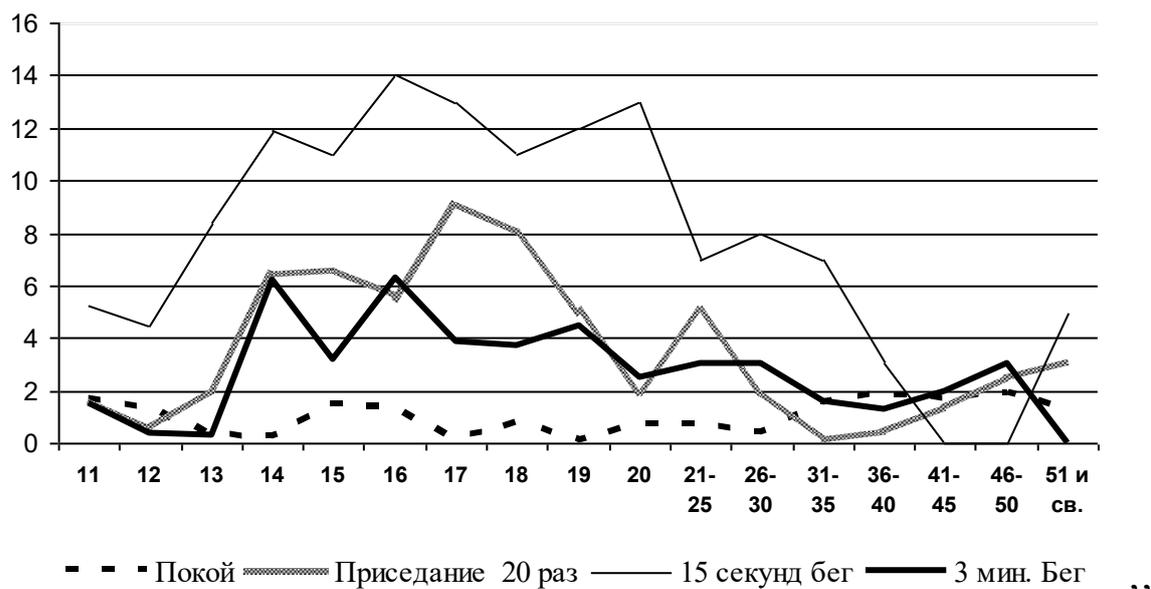


Рис. 32. Изменения вурфа артериального давления людей разного возраста на первой минуте восстановления после стандартной нагрузки (расчеты произведены по данным Р.Е. Мотылянской, Л.И. Стоговой, Ф.А. Иорданской, 1967)



**Рис. 33. Изменения вурфа артериального давления людей разного возраста после 3-5 минут восстановления после стандартной нагрузки (расчеты произведены по данным Р.Е. Мотылянской, Л.И. Стоговой, Ф.А. Иорданской, 1967)**

Возраст как один из важнейших определителей физического состояния отражается на динамике вурфа. По результатам восстановления вурфа к концу 1-й минуты отдыха выделяются три возрастные группы людей:

- 1) от 11 до 13 лет;
- 2) от 14 до 35 лет;
- 3) от 36 до 51 года.

Характер ответа на различные стандартные нагрузки в этих группах совпадает. Таким образом, восстановление вурфа после нагрузки зависит от возраста как от признака, участвующего в определении уровня физической подготовленности.

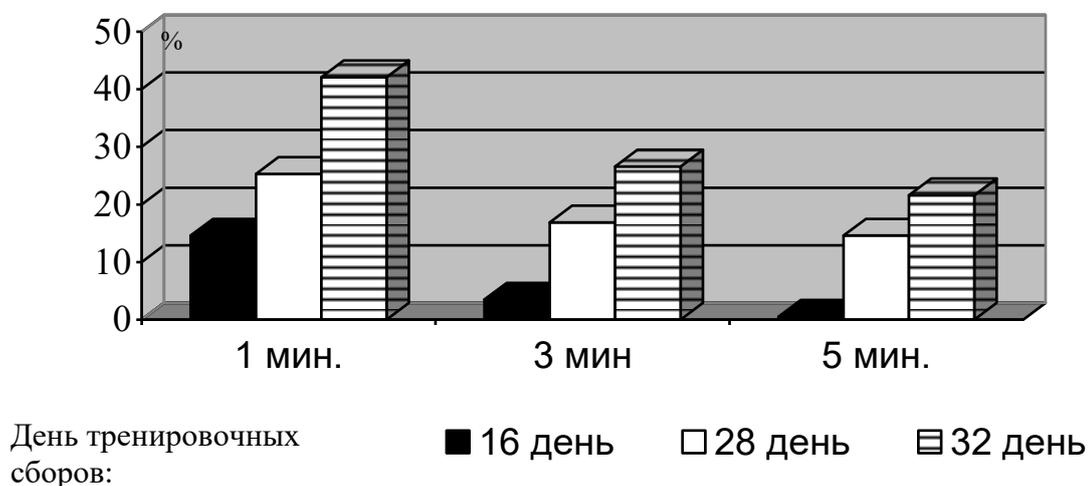
Следует предположить, что если ответная реакция на стандартную нагрузку в гомеостатических показателях, подчиняющихся симметрии себетождественности и симметрии вурфа, совпадает, то тождественным образом они должны отвечать и на максимальную нагрузку.

Известно, что гомеостаз деятельности тренированных спортсменов отличается способностью максимального приближения к ее пределу. В таком случае тренированный человек должен обладать возможностью максимального отклонения вурфа от идеального значения в условиях максимальной нагрузки.

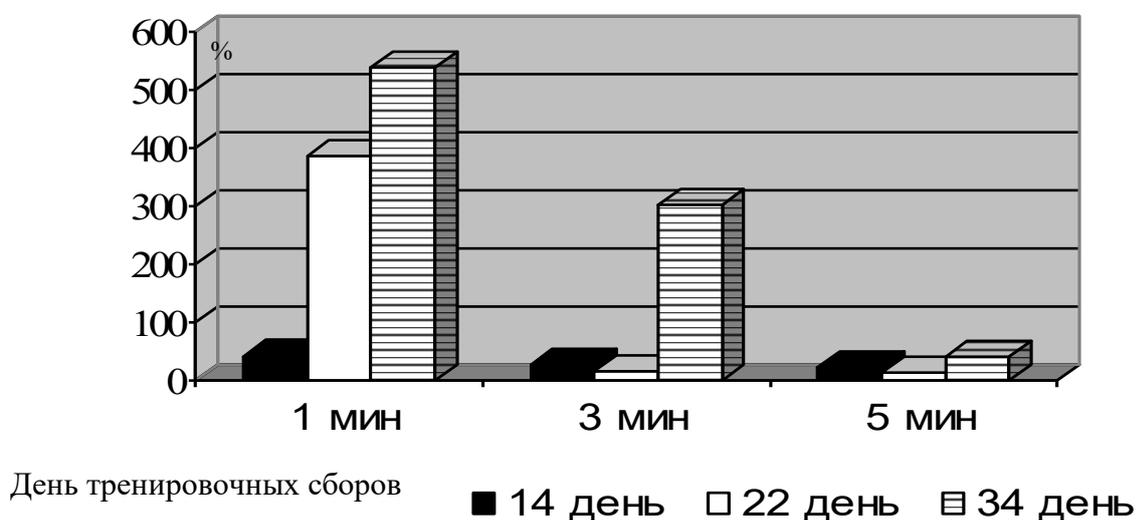
Рассмотрим гипотезу на основании результатов исследований, проведенных Д.А. Алиповым (1969), который в ходе тренировочных сборов спортсменов проводил измерения артериального давления после различных максимальных

нагрузок. Проведенные нами расчеты вурфа артериального давления показывают (рис. 34, 35), что с увеличением тренированности величины отклонения от показателя симметрии увеличиваются.

-



*Рис. 34. Динамика отклонения вурфа от значения симметрии при выполнении максимальной нагрузки переменного характера (рассчитано по данным Д.А. Алипова, 1969)*



*Рис. 35. Динамика отклонения вурфа от значения симметрии при выполнении максимальной нагрузки повторного характера (рассчитано по данным Д.А. Алипова, 1969)*

На скорость восстановления вурфа, безусловно, оказывает влияние уровень тренированности. Однако более тренированные спортсмены достигают таких

величин отклонения вурфа, что в течение 5 мин они не успевают восстанавливаться.

Изложенное выше позволяет утверждать:

- повышение тренированности дает возможность выдерживать большие отклонения от симметрии;

при равном уровне физической подготовленности отклонения вурфа в одной функции и ход ее восстановления будут совпадать.

Самостоятельный интерес представляют пределы толерантности вурфа в различных функциях, то есть пределы вурфа, достигаемые спортсменами при выполнении нагрузки максимальной интенсивности.

В гомеостатических признаках функций, соответствующих симметрии себестождественности, эти пределы устанавливаются довольно точно (около 10-11%). Пределы же изменения симметрии функций, подчиняющихся правилу вурфа, установить пока не удастся. Максимальные отклонения вурфа (табл. 16), определенные в ходе анализа литературных данных, являются лишь ориентирами, позволяющими судить о возможностях организма.

**Таблица 16.**

**Максимальные величины гомеостаза деятельности вурфа артериального давления при выполнении спортсменами нагрузки максимальной интенсивности (по данным литературных источников)**

Автор и год	Вид спорта	Условия измерения	Вурф (W)	
			X±G	% откл. от симметрии
Алипов Д.А., 1969	Легкая атлетика	После бега на 2224 м	9,08	539,7
Казаков М.Б., 1954	Бокс	Сразу после боя	5,025±0,36	283,88
Чермит К.Д., 1983	Самбо	После соревновательной схватки	4,255±1,23	225,1
Сергеев В.А., Титов Г.А., 1967	Взрослые спортсмены	3-кратное приседание со штангой с интервалом отдыха 5 мин	2,5	90,98
Мотылянская Р.Е. с соавт., 1967	Легкоатлеты 18 лет, юноши	После трех забегов на 130 м	2,08±0,16	59,3

То обстоятельство, что воздействие может приводить как к повышению, так и к снижению вурфа, позволяет предположить его прогностическую значимость.

Латерализация отклонения, по-видимому, связана с характером внешнесредового воздействия и с характером адаптационной реакции.

Вторым фактором, отражающимся на величине вурфа в условиях деятельности, является подвижность самой функции. Анализировались данные, полученные учеными, рассматривавшими адаптационное поведение спортсменов при выполнении максимальных нагрузок. В этих условиях вурф емкости легких у легкоатлетов высокого класса (анализ данных М.А. Куракина, 1977) составляет 1,482 у.е., отклонение от симметрии равно 13,06 %; соотношение кислорода и углекислого газа у здоровых мужчин (Dempsey J.A., 1977) – 1,250 (откл. 5,51), соотношение иммунного статуса – 1,257 (откл. 3,97) (Г.С. Орлова с соавт., 1982); соотношение фаз систолы высококвалифицированных велосипедистов (В.В. Михайлов, 1986) – 1,304 (откл. 308).

На основе анализа данных, полученных М.Е. Веленским (1972), М.Б. Казаковым (1954), Р.Е. Мотылянской с соавт. (1967) и др., установлено, что вурф артериального давления может выходить за пределы гомеостаза покоя под влиянием эмоций. Мы полагаем, что процесс психической настройки отражается на величине вурфа по принципу «опережающего отражения» действительности в рамках мобилизации организма для предстоящей деятельности.

В процессе адаптации к мышечной работе происходит расширение диапазона гомеостатических показателей. Однако происходит это лишь в случаях, когда предъявляемые требования к организму высоки. В остальных случаях действует основной механизм саморегуляции – тенденция к меньшему отклонению от физиологического равновесия, что проявляется при ответе на стандартную нагрузку.

Шапошников Е.А. (1993) отмечает прогностическое значение ряда соотношений, подчиняющихся правилу золотого сечения.

К таким признакам он относит соотношения:

- а)  $AB/(AB+BC)$  ( $AB/AC$ ) – индекс 1;
- б)  $AC/AD$  – индекс 2;
- в)  $EK/EB$  – индекс 3;
- г)  $EB/EF$  – индекс 4.

Расчет индексов, произведенный автором на основе данных, опубликованных институтом гигиены детей и подростков, показал их незначительное колебание вокруг инварианты золотого сечения – 0,618.

У мальчиков:

- I индекс – от 0,64 до 0,67 (6,5% отклонение);
- II индекс – от 0,65 до 0,66 (6,5% отклонение);

III индекс – от 0,61 до 0,65 (0,5% отклонение);

IV индекс – от 0,64 до 0,65 (3,2% отклонение).

Инвариантность соотношений, выявленных Е.А. Шапошниковым, подтверждается результатами, полученными нами при обработке материалов многих исследователей с участием совершенно различного контингента.

Кроме того, на основании приведенных выше аналитических данных о взаимосвязи различных проявлений симметрии было предположено наличие закономерных связей по принципу «золотого вурфа» в тех длиннотных размерах тела, в которых проявляется золотое сечение.

На основании расчета данных, приводимых разными исследователями (табл.15), доказано проявление вурфа в соотношениях:

1) а) длина руки; б) длина руки + ширина плеч; в) двойная длина руки + ширина плеч;

2) а) длина ноги; б) длина ноги + длина корпуса; в) суммарная величина длины ног, длины корпуса и длины рук.

В этих признаках вурф равен  $1,309 \pm 0,039$ , а отклонение от идеального укладывается в величину менее 3%.

Следовательно, проявления «золотого вурфа» и «золотого сечения» тесно связаны между собой и адекватно отражают состояние изучаемого признака.

Вместе с тем отмечается, что детерминированность вурфа обеспечивается на более высоком уровне, чем золотого сечения. В свою очередь вурф допускает большие колебания в состоянии покоя, чем гомеостатические признаки. Полученные данные позволяют предположить:

1. Единство происхождения закономерных инвариантных соотношений параметров форм и функций.

2. Проявление другого вида симметрии при наличии одного из видов симметрии.

Для доказательства этих предположений рассмотрим взаимосвязи производных функций, соотносящихся между собой по признаку «золотого вурфа» в переложении взаимодействия по принципу «золотого сечения» в состоянии покоя и после стандартной физической нагрузки.

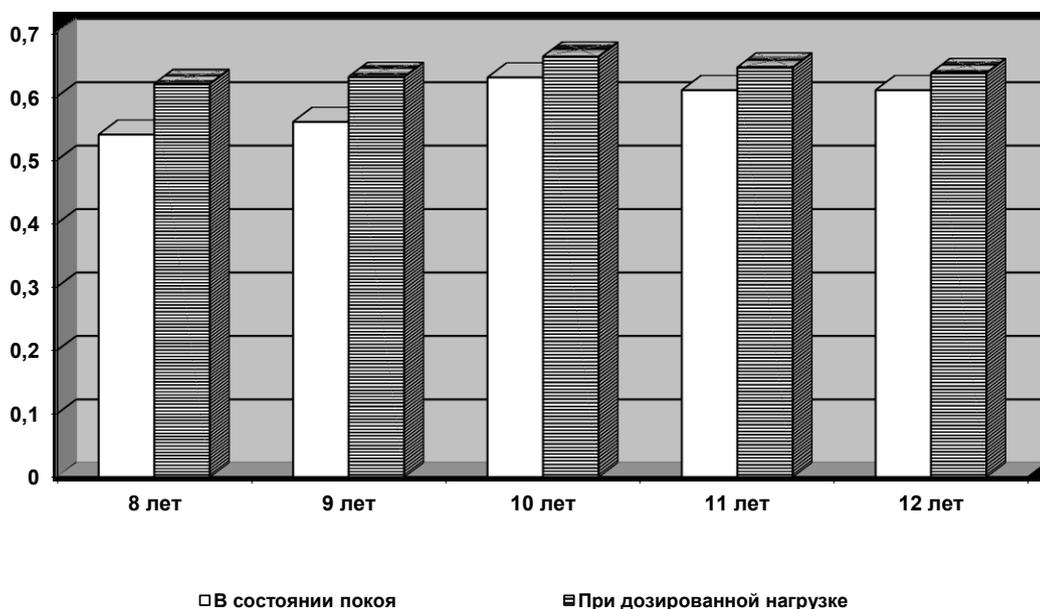
Как было отмечено выше, проявление вурфа как себестождественного инвариативного признака проявляется в соотношениях показателей артериального давления. Кроме доказательства возрастной инвариативности вурфа, проверено и проявление ее при занятиях. Анализ представленных данных позволяет прийти к выводу о том, что показатели систолического и диастолического давления, участвующих в образовании вурфа, соотносятся и по

признаку золотого сечения как у юношей и девушек, не занимающихся спортом, так и у юных спортсменов.

Также подчиняется закономерности золотого сечения жизненная емкость легких и емкость легких; обхват груди, сумма показателей обхвата груди при паузе и при выдохе, деленная на сумму всех обхватных размеров груди; отношение длины предплечья к сумме длины предплечья и кисти; отношение суммы длины предплечья и кисти к длине руки, а также отношение суммы электрической и общей систолы к суммарным затратам на все фазы.

Таким образом, функции, подчиняющиеся принципу «золотого вурфа», одновременно подчиняются и принципу «золотого сечения». Однако не во всех случаях все три соотносящихся в первом случае показателя участвуют в образовании золотого сечения. Мы предполагаем, что наиболее важные показатели функций, образующих вурф (детерминирующие), соотносятся и по признаку сечения. Однако гипотеза осталась непроверенной.

Анализ полученных данных позволяет утверждать, что в состоянии покоя отклонение любых проявлений золотого сечения не превышает 5%. Проверялись значения в покое и изменения показателей артериального давления после 20 приседаний у мальчиков, активно занимающихся спортом. И здесь, как и в случаях с вурфом (рис.36), мы наблюдаем увеличение процента отклонения от идеального сечения при выполнении нагрузок.



**Рис. 36. Проявления золотого сечения в артериальном давлении у детей разного возраста в покое и при дозированной нагрузке**

Тем самым доказана: а) взаимосвязь степеней проявлений симметрий, б) единство их происхождения, в) прогностическая значимость проявляемых симметрии.

Таблица 17.

**Проявление вурфа (W) в признаках, соотносящихся по закону «золотого сечения» (1- W - а) длина руки; б) длина руки+ширина плеч; в) две длины руки+ширина плеч. 2 - W- а) длина ноги; в) длина ноги+длина корпуса; в) в+длина рук)**

Контингент	Автор	L руки	L ноги	L корпуса	Пир. плеч.	W	W	откл. W
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Марафон студенты	Мартиросов Э.Г., 1977					1	1,33	1,65
		76,5	91,6	78,2	39,2			
					2		1,262	3,59
					1		1,33	1,65
		76,7	93,5	84,7	39,8			
					2	1,25	4,50	
мужчины	Автондилов В.С., 1976	75,2	88,5	77,40		2	1,26	3,77
женщины		69,1	82,0	71,28		2	1,26	3,77
пловцы высокого класса: кроль 100м	Булгакова Н.Ж., 1986					1	13,01	0,61
		82,0	93,2	51	42			
						2	1,315	0,47
400 м		80	89,6	52,4	40,1	1	1,33	1,65
						2	1,309	0
1500 м		81	90	50	39,0	1	1,33	1,65
						2	1,308	0,04
на спине		84	95,5	50,7	42,5	1	1,308	0,04
						2	1,317	0,60
дельфин		78	88,8	52,5	40,6	1	1,329	1,51
					2	1,307	0,17	
брасс	77	93,8	51,3	39,0	1	1,332	1,75	
					2	1,312	0,23	
Комплексы.		83	96,4	51,7	41,0	1	1,330	1,65
						2	1,317	0,58

Продолжение таблицы 17.

Контингент	Автор	L руки	L ноги	L корпус а	Шир. плеч.	W	W	откл. W
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Бегуны высокого класса:	Туманян Г.С., Мартыросов Э.Г., 1976							
100 м		77,4	94,7	80,41		2	1,261	3,63
400 м		78,6	96,8	80,96		2	1,263	3,52
800 м		78,3	96,1	80,25		2	1,263	3,49
1000 м		78,1	95,1	79,85		2	1,263	3,52
5000 м		76,8	93,5	77,96		2	1,264	3,45
10000 м		76,6	92,3	78,8		2	1,261	3,63
девушки м.с.плаван	Гориневская В.С., 1971							
13 л		71			35,5	1	1,33	1,86
14 л		70,4			35,9	1	1,331	1,69
15 л		71,5			36,2	1	1,330	1,57
16 л		73,1			37,3	1	1,330	1,57
17-18 л		74,1			37,2	1	1,333	1,82
баскетболис ты	Лутовникова Н.Ю., 1976					1	1,331	1,7
мужчины женщины		79,7	99,1	82,33	40,5			
						2	1,27	2,88
						1	1,33	1,60
		72,4	90,7	73,36	37,0			
				2	1,276	2,52		
Не спортсме ны женщины	Уткин М.И., 1968					1	1,332	1,77
		68,4	83,8	72,35	34,6			
						2	1,276	2,52
гандболисты старших разрядов	Юмашева С.К., 1971	81,2			43,1	1	1,323	1,109
хоккеисты: юноши	Митин В.В., 1971	75,9			39,5	1	1,333	1,82
юниоры		78,1			40,8	1	1,293	1,25
взрослые		76,7			40,5	1	1,325	1,22

Одним из наиболее значимых факторов, лимитирующих работоспособность и длительность жизни человека, является морфофункциональное состояние сердечно-сосудистой системы и, в частности, самой сердечной мышцы. В связи с резким снижением двигательной активности

и возрастанием количества стрессовых ситуаций количество смертельных случаев от заболеваний сердечно-сосудистой системы продолжает увеличиваться. Более того, наблюдается «омолаживание» сердечно-сосудистой патологии.

Несмотря на постоянное обращение исследователей к проблемам состояния сердечно-сосудистой системы, до сих пор остаются недостаточно изученными устойчивые и переменные признаки развития сердца в онтогенезе, сенситивные периоды формирования сердца. Немногочисленные исследования динамики линейных размеров и объема сердца отличаются фрагментарностью и проводятся в основном с участием спортсменов разной классификации и специализации. В.П. Фитингор с соавт. (электр. ресурс) полагали, что методы системно-структурного анализа, основанного на пропорции «золотого вурфа», дадут возможность разделить обследуемых на классы «норма» – «патология» и тем самым количественно оценить состояние миокардиального гомеостаза.

В ходе реализации данного фрагмента исследования решались следующие задачи:

1. Выявить возрастные особенности формирования линейных размеров сердца в онтогенезе и влияние на них повышенной двигательной активности.
2. Определить сенситивные периоды формирования линейных размеров и объема сердца при различных уровнях двигательной активности.
3. Доказать симметричную инвариантность двойного соотношения линейных размеров сердца (вурфа).
4. Сопоставить индивидуальные изменения вурфа в онтогенезе у детей с обычной и повышенной двигательной активностью.

Данные объема сердца человека представляют важную информацию для суждения о производительности аппарата кровообращения. Для определения этого параметра использован метод биплановой телерентгенографии.

Динамика линейных размеров сердца в онтогенезе характеризуется постепенным, но гетерохронным увеличением всех показателей в возрасте от 11 до 19 лет. Длинник сердца у группы, не занимающейся спортом, увеличился с  $12,57 \pm 0,49$  см. (в 11 лет) до  $15,73 \pm 0,40$  см (в 19 лет). Средний групповой прирост за весь период составляет 3,16 см, среднегодовой – 0,35 см. Однако развитие признака в течение одного года происходило не всегда достаточно интенсивно. Так, прирост в возрасте 13 и 14, 14 и 15, 16 и 17 лет недостоверен. Самые высокие темпы увеличения наблюдаются с 11 до 12 лет, а также между 15 и 16 годами ( $P < 0,001$ ). Прирост в остальные годы достоверен.

Поперечник в общем повторяет динамику длинника и увеличивается с  $11,78 \pm 0,49$  см (в 11 лет) до  $14,13 \pm 0,40$  см (в 19 лет). Средний годовой прирост равен  $0,26$  см., а за весь период данный размер сердца увеличивается на  $2,35$  см.

Анализ полученных данных позволяет утверждать:

1. Проявление сенситивных периодов общего развития сердечной мышцы в малой степени зависит от интенсивности двигательной активности детей. Период высокой чувствительности проявляется в 11-12 лет и в 15-16 лет.

2. Повышение двигательной активности способствует при более низком уровне чувствительности получению более высоких показателей прироста.

3. В субкритическом периоде некоторое развитие признака ( $P < 0,05$ ) может произойти только в случае увеличения двигательной активности.

4. Целесообразный объем воздействия в субкритические периоды определяется потребностью поддержания достигнутого уровня, а в периоды высокой чувствительности – потребностью увеличения темпов развития.

5. Достаточный объем двигательной активности приводит к синхронному проявлению периодов высокой чувствительности, тогда как при более низких объемах внешнесредового воздействия они размываются и растягиваются во времени.

Можно констатировать, что степень различий между спортсменами и не спортсменами по поперечному размеру сердца зависит от взаимодействия периодов чувствительности. При этом совпадающие периоды высокой чувствительности приводят к уровню, при котором показатели спортсменов выше при  $P < 0,01$ . Достижимое спортсменами преимущество утрачивается лишь в том случае, если период чувствительности не спортсменов на порядок выше.

Изменения различий между изучаемыми группами детей по длиннику более протяженны во времени и менее подвижны. Совпадение периода высокой чувствительности в период 11-12 лет позволяет спортсменам достигнуть преимущества только при  $P < 0,05$ . Однако в субкритический период формирование длинника у спортсменов продолжается более высокими темпами, что обуславливает в 13 лет появление различий при  $P < 0,01$ , а проявление у спортсменов периода малой чувствительности в 13-14 лет приводит к преимуществу на уровне  $P < 0,001$ . Достижимое преимущество развития длинника сохраняется спортсменами до 18 лет, после чего его уровень снижается ( $P < 0,01$ ) за счет появления у детей, не занимающихся спортом, периода высокой чувствительности и при субкритическом – у спортсменов.

Изменения различий между группами по косому диаметру сердца, так же как и в предыдущих случаях, определяются взаимопроявлением периодов

чувствительности и более прогрессивными изменениями, происходящими у спортсменов. Однако в период 14-15 лет эта закономерность нарушается. При появлении в обеих группах периода малой чувствительности разница в сформированности признака уменьшается до уровня  $P < 0,05$ . Причину данного отступления от общего правила развития выявить не удалось.

Адаптационное увеличение объема сердца у спортсменов определяют как регулируемое (Я.Е. Бугаец, 2000; В.Л. Карпман с соавт., 1978, 1980 и др.).

Динамика развития объема сердца характеризуется возрастной тенденцией увеличения показателя абсолютного объема как у юных спортсменов, так и у их нетренированных сверстников (табл. 18).

Таблица 18.

**Развитие объема сердца мальчиков и юношей (см<sup>3</sup>) Республики Адыгея в онтогенезе в зависимости от двигательной активности**

Возраст	Нетренированные				Спортсмены			
	n	$\bar{x}$	$\sigma$	m	n	$\bar{x}$	$\sigma$	m
11	24	521,34	65,13	13,29	21	543,95	79,13	17,27
12	26	583,68	88,6	17,38	22	655,98	91,6	19,53
13	28	637,09	81,7	15,44	34	703,65	103,5	17,75
14	26	684,10	89,8	17,61	32	778,60	95,4	16,86
15	28	721,64	87,6	16,55	34	818,78	89,7	15,38
16	36	763,69	90,3	15,05	31	953,39	91,14	16,37
17	36	823,83	88,3	14,72	32	968,88	103,2	18,24
18	25	883,57	86,7	17,34	36	997,92	106,7	18,16
19	16	976,99	84,7	21,17	32	1060,5	108,9	21,25

По темпам прироста объема сердца и у спортсменов, и у их сверстников, не занимающихся спортом, наблюдается гетерохронность формирования показателя. У мальчиков с низкой двигательной активностью выделяют три периода:

- 1) от 11 до 14 лет – развитие показателя при снижающихся темпах роста;
- 2) 14-16 лет – достоверного прироста объема сердца не происходит;
- 3) 16-19 лет – бурное увеличение объема сердца при тенденции повышающихся темпов прироста.

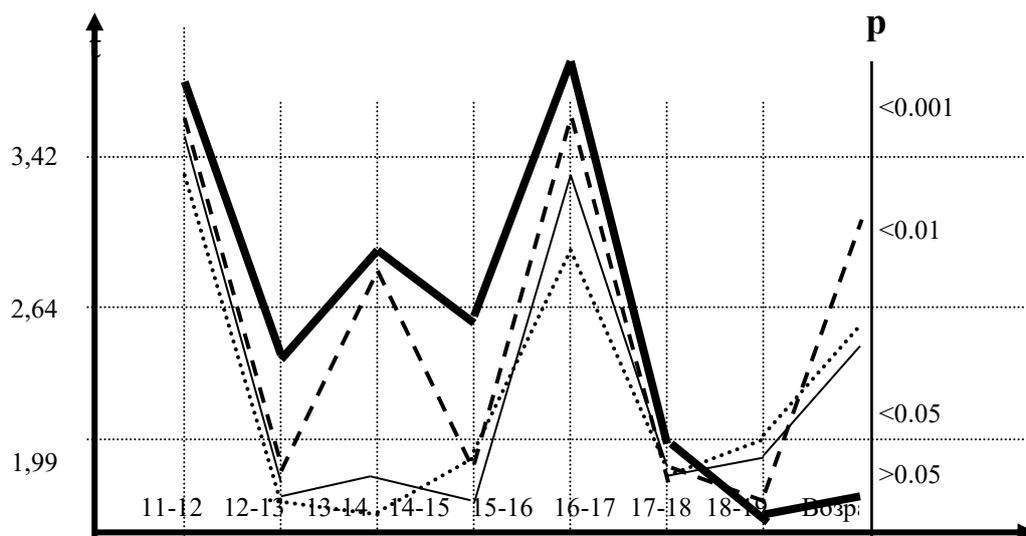
Чередование «всплеска» и «отдыха» составляет 2-3 года. Влияние физических нагрузок в периоды развития, по данным многих авторов, приводит к резкому приросту показателя. Однако для сердца данное положение верно только частично. Воздействие физических упражнений приводит, с одной стороны, к

увеличению интенсивности темпов прироста в одни годы, но, с другой стороны, периоды подъема и спада повторяются чаще.

До 17 лет цикличность составляет год. Так, между 11-12 ( $P < 0,001$ ), 13-14 ( $P < 0,01$ ) и 15-16 ( $P < 0,001$ ) годами обнаруживается увеличение объема сердца, тогда как между 12-13, 14-15 и 16-17 годами прирост показателя недостоверен.

Если основной прирост у детей, не занимающихся спортом, приходится на 18-19 лет ( $P < 0,001$ ), то у спортсменов в этом возрасте увеличение происходит на более низком уровне ( $P < 0,01$ ). То есть предыдущее повышение двигательной активности не только увеличивает темпы прироста, но и ускоряет наступление периода максимального развития признака.

Характер изменений, происходящих в объеме сердца у спортсменов до 18 лет (рис. 37), полностью повторяет динамику косоуго диаметра, и лишь в 19 лет при снижении темпов прироста косоуго диаметра наблюдается достоверное увеличение объема. Обращает на себя внимание тот факт, что в этот промежуток времени проявляется достоверное ( $P < 0,05$ ) увеличение длинника и поперечника.

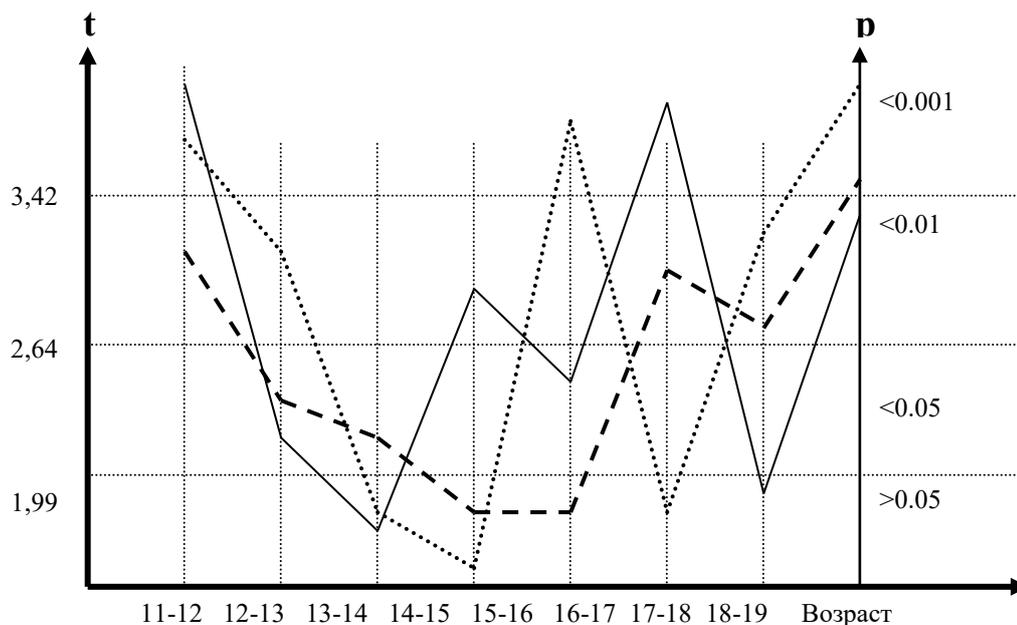


**Рис. 37. Сопоставительная динамика годичных приростов линейных размеров и объема сердца мальчиков и юношей с повышенной двигательной активностью (сплошная толстая – косоуго диаметр, сплошная тонкая – поперечник, круглые точки – длинник, объем сердца)**

Исходя из полученных результатов, мы полагаем, что под воздействием физических упражнений происходит преимущественное увеличение косоуго диаметра сердца, вызываемого гипертрофированием левого и правого желудочков. Развитие размера преимущественно определяется увеличением объема сердца, однако если одновременно увеличиваются длинник и поперечник,

то это так же приводит к росту объема сердца. Является ли такая взаимосвязь развития параметров сердца свойственной и детям, не занимающимся спортом?

Сопоставительный анализ динамики объема и линейных размеров сердца показывает (рис. 38), что выраженного соответствия между темпами развития какого-нибудь одного размера и объемом сердца не обнаруживается, хотя характер прироста объема в большей степени отражается в изменении косого диаметра.



**Рис. 38.** Сопоставительная динамика годичных приростов линейных размеров и объема сердца детей и юношей, не занимающихся спортом (сплошная толстая линия - косой диаметр, сплошная тонкая - поперечник, круглые точки - длинник, объем сердца - штрих)

Вероятно, объем сердца при отсутствии интенсивного внешнесредового воздействия определяется равномерным развитием всех размеров сердца.

Судить об уровне воздействия физических упражнений на увеличение объема сердца можно при определении различий между показателями одновозрастных детей с разным уровнем актуализации ССС.

Совпадение периодов интенсивного формирования объемов сердца у детей с разным уровнем двигательной активности нивелирует различия. Это наблюдается в 11-летнем и 19-летнем возрасте.

Можно предположить, что при достижении спортсменами определенного уровня сформированности объема сердца темпы дальнейшего формирования признака замедляются, несмотря на устойчивое воздействие. Показатель  $t$  с 16-летнего возраста неуклонно снижается, что говорит о постепенном уменьшении

прироста. То есть эффективное воздействие на формирование объема сердца по мере необходимости целесообразно осуществлять до 16 лет.

Период малой чувствительности развития объема сердца у детей, не занимающихся спортом, наблюдается между 11-13 годами, а затем воспроизводится между 16-18 годами. В 19 лет проявляется период средней чувствительности.

Изменения, происходящие в периоды малой чувствительности в этой группе испытуемых, проявляются в увеличении объема сердца на уровне ( $P < 0,05$ ) (между 12-13 годами). Во всех случаях при проявлении субкритического периода достоверных приростов не наблюдается. Исключение составляет 13-14-летний возраст, когда увеличение объема происходит на уровне значимости  $P < 0,05$ . Вероятно, здесь проявляется реактивность организма, приводящая к некоторому развитию органа, и после завершения интенсивного периода формирования.

Зависимость между периодом и темпом прироста у спортсменов более определена. В период средней и высокой чувствительности объем сердца увеличивается при значимости  $P < 0,001$ , в период малой – при  $P < 0,01$ .

В ходе исследований и анализа изменчивости линейных размеров сердца в онтогенезе обнаружено, что повышение двигательной активности: увеличивает темпы прироста показателей; ускоряет наступление периода максимального развития объема сердца; синхронизирует процессы развития разных размеров и объема сердца.

Таким образом, напрашивается вопрос: «Насколько это целесообразно и эффективно для деятельности сердечно-сосудистой системы?» В основу наших исследований в этой связи легли несколько предпосылок:

1. В соответствии с биологической закономерностью предел индивидуального роста элементарных биологических объемов определяется обменом между объектом и окружающей средой (А.Г. Дембо, 1976; П.Д. Шапоренко, 1992).

2. Противоречие между темпами развития объема (увеличивается в кубе) и площади (увеличивается в квадрате) разрешается в обычной клетке делением и увеличением за счет этой поверхности (А.Г. Дембо, 1980; П.Д. Шапоренко, 1992).

3. «Миокардиальная клетка в процессе эволюции утратила способность к делению» (А.Г. Дембо, 1980).

4. Закономерные взаимоотношения между признаками в организме проявляются в виде симметричной инвариантности.

Если точное определение степени соответствия между объемом сердца и его поверхностью представляет на сегодняшний день для нас неразрешимую задачу в связи со сложной конфигурацией сердца, то определение закономерных соотношений величин, являющихся следствием взаимосвязи объема и поверхности, труда не составляет.

Рассмотрим возможность отнесения термина «инвариантность» к двойному соотношению (вурфа) длинника, поперечника и косо́го диаметра.

Показатель вурфа (табл. 19) у детей, не занимающихся спортом, колеблется от 1,306 до 1,330 усл. ед. При этом максимальное отклонение от идеального в возрастных группах наблюдается в возрасте 16 лет (1,58%). То есть во всех возрастных группах, вне зависимости от темпов прироста показателей, соотношение между размерами остается практически неизменным.

Таблица 19.

**Соответствие соотношений размеров сердца значению «золотого вурфа»**

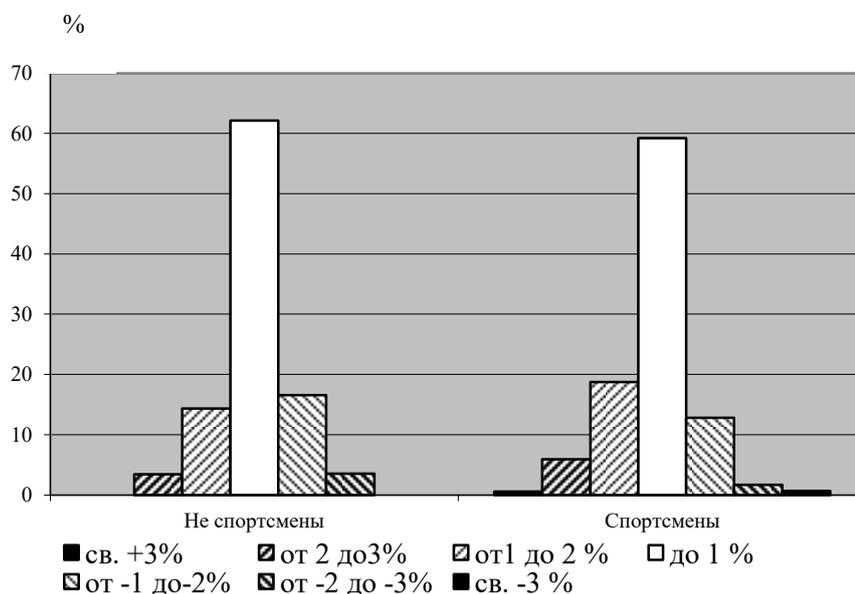
Возраст	Не спортсмены		Спортсмены	
	W	% отклонение от идеального значения W	W	% отклонение от идеального значения W
11	1,306	0,23	1,310	0,80
12	1,310	0,80	1,304	0,35
13	1,327	1,37	1,310	0,80
14	1,323	1,09	1,317	0,59
15	1,323	1,04	1,311	0,18
16	1,330	1,58	1,321	0,81
17	1,317	0,68	1,322	1,03
18	1,326	1,33	1,323	1,12
19	1,323	1,12	1,312	0,24

Как отмечалось выше, прирост линейных размеров сердца у спортсменов происходит синхронно, тогда как у лиц, не занимающихся спортом, наблюдается асинхронность. Несмотря на временные различия максимального прироста показателей, и у спортсменов соотношения практически остаются неизменными (колеблются от 1,304 до 1,323 усл. ед., что соответствует от 0,35 до 1,12% отклонения от идеального значения вурфа). Следовательно, пропорция вурфа соблюдается и в обеих группах. Расчет достоверности различий между процентными отношениями от идеального значения W, проведенный по методу

сравнения В.С. Генеса, показал отсутствие различий между всеми возрастными группами как у спортсменов, так и у лиц, не занимающихся спортом. Отличия не обнаружены и между спортсменами и не спортсменами.

Следовательно, сохранение и поддержание нормального соотношения  $W$  является закономерностью развития параметров сердца. Представляет интерес и тот факт, что в периоды малой и средней чувствительности объема сердца изменения вурфа у спортсменов характеризуются некоторым уменьшением отклонения показателя  $W$  от идеального, тогда как при максимальных темпах прироста и в субкритический период наблюдается увеличение степени отклонения. Хотя, как было отмечено выше, отклонения  $W$  недостоверны, но данный факт приведен нами в силу того, что в этом конкретном случае чрезмерное внешнесредовое влияние и вызывает те микроскачки, которые затем могут перейти в патологическое «спортивное сердце». У лиц, не занимающихся активно спортивными упражнениями, подобная тенденция обнаружена не была.

Представляет интерес характер распределения на группы в зависимости от индивидуальных показателей вурфа. Количество детей, не занимающихся спортом и попадающих в группу, в которой отклонение идеального значения вурфа не превышает  $\pm 1\%$ , составляет в среднем по всем возрастам  $60,13 \pm 3,95\%$  (рис. 39).



**Рис. 39. Количество мальчиков и юношей, попадающих в разные группы по отклонению вурфа размеров сердца от идеального значения**

При распределении детей по отклонениям от вурфа индивидуальный показатель характеризуется закономерным уменьшением количества случаев с увеличением уровня отклонения. Так, увеличение вурфа свыше 1% и до 2% от идеального проявляется у  $14,33 \pm 2,21\%$ , свыше 2% до 3% – только у  $3,44 \pm 2,06\%$ . Подобная картина наблюдается и при рассмотрении количества лиц, имеющих отклонение от вурфа в сторону уменьшения (до 2% –  $16,55 \pm 1,16\%$ ; до 3% –  $3,55 \pm 2,79\%$ ). Характерно, что среди здоровых детей, не занимающихся спортом, ни в одном из случаев не было обнаружено индивидуального отклонения от идеального значения вурфа, превышающего 3%.

Закономерность уменьшения в группе количества лиц с увеличением отклонения от  $W$  проявляется и у спортсменов. Так, процент детей, имеющих отклонение от идеального значения вурфа  $\pm 1\%$ , составляет  $59,22 \pm 5,53\%$ ; 2% –  $18,75 \pm 1,75\%$ ; 3% –  $5,89 \pm 1,73\%$ . Примерно такие же данные отмечаются и при рассмотрении отрицательного отклонения: -2% –  $12,78 \pm 4,37\%$ ; -3% –  $1,67 \pm 0,47\%$ .

Отличительной особенностью группы спортсменов от групп лиц, не занимающихся спортом, является то, что если во второй группе не обнаружено ни одного индивидуального отклонения свыше  $\pm 3\%$ , то у спортсменов появляется такая подгруппа. Она составляет выше 3% –  $0,56 \pm 0,83\%$  и ниже 3% –  $0,67 \pm 0,82\%$ .

Различия между количеством лиц, попадающих в подгруппу, у которых отклонение от  $W$  не превышает 1% между спортсменами и не спортсменами, не обнаруживается ( $t=0,21$ ;  $P>0,05$ ).

Между количеством лиц, попадающих в остальные группы, различия достоверны при  $P<0,05$ . При этом у спортсменов обнаруживается большее количество лиц, попадающих в подгруппы с более высокими относительными значениями вурфа, и наоборот, у не спортсменов много тех, у кого отрицательное отклонение вурфа.

Анализ полученных по данному разделу данных позволяет подчеркнуть:

1. Наиболее опасными периодами, когда пропорции сердца чаще всего нарушаются, являются периоды высокой чувствительности и субкритические периоды формирования объема сердца. Поэтому физическая нагрузка в возрастных группах от 13 до 17 лет у лиц, не занимающихся спортом, должна дозироваться особенно тщательно.

2. Устойчивыми признаками при формировании сердца в онтогенезе являются:

- ритмичность, проявляющаяся в чередовании процессов повышенного и пониженного темпов прироста;

- инвариативность вурфа, определяющегося как двойное соотношение линейных параметров сердца;

- сохранение тенденции прогрессивного развития размеров сердца.

3. Изменчивыми признаками, отражающими внешнесредовое воздействие, являются: проявление гетерохронности, интенсивность развития параметров сердца, уровень развития линейных размеров и объема сердца.

4. Развитие линейных размеров сердца у детей, подростков и юношей 11-19 лет характеризуется тенденцией гетерохронного увеличения всех показателей. Проявления сенситивных периодов общего развития сердечной мышцы в малой степени зависят от интенсивности двигательной активности детей. Максимальные темпы прироста (период высокой чувствительности) наблюдаются в 11-12 и 15-16 лет.

5. Регулярные занятия спортом, как правило, не только не нарушают естественный ход формирования сердца, а способствуют более гармоничному развитию; темпы дефинизации носят равномерный и однонаправленный характер, что приводит к нивелированию феномена гетерохронности развития.

6. Возрастная динамика объема сердца у детей, не занимающихся спортом, определяется совокупным изменением всех линейных параметров сердца. Характер изменения данного показателя у спортсменов преимущественно определяется изменениями косоугольного диаметра. Вероятно, это связано с гипертрофией левого и правого желудочков сердца, вызываемой увеличением степени адаптации под воздействием физических упражнений.

7. Различие линейных размеров и объема сердца между группами спортсменов и не спортсменов нивелируется при совпадении периодов максимального развития показателя и возрастает в случае проявления субкритического периода.

8. У детей, не занимающихся спортом, период значительных приростов объема сердца более длителен и менее интенсивен (с 11 до 13 и с 16 до 19 лет) более длителен и субкритический период (с 14 до 16 лет). У спортсменов период высоких приростов повторяется практически через год, чередуясь с субкритическими периодами.

9. Двойное соотношение длинника, поперечника и косоугольного диаметра сердца подчиняется закономерностям «золотого вурфа» и выражается в числовом значении  $W=1,309$ . Индивидуальное отклонение от идеального значения у детей, не занимающихся спортом, не превышает 3%. У основной массы детей, занимающихся спортом, данная закономерность также проявляется. Только в период максимальных приростов объема сердца, после длительных занятий в 15-

18 лет у незначительного числа спортсменов (чуть больше 1%) наблюдаются отклонения  $W$  более 3%.

10. Значение «золотого вурфа» остается относительно постоянным независимо от возраста и уровня двигательной активности и может быть признано симметрично-инвариантным признаком.

11. Проявление пропорции «золотого вурфа» является производным биологической закономерности – единства и борьбы объема и поверхности клетки при развитии. Нарушение данного соотношения размеров сердца свыше 3% отклонения от идеального значения  $W$  представляется микроскачком, приводящим при продолжении нерационального воздействия к патологическому «спортивному сердцу». Доказательство данного предположения позволит диагностировать предпатологическое состояние, поэтому этот аспект требует особого внимания.

### 3.3. Прогностические возможности вурфа

Как было доказано в ряде наших предыдущих работ (К.Д. Чермит, 1994; 1992; 1995, 1994; 1996, 1999, 1993 и др.), гомеостаз покоя функций человека, подчиняющихся симметрии проективного соотношения между тремя упорядоченными признаками, существенно отклоняется от вурфа, равного 1,309 условных единиц только в случае патологии (табл. 20).

Величина отклонения, позволяющего констатировать превышение допустимой асимметрии, составляет более 5%. Величина отклонения в диапазоне от 3 до 5% представляет собой напряженное состояние функции.

Как отмечалось выше, гомеостаз деятельности вурфа различных функций проявляется сходным образом, и лишь величина отклонения определяется подвижностью функций. Абсолютное совпадение проявлений вурфа в гомеостазе покоя и близость характера ее изменений в гомеостазе деятельности позволяет рассмотреть общие закономерности на конкретной функции – обеспечении артериального давления.

Имеется несколько предпосылок, описанных выше и позволяющих приступить к изучению прогностических возможностей вурфа:

1. Отклонения вурфа покоя от идеального значения при заболевании, касающемся конкретной системы, являются закономерными.

2. Отклонения вурфа покоя при патологии может быть как в сторону увеличения, так и в сторону уменьшения. Однако одно и то же заболевание вне зависимости от индивидуальных особенностей больных, от степени длительности болезни обеспечивает сдвиг латерализации только в одну сторону (ишемическая

Таблица 20.

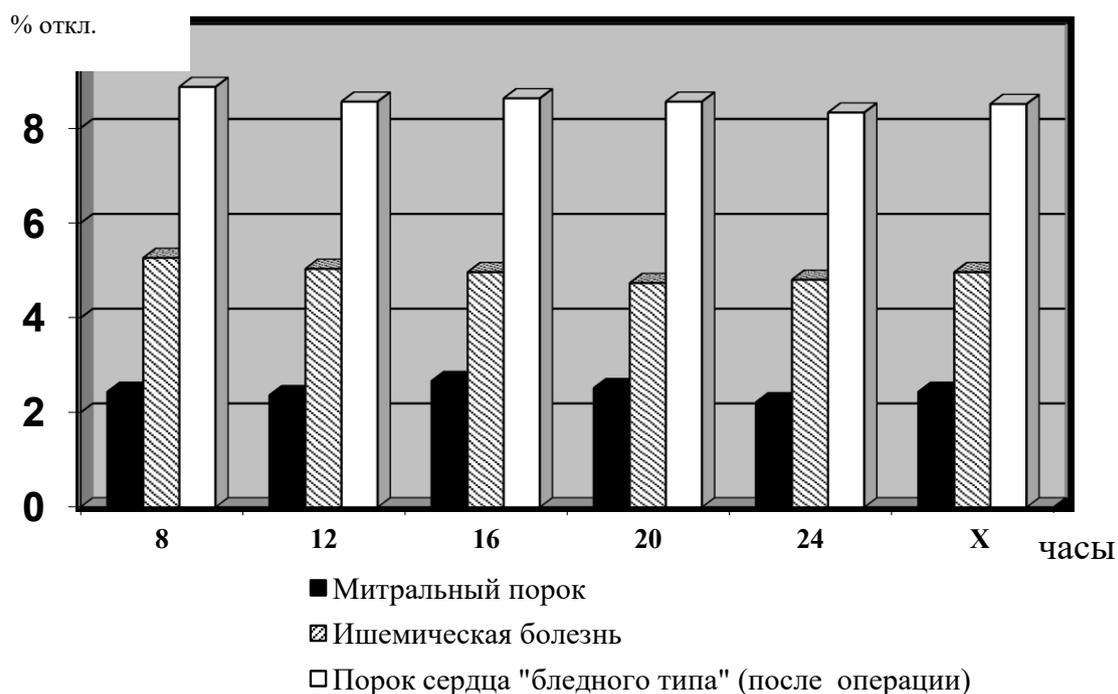
## Показатели вурфа больных людей

Источник данных	Контингент	Болезнь	Место проявления вурфа	Значение вурфа	% отклон.
Савицкий Н.Н. (цит. по Баевскому Р.М. и Мотылянской Р.Е. 1986)	М. 60-70 л.	Атеросклероз + ишемическая болезнь	артериальное давление	1.430	9.24
	М.70 л. и старше Ж.60-79 лет			1.529	6.81
	М.70 л. и старше Ж. 60-70 лет	Атеросклероз + гипертоническая болезнь		1.430	9.24
				1.434	9.55
	После Выздоровления			1.422	8.63
		1,289	1,53		
Захарова Н.Г., Каплина Э.С. 1976	До выздоровления	Больные ревматизмом сердца	артериальное давление	1,392	7,00
	После выздоровления			1,286	2,00
Немцова Е.Е., Шафеева М.Г	Велосипедисты-шоссейники	Перетренированность	артериальное давление	1,375	5,04
Орлова Г.С. 1992	Лыжники	Переохлаждение	иммунный статус	1,247	4,74
Окунева В.Н., Власова Ю.А. и др. 1987	Больные	ВПС бледного типа	газообмен O <sub>2</sub> , CO <sub>2</sub> в крови	1,381	5,49
	Больные	Митральный порок		1,384	5,71
	После операции			1,344	271
Гольдштейн А.Б. 1968	Школьницы 13 лет	Ревматизм, недостаточность митрального клапана	окружность груди	1,364	4,20
	Они же после коррекции			1,345	2,75
Готовцев П.И., 1975	Больные	Остеохондроз	артериальное давление	1,17	11,02

болезнь, митральный порок сердца, инфаркт, остеохондроз приводят к снижению, а перетренированность, ревматизм, порок сердца «бледного типа» – к повышению вурфа артериального давления).

3. Латерализация асимметрии вурфа покоя разных функций может не совпадать между собой (у больных, имеющих порок сердца «бледного типа», вурф давления и вурф содержания  $O_2$  и  $CO_2$  повышаются; у страдающих митральным пороком вурф соотношения  $O_2$  и  $CO_2$  увеличивается, а вурф давления уменьшается).

Следовательно, динамика вурфа не только позволяет констатировать болезнь вообще, но и диагностировать ее. Для иллюстрации данной закономерности рассмотрим проявление вурфа в суточной динамике у людей, страдающих различными заболеваниями (рис. 40). Отмечается сохранность показателя в течение суток, без существенных изменений, при этом каждой патологии соответствует своя величина отклонения вурфа от гомеостатического уровня.



**Рис. 40. Показатель вурфа артериального давления и его отклонения от симметрии в суточном ритме больных людей (рассчитано по данным Г.Н. Окуневой, Ю.А. Власова, Л.Т. Шепелевой, 1987)**

В этой связи представляет интерес анализ с точки зрения динамики вурфа – данных, полученных Ю.Ю. Даутовым. (1994) при разработке проблемы лечения гипертонии (табл. 21).

Таблица 21.

Динамика показателей артериального давления (по Ю.Ю. Даутову, 1994) и показателя вурфа в процессе лечения больных с разным типом гемодинамики

Тип гемодинамики	Время обследования	Группа с мягкими формами артериальной гипертонии				Больные 1 стадии			
		Артериальное давление (мм рт. ст.)		W		Артериальное давление (мм рт. ст.)		W	
		Систола	Диастола	Значение	%	Систола	Диастола	Значение	%
Без учета гемодинамики n=153	до болезни	142,6±0,91	86,0±0,62	1,329	1,533	169,56±1,58	96,85±0,88	1,375	5,07
	после болезни	125,9±1,53	78,7±0,96	1,300	0,7	133,75±1,81	83,66±0,63	1,299	0,74
Гипертонический тип (n=64)	до болезни	142,2±1,4	85,8±0,98	1,329	1,533	170,21±2,49	97,39±0,87	1,374	4,95
	после	125,9±1,0	78,6±0,96	1,301	0,619	132,36±1,11	83,52±0,89	1,292	1,27
Эукофонический Тип n=53	до болезни	142,4±1,62	87,03±0,89	1,280	2,24	171,74±2,77	96,52±0,81	1,39	6,16
	после болезни	122,1±2,07	78,3±0,74	1,318	0,69	132,45±1,09	83,42±0,58	1,294	1,15
Гипокинетический тип N=30	до болезни	141.5±1.9	84.0±0.79	1.342	2.54	167.04±1.04	92.26±0.91	1.405	7.35
	после болезни	128.6±1.18	77.3±0.55	1.332	1.74	136.26±1.28	83.65±0.87	1.314	0.42

Независимо от типа гемодинамики показатель вурфа у больных людей имеет значительное отклонение от своего идеального показателя (свыше 5%) (рис. 47). Довольно высокий уровень несоответствия «золотому вурфу» обнаруживается и при мягких формах артериальной гипертонии. Но отклонение тем больше, чем выше стадия гипертонической болезни. В результате немедикаментозного лечения больных «мягкой» формой артериальной гипертонии с использованием разгрузочно-диетической терапии в сочетании с психокоррекцией, а также лечения больных первой стадии с помощью медикаментозных средств, врачу удалось обеспечить стойкий гипотензивный эффект.

Для проверки полученных результатов динамики показателей и доказательства прогностических возможностей проведено изучение вурфа артериального давления в ходе реабилитации после инфаркта миокарда и венэктомии. Целью данного фрагмента исследования было изучение изменчивости функциональных признаков сердечно-сосудистой системы при различном уровне актуализации двигательных функций средствами лечебной физической культуры.

Показатель вурфа (рис. 41) в первый день поступления после острого приступа инфаркта миокарда в состоянии покоя выше нормы, а отклонение составляет 2,21%. То есть данные противоречат предыдущим выводам в той части, в которой говорится о резком увеличении вурфа в результате патологии.



*Рис. 41. Динамика вурфа в процессе лечения после острого приступа инфаркта миокарда*

В ходе применения средств медикаментозного лечения и ЛФК, в отличие от ожидавшегося эффекта, наоборот, вурф повысился и к 6-ому дню достиг значения

1,358, что выше допустимого предела на 3,74%. И в дальнейшем вурф продолжал повышаться, достигнув к моменту констатации врачами относительного выздоровления уровня 1,379, что почти вдвое превышает допустимый предел (5,35%).

На наш взгляд, здесь проявляется реактивность организма, в ходе реализации которой функция пытается вернуться в привычное для себя патологическое состояние, приведшее к обширному инфаркту миокарда. Вместе с тем при улучшении состояния пациентов и повышении возможности более эффективного выполнения физических упражнений, входящих в состав комплекса ЛФК, наблюдается вначале (до 7 дня) увеличение вурфа, а после привыкания к нагрузке – постепенное его снижение. То есть в данной части выводы, сделанные на основании обследования здоровых людей, можно перенести и на людей, имеющих патологию.

Среди причин, приведших к варикозному расширению вен, изменение артериального давления может и не является ведущим для некоторых пациентов. Вероятно, по этой причине среднегрупповой показатель вурфа в состоянии покоя на протяжении всего периода реабилитации находится в пределах нормы. При этом единственный случай колебания вурфа отмечается на 5-й день, однако он не выше допустимого предела нарушения константы ( $W=1,326$ , % отклонения – 1,3).

Изменение значения вурфа в результате приспособительных реакций (рис. 42) характеризуется вначале увеличением вурфа (вероятно, в результате улучшения возможности проявлять высокую работоспособность), а затем, после 8-го дня – снижением (с этого дня идет процесс адаптации к нагрузкам, что доказывается динамикой остальных показателей гемодинамики).

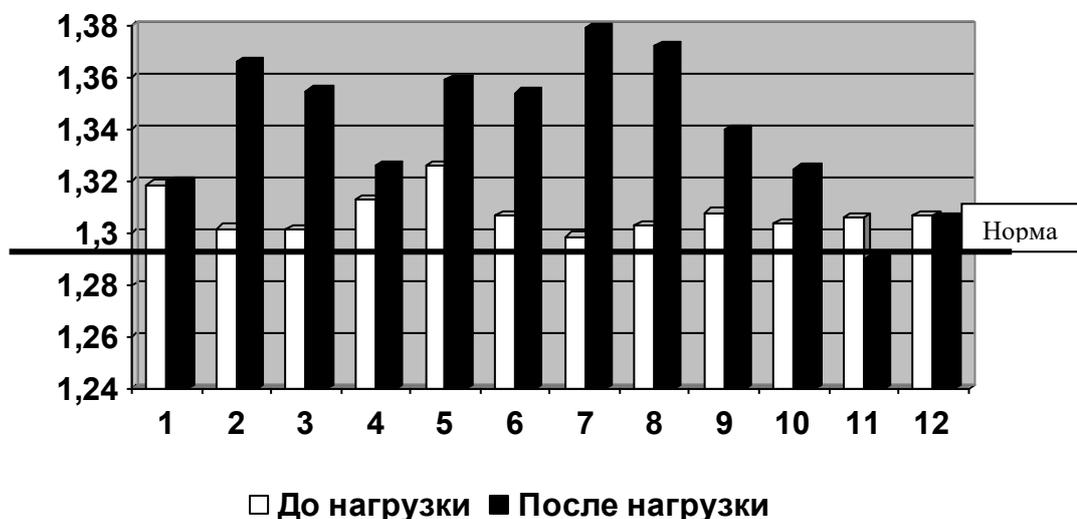


Рис. 42. Динамика вурфа в процессе лечения после венэктомии

Если наши рассуждения верны, то при рассмотрении распределения пациентов в зависимости от соответствия вурфу количество людей, попадающих в группу с показателем вурфа, соответствующего норме, с выздоровлением будет увеличиваться. Рассмотрим эту гипотезу. Количество пациентов после венэктомии, имевших вурф ниже нормы, в первый день составило 16%, норму – 28% и выше нормы 56%. В ходе применения лечебно-восстановительных процедур наблюдается постепенное увеличение числа лиц с нормальным значением вурфа. Однако если до 6-го дня эта тенденция не сохранялась, то в 6, 7, 8, 9-й дни произошло уменьшение этой группы и некоторое увеличение количества лиц с более низким вурфом. Впоследствии соотношение восстановилось примерно до достигнутого уровня.

В группе больных, перенесших инфаркт миокарда, наблюдалась устойчивая тенденция к увеличению количества лиц, имевших вурф выше допустимых значений, при снижении числа лиц, имевших норму.

Таким образом:

1. Происходящие позитивные изменения гемодинамики в ходе реабилитации больных после острого крупноочагового инфаркта миокарда характеризуются приближением показателей к нормальному проявлению в состоянии покоя, а также в восстановлении работоспособности. Вместе с тем консерватизм организма постепенно возвращает артериальное давление к исходному до болезни состоянию, что в первую очередь отражается на значении вурфа. Это обстоятельство не позволяет однозначно говорить о положительном результате лечения (*не ликвидируется возможность повторения инфаркта*), который отмечают врачи, констатирующие улучшение состояния пациентов.

2. Общая тенденция восстановления физического состояния пациентов, перенесших венэктомиию, в результате реабилитационных мероприятий сомнений не вызывает. Прогрессивные изменения проявляются в состоянии покоя по всем изученным показателям. Среднегрупповой показатель вурфа в состоянии покоя на протяжении всего периода реабилитации находится в пределах нормы.

### **3.4. «Калибровочные» возможности абстрактных видов симметрии**

Консервативное, симметричное поведение системы функционирования человека – результат отбора оптимального, более совершенного материала в эволюции.

Функциональные системы организма (Ф.с.) – динамические, саморегулирующиеся центрально-периферические организации,

обеспечивающие своей деятельностью полезные результаты для метаболизма организма и его приспособления к окружающей среде.

Для достижения полезных для организма результатов в Ф.с. избирательно объединяются элементы разных уровней. В организме это ткани различных органов, механизмы нервной и гуморальной регуляции. Регуляторные взаимоотношения, свойственные Ф.с., обеспечивают необходимую адаптивную устойчивость результатов их деятельности и взаимодействие отдельных элементов для достижения полезных результатов для всего организма в целом. Их роль могут выполнять результаты метаболических реакций в тканях, а также различные показатели внутренней среды организма, обеспечивающие разные стороны метаболических процессов; результаты поведенческой деятельности, удовлетворяющие ведущие биологические потребности в воде, пище, размножении, избегании опасности и т.д.; удовлетворение биологических потребностей, получение образования, удовлетворение духовных потребностей, защиту общества и т.д., то есть на достижение человеком социально значимых результатов (специальные Ф.с. социального уровня).

Общим принципом динамической организации Ф.с. является принцип саморегуляции. Отклонение результата деятельности Ф.с. от уровня, обеспечивающего оптимальную жизнедеятельность организма, стимулирует активность в рамках Ф.с. цели процессов, направленных на возвращение этого результата к оптимальному уровню.

Любая Ф.с. имеет принципиально однотипную организацию и включает общие (универсальные для разных Ф.с.) периферические и центральные узловы механизмы. К ним относятся: полезный приспособительный результат как ведущее звено Ф.с.; рецепторы результата; обратная афферентация, идущая от рецепторов результата в центральные образования Ф.с.; центральная архитектура, представляющая собой избирательное объединение нервных элементов различных уровней; исполнительные (соматические, вегетативные, эндокринные, а также поведенческие) компоненты.

Объединение всех узловых механизмов в Ф.с. определяет полезный для организма результат деятельности. Любое изменение результата, так же как и его оптимальное состояние, постоянно воспринимается соответствующими рецепторами. Сигнализация (обратная афферентация), возникающая в рецепторах, поступает в соответствующие нервные центры и избирательно вовлекает в Ф.с. элементы различных уровней для построения исполнительной деятельности, направленной на восстановление потребного для организма результата. Исходной стадией системной архитектуры целенаправленного

поведенческого акта любой степени сложности является стадия афферентного синтеза. На этой стадии в ЦНС осуществляется синтез возбуждений, обусловленных внутренней метаболической потребностью, обстановочной и пусковой афферентацией с постоянным использованием генетических и индивидуально приобретенных механизмов памяти. Стадия афферентного синтеза заканчивается принятием решения, которая по своей физиологической сущности означает ограничение степеней свободы поведения и выбор какой-либо единственной линии поведения, направленной на удовлетворение сформированной на стадии афферентного синтеза ведущей потребности организма. Следующей стадией в динамике последовательного развертывания поведенческого акта, которая осуществляется одновременно с формированием целенаправленного действия, является стадия предвидения потребного результата (акцептор результата действия); поведенческий акт заканчивается, если достигнут полноценный результат, удовлетворяющий исходную потребность организма. В противном случае, если параметры достигнутых результатов не соответствуют свойствам акцептора результата действия, возникает ориентировочно-исследовательская реакция, перестраивается стадия афферентного синтеза, принимается новое решение и поведенческий акт осуществляется в новом, необходимом для удовлетворения исходной потребности направлении.

Одним из ведущих принципов построения Ф.с. организма является так называемый голографический принцип. Каждый элемент, включенный в деятельность Ф.с., отражает в своей активности состояние ее конечного результата. Иными словами, именно в деятельности отдельных элементов Ф.с. отражается исходная потребность организма и ее удовлетворение.

Взаимодействие отдельных Ф.с. в целом организме и в популяциях строится на основе принципов доминирования и многосвязного регулирования по конечным результатам. Доминирование отдельных Ф.с. в организме определяется механизмами доминанты и означает, что в каждый данный момент времени деятельностью организма завладевает ведущая Ф.с., обеспечивающая удовлетворение главной потребности.

Принцип многосвязного регулирования означает взаимодействие разных функциональных систем по их конечным результатам, что нередко определяет их обобщенную деятельность в интересах целого организма. Примером такой деятельности различных Ф.с. является *гомеостаз*.

В целостном организме проявляется еще один принцип динамической организации Ф.с. – принцип последовательного квантования жизнедеятельности.

Процессы гомеостаза и поведения в их континууме расчленяются деятельностью Ф.с. на дискретные элементы, каждый из которых заканчивается полезным для организма результатом.

Функциональные системы – объективно существующие организации, определяющие интегративные целостные функции организма, взаимодействие организмов между собой и с окружающей средой. За счет саморегуляции Ф.с. обладают способностью к самоорганизаций.

Целостный организм в каждый данный момент времени представляет слаженное взаимодействие – интеграцию по горизонтали и вертикали различных Ф.с. на основе их иерархического, многосвязного одновременного и последовательного взаимодействия, что в конечном счете определяет нормальное течение физиологических процессов. Нарушение этой интеграции, если оно не компенсируется специальными механизмами, ведет к заболеванию и гибели организма.

Следует подчеркнуть и тот факт, что в функциональных системах представлены группы клеток, оказывающие противоположное воздействие. Их наличие приводит к формированию функциональных систем, разрешающих противоречие между симметрией как проявлением устойчивости и асимметрией как проявлением изменчивости и возможности развития.

Любая материальная система характеризуется временной устойчивостью или проявлением симметрии. Временной потому, что, находясь в постоянном движении, система накапливает количественные изменения до тех пор, пока не происходит качественный переход (скачок), в связи с чем нарушается симметрия. Возникает иное состояние материальной системы, опять же устойчивое, то есть симметричное.

Уместно отметить, что любая материальная система бесконечна с точки зрения внутренней организации. Это означает, что любая более крупная система состоит из ряда меньших ей подчиненных, а вот этот ряд взаимной соподчиненности бесконечен, но каждый из них взаимодействует по одним и тем же закономерностям. Изменения состояния системы можно представить как изменение состояния подчиненных систем. Возникает структурная и временная иерархия материальных систем.

Поскольку любая система развивается, то под устойчивостью понимается состояние симметрии в некоторых крайних пределах (например, в гомеостазе покоя допускаемые пределы жестких констант составляют 0,5%), за которыми происходит качественный скачок и наступает новое состояние системы.

Отклонения материальной системы от некоторого среднего состояния можно представлять неким колебательным процессом, который ей (этой системе) имманентен. Именно колебательный характер процессов создает впечатление цикличности, поэтому вурф и золотое сечение определяются некоторыми учеными как цикловые симметрии.

Поскольку частицы вовлечены в колебательный процесс (все функциональные системы и их фундаментальный принцип неравновесности материальных любых систем), становится понятным другой фундаментальный принцип состояния материи – асимметрия. В таком понимании асимметрия природы является имманентным свойством материи, сущностью вечного движения. Асимметрия функций является подтверждением бесконечности его изменений (невозможна симметрия бесконечности).

Можно считать асимметрию функции либо любой его составляющей части причиной развития функции. Оно представляет собой движение как стремление к восстановлению симметрии. Это делает некоторые представления о симметрии абстрактными, существующими лишь в субъективном восприятии, хотя от этого их познавательное значение не уменьшается.

Колебательный характер «устойчивого» состояния материальных функциональных систем воспринимается нами как цикличность. Циклы каждой подчиненной системы входят в состав циклов, следующих по иерархии, что делает циклически-колебательный процесс исключительно сложным.

В самых общих чертах можно представить уровни функционирования организма человека и их иерархию на рисунке 43.



Рис. 43. Схема иерархии функциональных систем организма человека

Сохранение белка в его функциональном состоянии является главной причиной и целью многосвязного регулирования организма. Любое отклонение от признака себестожденности белка является для организма опасным и поэтому недопустимым. Поэтому на первом уровне иерархии объединяются элементы функциональных систем, обеспечивающих стабильность физико-химических свойств, необходимых для устойчивости белка. К таким жестким константам могут быть отнесены: постоянство ионного состава крови, количество белков в плазме, количество глюкозы, кислорода и углекислого газа в крови, а также изученные нами температурная и кислотно-щелочная константы. Жесткие константы первого уровня в гомеостазе покоя допускают отклонения от симметрии  $\pm 0,5\%$ . В условиях гомеостаза деятельности предел толерантности организма к изменениям констант первого уровня не превышает 10-12%. Причем отклонение от симметрии себестожденности более 12% не наблюдается даже у очень хорошо тренированных спортсменов, специализирующихся в видах спорта, которые предъявляют высокие требования к сохранности температурного и кислотно-щелочного гомеостаза (например, марафон).

Повышение тренированности приводит к тому, что:

- повышается устойчивость симметрии себестожденности;
- увеличивается возможность приближения к пределу толерантности;
- повышается возможность длительного выполнения работы тогда, когда жесткие константы находятся вблизи предела толерантности.

На втором и третьем иерархическом уровнях находятся функции, результаты деятельности которых создают оптимальный и полезный результат, выражающийся в проективном соотношении трех упорядоченных производных функций, подчиняющихся законам симметрии вурфа или золотого сечения. Содружественное взаимодействие функциональных систем здесь определяется константностью соотношения производных функций. Производные второго и третьего иерархического уровня функционирования систем организма являются также себестожденными. Поэтому функции второго и части третьего уровня, равно как и первого, для организма являются гомеостатическими.

Гомеостаз покоя второго и третьего уровня иерархии допускает чуть более широкий размах вариаций, чем жесткие константы (вурф – до 3%, золотое сечение – до 7%).

В гомеостазе деятельности вариации вурфа и золотого сечения зависят от «подвижности» и изменчивости самой функциональной системы в условиях краткосрочных ответных реакций на внешнесредовое воздействие.

Повышение тренированности приводит к тому, что:

- повышается устойчивость симметрии при воздействии стандартных нагрузок;
- уменьшается отклонение от состояния симметрии при стандартных нагрузках;
- увеличивается возможность отклонения от величины симметрии покоя под воздействием максимальных нагрузок (пределы обнаружить не удастся);
- увеличивается возможность длительного выполнения работы при максимальных отклонениях от значения гомеостаза покоя.

Подобие характера изменений функций первого и второго уровня является дополнительным аргументом в пользу гомеостатичности вурфа и золотого сечения.

Саморегуляция функций первого иерархического уровня осуществляется в случае отклонения константного признака от симметрии себестоимости. При этом стимулируется активность в рамках функциональной системы цепи процессов, возвращающих жесткие константы к оптимальному уровню.

Саморегуляция функций второго и третьего иерархического уровня осуществляется в случае нарушения одного из трех составляющих симметричного соотношения. При этом стимулируется активность процессов, возвращающих не данную составляющую к норме, а соотношение производных функций к симметричной инвариантности. Имеются основания полагать, что из трех соотносимых показателей (а, в, с) наиболее значимым стимулом активности является отклонение производной функции «в», т.е. той, которая в формуле вурфа стоит посередине (мы полагаем, что «в» сама по себе является абстрактной осью симметрии, так как взаимозамена «а» и «с» к изменению значения вурфа не приводит). Однако, чтобы доказать это, гипотеза не была изучена в достаточной степени.

Некоторые функции третьего уровня облегчают порядок работы гибких систем, отражающих реакции краткосрочной и длительной адаптации, то есть функций 4-го уровня. Здесь величина и уровень симметрии-асимметрии определяется взаимодействием генетической детерминации и средового воздействия. В частности, к таким системам могут быть отнесены мышечная, костная системы, функциональная двигательная система и др. Поэтому внешнесредовое воздействие на формирование симметрий-асимметрий третьего уровня существенно зависит от индивидуальных предпосылок и латерализации воздействия. Степень асимметрии при этом в большей степени зависит от направления воздействия, а латерализация – от генетически определяемых задатков.

Гибкие системы, отражающие реакции краткосрочной и длительной адаптации, составляют четвертый уровень иерархии функциональных систем. Уровень проявления здесь определяется преимущественно внешнесредовым воздействием конкретных адаптивных ситуаций. Функции четвертого уровня более подвижны и асимметричны. Проявления симметрии здесь являются таким же случайным явлением, как конкретная величина асимметрии в показателях деятельности функции.

Если организм с трудом справляется с жизненно важной биологической задачей поддержания симметрии 1-го и 2-го уровня, то человек воздействует на среду обитания для изменения условий обитания.

В случае появления проблем на четвертом уровне иерархии адаптируется сам организм.

Среди способов диагностирования физического состояния человека часто применяемым является определение степени соответствия форм и функций организма норме.

Хотя термин «норма» широко используется в самых различных естественных, социальных и технических науках и это понятие является ключевым для всей теоретической биологии, ее содержательная сторона остается малоразработанной. Взгляд на норму как на среднестатистическую величину имеет определенный смысл в решении практических задач здравоохранения. Так, в частности, оценочные таблицы физического развития, построенные на выявлении средних показателей роста, веса, обхвата груди, используются достаточно успешно в ходе диспансерного учета здоровья дошкольников и школьников. Однако здесь возникает ряд трудностей, связанных с региональными особенностями, с трудоемкостью процесса оценки. Кроме того, подход обладает недостаточной информативностью и прогностичностью показателей.

Абсолютизация понятия «норма» как среднестатистической величины чревата серьезными ошибками при диагностировании физического развития и состояния здоровья, так как средние показатели огрубляют многообразие существующих отношений и лишь приблизительно отражают реальные закономерности тех или иных систем. «В равной действительности норма включает в себя не только среднестатистическую величину, но и серию отклонений от этой величины в определенном диапазоне» (А.Г. Дембо, 1980, с.84).

В этом аспекте нам представляется целесообразным определение нормы как функционального оптимума, а не как среднестатистического параметра. При этом

оптимальное функционирование означает протекание всех процессов в системе «человек» с наибольшей надежностью, экономичностью и эффективностью. Вместе с тем при таком подходе появляются методические затруднения. Зона физиологических изменений, в границах которой сохраняется оптимальная в данных условиях жизнедеятельность организма, является нормальной. Чем шире эти границы, тем больше возможностей для адаптации. Именно подвижность и регулируемость системы затрудняет определение точных границ между нормой и аномалией, между здоровьем и патологией. Причем на адаптивную подвижность системы накладывается генетически определяемый диапазон допустимых отклонений, при которых система способна выжить.

Главным компонентом и сущностью здоровья, как было отмечено выше, является гомеостаз, при этом в основе гомеостаза лежит принцип инвариативности жестких констант и гармонически пропорциональных отношений, генетически детерминированных систем, функционирующих по правилу «золотого сурфа».

Эволюция гомеостазиса проявляется не только в механизме поддержания установившейся нормы, но и в способе преобразования ее в качественно новое состояние, в переходе на другую ступень развития. Однако если переход происходит без изменения внешних условий (например, в условиях покоя), то это может классифицироваться как патология. При этом наступление хронической патологии приводит к образованию новой нормы, усиленно поддерживаемой организмом, т.е. накопление аномалий внутри адаптивной нормы (но до определенного момента не нарушающей структуры живого и взаимодействия функций) порождает противоречие (предболезнь), подталкивающее систему к пороговому состоянию. Когда система разрушает свои рамки, появляется новая адаптивная норма.

Недостаточная объективность определения понятия «здоровье» обуславливается смешением либо недооценкой двух переменных факторов, участвующих в формировании состояния: биологического и социального. Двойная природа человека обуславливает и двойную природу здоровья, причем в сложной динамической системе они рассматриваются и функционируют как единое, части которого зависят от целого, а целое определяется не только частями, но и координированностью деятельности частей.

В бесконечной цепи взаимодействий внутреннего и внешнего условием протекания внутренних процессов всегда была и остается внешняя среда. Внешнее делает возможным существование внутреннего. Однако и здесь норму, аномалию здоровья нельзя рассматривать только с точки зрения отношения

организма к среде, так как в этом случае характеризуются лишь внешние проявления, а не раскрывается внутреннее содержание внешних проявлений.

Одной из основных проблем современной медицины и физиологии является диагностирование зарождающейся патологии. Болезнь и здоровье нельзя рассматривать как альтернативу. Поэтому появляются предложения о выделении третьей группы людей, находящихся в состоянии предболезни. Однако предложения «не подкрепляются четкими критериями, и выделяемые состояния характеризуются нечеткостью, размытостью границ» (А.Г. Щедрина, 1989), пожалуй, за исключением предложений Н.В. Дмитриевой (1990), относящихся к деятельности сердечно-сосудистой системы.

На стадии перенапряжения, рассматриваемой как пограничная между нормой и патологией, главным диагностическим признаком является отклонение от симметрии в состоянии покоя в жестких системах на 0,5–1% и в соотношениях параметров жизненно важных физиологических систем (кардио-респираторной, сердечной, сосудистой, костной) на 3% от «золотого вурфа», равное 1,309.

Отклонение более 1% в константных показателях и более 5% в соотношениях, подчиняющихся правилу вурфа, однозначно воспринимается как патология. Причем степень отклонения от симметрии и стабильность поддержания патологических соотношений являются определителем тяжести и запущенности болезни. Восстановление здоровья характеризуется возвращением вурфа к симметрии.

Анализ полученных данных не позволяет согласиться с мнением А.А. Логинова (1975) о том, что наши конечности подчиняются закону «симметрии более строго, чем внутренние органы». Мы вынуждены уточнить: высказывание автора справедливо только в отношении пространственной или билатеральной симметрии и не применимо для динамической, цикловой симметрии функций. Симметрия функций является устойчивой, и устойчивость симметрии функций определяет здоровье человека.

Вместе с тем расчет коэффициентов корреляции проявления симметрии функций (вурфа) с двигательной и морфофункциональной асимметриями показывает отсутствие между ними каких-либо связей. Одновременно вурф правой и вурф левой сторон тела связаны между собой положительно и функционально. Исходя из этого, одним из признаков предпатологии и патологии может явиться значительная разница между показателями вурфа с латерально противоположных сторон, а также чрезмерное проявление двигательной функциональной асимметрии.

С позиций идей множественности, экстремологии и симметричного анализа большое значение придается относительности и соотносительности понятий меры, наибольшего, большего, среднего, малого, а также их симметрий/асимметрий. Реально определение понятия «среднего» в отечественной литературе понимается лишь с точки зрения золотого сечения. Но «среднее» может выступать в роли оптимального, в роли эталона и в роли нормы. То есть середина симметрии (проявление симметрии состава, строения, структуры, функций) сама по себе имеет познавательное значение. Рассматривая «среднее» как срединность между максимальными и минимальными изменениями, можно:

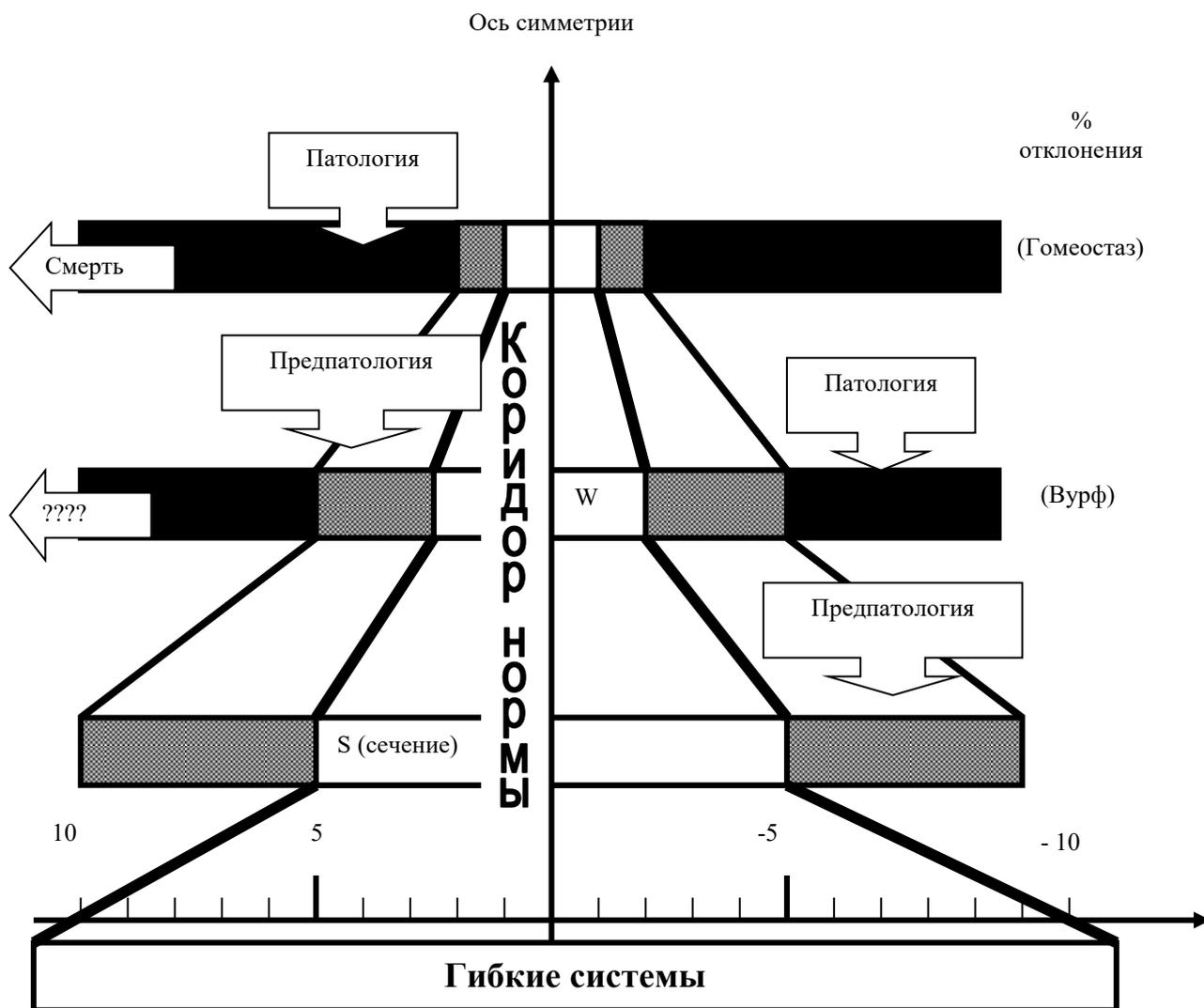
- выявить состояние гомеостаза как середину в проявлениях симметрии себестождественности, симметрии «золотого сечения» и симметрии вурфа;
- определить максимальные и минимальные отклонения в гомеорезусе симметричных функций;
- доказать единство происхождения и закономерность взаимодействия функций в соответствии с дуализмом «симметрия/асимметрия»;
- оценить величину отклонений гомеостатических признаков от оптимального (срединного) состояния.

Полученные данные позволяют сделать следующие выводы (рис. 44):

1. Важнейшие функциональные системы организма человека, отвечающие за выживание и адаптацию, являются симметричными (либо по принципу себестождественности, либо по принципу «золотого вурфа», либо по принципу золотого сечения.)

2. На уровне белковой материи симметрия-асимметрия генетически определена, нарушение ее приводит к разрушению жизни. На первом уровне обеспечения жизни белка симметрия-асимметрия генетически детерминирована. Существенные нарушения показателей в условиях срочной и длительной адаптации приводят к патологии и смерти.

На уровне, обеспечивающем сохранность симметричных функций, симметрия-асимметрия – результат взаимодействия генетического и средового влияния при преобладании первого фактора. Увеличение асимметрии в условиях срочной адаптации является нормой, дрейф вурфа в условиях длительной адаптации означает появление патологии. На уровне гибких систем, обеспечивающих сохранение и функционирование вышележащих иерархических структур, симметрия-асимметрия – результат взаимодействия генетического и социального при преобладании второго фактора. Нарушение симметрии в условиях срочной и в ходе длительной адаптации является нормой.



*Рис. 44. Общая схема проявления симметрий-асимметрий в функциях и формах организма человека*

3. Организм, сохраняющий устойчивость симметрии функций и обладающий способностью их максимального изменения для обеспечения высоких адаптивных возможностей, является здоровым. Количество здоровья измеримо: а) минимальным процентным отклонением жестких констант, вурфа и золотого сечения от симметрии в покое и при дозированной нагрузке; б) максимальным процентным отклонением жестких констант, вурфа и золотого сечения при максимальной нагрузке.

4. В состоянии покоя отклонение в жестко симметричных системах не более 0,5%, и в гибких системах, подчиняющихся правилу вурфа, не более 3%, и в системах, подчиняющихся золотому сечению, не более 7% определяется только у здоровых людей. Отклонение от 0,5 до 1% в жестких системах и 3% в системах,

подчиняющихся правилу вурфа, является напряженным состоянием и определяется как предпатологическое. Асимметрия функций, выходящая за указанные пределы, является признаком патологии

5. В симметрии-асимметрии функций наблюдается гетеротропность и гетерохронность проявления.

6. Тренированный организм отличается более экономным функционированием систем в покое и при умеренных нагрузках, выражающимся в незначительных отклонениях от симметрии и способностью достигать такого уровня асимметрии (энтропии) при максимальных нагрузках, какой недоступен нетренированному.

7. В организме человека действует закон проективного константного соотношения между тремя упорядоченными признаками деятельности человека, связанными с приближением к золотой пропорции и вурфу.

8. Общий характер реагирования на изменения внешней среды, единство происхождения симметрии себестождественности и цикловой симметрии, подчинение показателей симметрии закономерностям, отражающим проявление гомеостатики, позволяют определить совокупность симметричных проявлений как гомеостатическую.

### **3.5. Симметрия биоэлектрической активности постуральной мускулатуры детей старшего дошкольного возраста при удержании позы «Фламинго»**

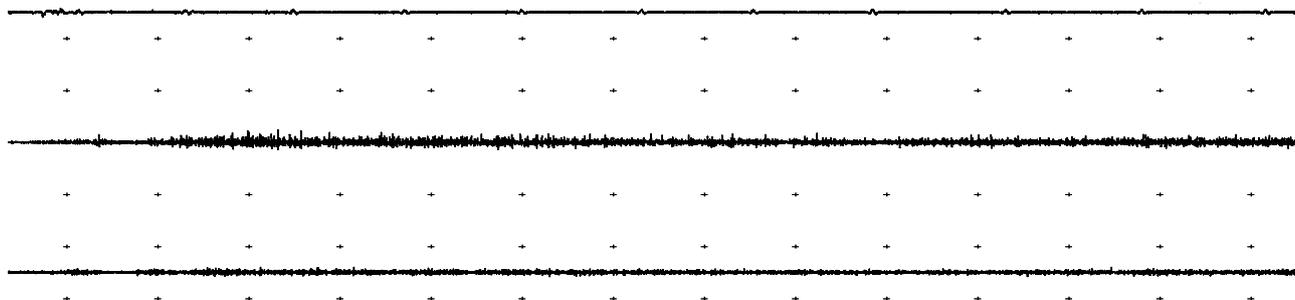
Определение механизмов управления двигательной функцией со стороны центральной нервной системы является одной из ключевых проблем современной физиологии. Многообразие внешних проявлений мозговой деятельности с позиции И.М. Сеченова (1947) сводится к мышечному движению. Определение физиологических особенностей требует получения объективных данных о параметрах работы скелетной мускулатуры. Одним из методов получения данной информации является электромиография (ЭМГ), позволяющая изучать проявление интегрированной биоэлектрической активности мышц. Однако построение алгоритмических моделей, биоэлектрического паттерна, работы скелетной мускулатуры в процессе реализации локомоторной функции человека в различных условиях окружающей среды требуют особого подхода к систематизации полученных данных. Одним из таких подходов является системно-симметричный метод изучения биологических процессов. Главной задачей его реализации, является поиск динамической симметрии биоэлектрической активности мышц. Ее решение было реализовано на примере

изучения биоэлектрической активности постуральной мускулатуры в процессе удержания вертикальной позы детьми 5-6 лет. На основе этого двигательного навыка формируются все естественные движения ребенка: бег, ходьба, прыжками, метанием, лазанье.

Для изучения биоэлектрической активности постуральной мускулатуры испытуемые выполняли удержание позы «Фламинго». Исследование осуществлялось путем регистрации поверхностной ЭМГ с использованием биполярных дисковых электродов. Электроды располагались на спине в области поясницы по ходу расположения волокон прямой мышцы спины, на бедре они устанавливались по центру прямой мышцы бедра, а в области голени – в центре нижней части икроножной мышцы. В ходе выполнения позы «Фламинго» анализировались максимальная амплитуда сигнала и время реализации биоэлектрической активности ЭМГ.

Все испытуемые выполняли тестовое задание с открытыми глазами, с закрытыми глазами, с закрытым правым, закрытым левым глазом. Предварительно у каждого тестируемого был установлен доминантный глаз. Предполагалось, что изменение либо отсутствие зрительного контроля приведет к изменению биоэлектрической активности скелетной мускулатуры.

Изучение паттернов ЭМГ мышц спины, бедра и голени в процессе удержания равновесия в позе «Фламинго» позволяет заключить, что при бинокулярном способе латеральной доминантности органа зрения ЭМГ всех исследуемых мышечных групп характерно равномерное проявление биоэлектрической активности (рис. 45). Параметры максимальной амплитуды реализации сигнала в группах детей с ведущим правым, ведущим левым глазом и у амбидекстров достоверных отличий не имели ( $P < 0,05$ ) (табл. 22). Так, максимальная амплитуда реализации сигнала мышц спины в группе детей с ведущим правым глазом составляет  $87,0 \pm 21$  мВ. Максимальная амплитуда мышц бедра равна  $193,0 \pm 46$  мВ, а мышц голени  $107,0 \pm 28$  мВ. Таким образом, удержание позы осуществляется преимущественно за счет биоэлектрической активности мышц бедра.



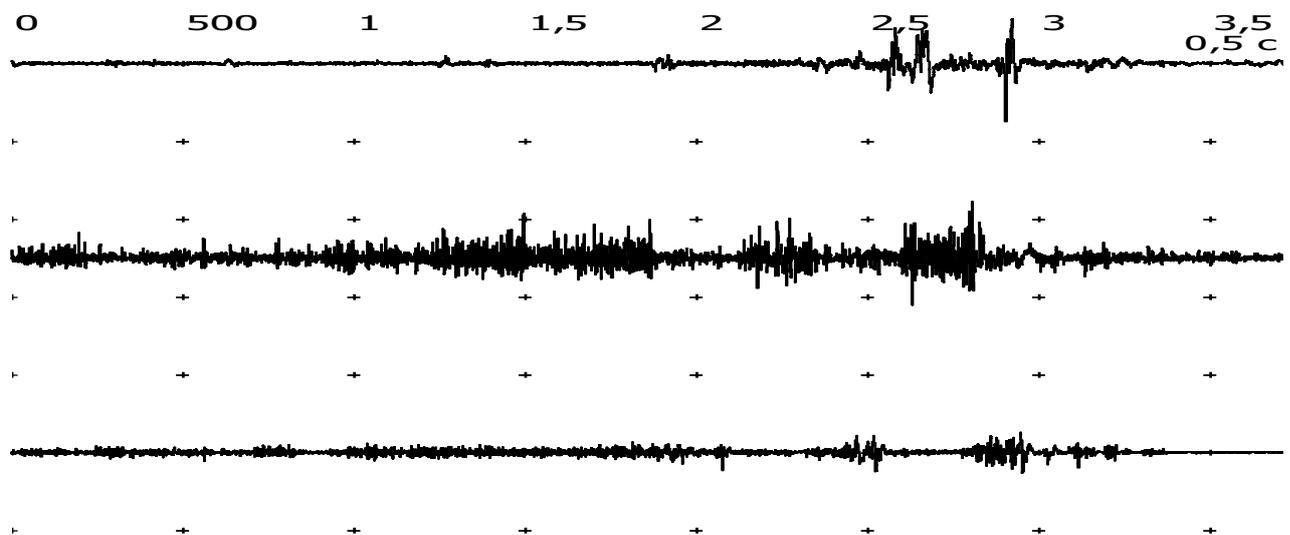
**Рис. 45.** ЭМГ спины, бедра и голени (по порядку сверху вниз) в процессе удержания позы «Фламинго» при бинокулярном способе визирования у детей 5-6 лет.

**Таблица 22**

**Параметры максимальной амплитуды реализации сигнала ЭМГ мышц при удержании равновесия у детей 5-6 лет**

Способ латеральной доминантности глаз	Характер визирования											
	С открытыми глазами			С закрытыми глазами			С закрытым правым			С закрытым левым		
	Мышцы спины	Мышцы бедра	Мышцы голени	Мышцы спины	Мышцы бедра	Мышцы голени	Мышцы спины	Мышцы бедра	Мышцы голени	Мышцы спины	Мышцы бедра	Мышцы голени
Ведущий правый	87,0 ±21	193,0 ±46	107,0 ±28	663,0 ±95	682,0 ±115	260,0 ±52	227,0 ±35	625,0 ±111	110,0 ±25	286,0 ±42	484,0 ±62	153,0 ±34
Ведущий левый	101,0 ±19	202,0 ±31	94,0 ±27	597,0 ±92	697,0 ±87	320,0 ±48	245,0 ±37	450,0 ±69	105,0 ±21	221,0 ±35	651,0 ±107	121,0 ±23
Амбидекстры	98,0 ±24	175,0 ±18	120,0 ±20	672,0 ±120	591,0 ±70	251,0 ±29	175,0 ±27	421,0 ±37	125,0 ±15	201,0 ±44	390,0 ±51	117,0 ±19

При удержании позы «Фламинго» с закрытыми глазами происходит нарушение стабильности параметров биоэлектрической активности, что проявляется на паттернах ЭМГ появлением резких залповидных всплесков биоэлектрической активности, нарастающих к моменту потери равновесия (рис. 46).



**Рис. 46. ЭМГ спины, бедра и голени (по порядку сверху вниз) в процессе удержания позы «Фламинго» при отсутствии визирования у детей 5-6 лет.**

Установлено достоверное ( $P < 0,001$ ) увеличение максимальной амплитуды реализации сигнала всех исследуемых мышечных групп. Так, в группе детей с ведущим правым глазом этот показатель биоэлектрической активности мышц спины увеличился с  $87,0 \pm 21$  мВ до  $663,0 \pm 121$  мВ, мышц бедра с  $193,0 \pm 46$  мВ до  $682,0 \pm 145$  мВ, а мышц голени с  $107,0 \pm 28$  мВ до  $260,0 \pm 52$  мВ.

Отсутствие визирования приводит к нарушению стабильности работы скелетной мускулатуры, осуществляющей функцию постурального контроля. Необходимо отметить, что возрастное формирование данной функции завершается к 17 годам. У детей младше десяти лет постуральная устойчивость находится на низком уровне, о чем свидетельствуют выраженные постуральные колебания центра масс (А.В. Дёмин, 2010). Данные биоэлектрической активности скелетной мускулатуры позволяют заключить, что в основе нарушения постуральной стабильности в условиях отсутствия визирования лежит неустойчивый характер работы антигравитационной мускулатуры.

Постуральная система управления человека имеет две поведенческие функции – постуральную ориентацию и постуральную стабильность. Постуральная ориентация определяется как способность поддерживать надлежащее относительное положение сегментов тела друг к другу с одной стороны, и между телом и окружающей средой – с другой, включая ориентацию в гравитационном поле. Постуральная стабильность определяется как состояние, способное поддерживать тело в стабильном положении, в котором все силы, действующие на тело, сбалансированы в состоянии покоя (статическое равновесие) или в процессе движения (динамическое равновесие), даже в случае дестабилизирующих беспорядков.

Постуральная стабильность позы «Фламинго» реализуется антигравитационной мускулатурой мышцами-разгибателями позвоночного столба, тазобедренных и коленных суставов, а также рефлексом на растяжение мышц передней и задней поверхности голени. Кроме этого, проприоцептивные сигналы от поверхностных и глубоких тактильных рецепторов подошвенной поверхности стопы, то есть информация о контакте стопы с опорой.

В осуществлении функции равновесия важны: зрительная информация, информация от проприоцепторов сухожилий глазодвигательных мышц и проприоцепция и импульсация от рецепторов вестибулярного аппарата. Удержание позы «Фламинго» в условиях зрительной депривации осуществляется лишь за счет проприоцептивной чувствительности. Достоверное снижение времени удержания данной позы при закрытии глаз, нарушение стабильности биоэлектрической активности мышц голени, бедра и спины позволяет определить, что сохранение постуральной стабильности ортоградной позы у детей осуществляется при ведущей роли зрительного анализатора.

Поиск проявления динамической симметрии биоэлектрической активности постуральной мускулатурой требует определения содержательной сущности понятий «симметрия-асимметрия».

Так, с позиции В.С. Готта, (1972), «симметрия-асимметрия есть объективные свойства никем не созданного и существующего вечно материального мира», представляющие собой одну из форм проявления законов единства и борьбы противоположностей, единства сохранения и устойчивости, беспорядка и порядка, закономерного и случайного. Понятие «симметрия» прежде всего употреблялось как обозначение пропорциональности или согласованности частей единого. Однако содержание этого понятия в процессе исследований расширялось. С симметрией начинают связывать «пропорциональность, гармонию, соразмерность частей целого, равновесие и стабильность» (Н.Н. Брагина, Т.А. Доброхотова, 1994).

Таким образом, динамическая симметрия биоэлектрической активности постуральной мускулатуры характеризуется проявлением биоэлектрической стабильности работы мышц, осуществляющих удержание вертикального положения тела.

Данные исследования позволяют определить, что проявление динамической симметрии биоэлектрической активности постуральной мускулатуры при механизме удержания вертикального положения тела обусловлено ведущей ролью зрительной рецепции.

Отсутствие зрительного контроля приводит к нарушению динамической симметрии биоэлектрической активности постуральной мускулатуры. Это при удержании позы «Фламинго» с закрытыми глазами характеризуется:

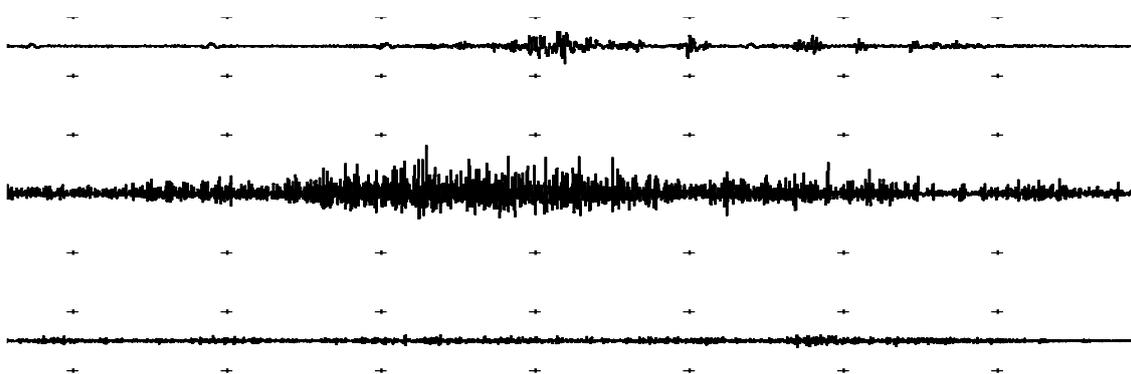
- нарушением стабильности биоэлектрической активности постуральной мускулатуры спины, что выражается проявлением залповидных всплесков биоэлектрической активности на паттерне ЭМГ и более высокими показателями максимальной амплитуды реализации сигнала по отношению к показателям, установленным при удержании позы «Фламинго» с открытыми глазами;

- нарушением стабильности биоэлектрической активности постуральной мускулатуры бедра, заключающейся в проявлении залповидных всплесков биоэлектрической активности на паттерне ЭМГ и достоверно большими параметрами максимальной амплитуды реализации по сравнению с аналогичными параметрами, установленными при удержании данной позы с открытыми глазами;

- нарушением стабильности биоэлектрической активности постуральной мускулатуры мышц голени, заключающейся в проявлении залповидных всплесков биоэлектрической активности на паттерне ЭМГ и достоверно более высокими показателями максимальной амплитуды сигнала, установленными при удержании данной позы с открытыми глазами.

Таким образом, нарушение динамической симметрии биоэлектрической активности постуральной мускулатуры в условиях отсутствия визирования подтверждает ведущую роль зрительной рецепции в сохранении постуральной стабильности детей. В этой связи вызывает интерес изучение постуральной стабильности в условиях реализации визирования доминантным и субдоминантным глазом.

Изучение параметров ЭМГ постуральной мускулатуры в ходе удержания позы «Фламинго» при закрытии доминантного глаза позволяет установить, что ЭМГ мышц спины представляет собой интерференционную кривую с залповидными всплесками биоэлектрической активности (рис. 47).



*Рис. 47. ЭМГ спины, бедра и голени (по порядку сверху вниз) в процессе удержания позы «Фламинго» при закрытом доминантном глазе у детей 5-6 лет*

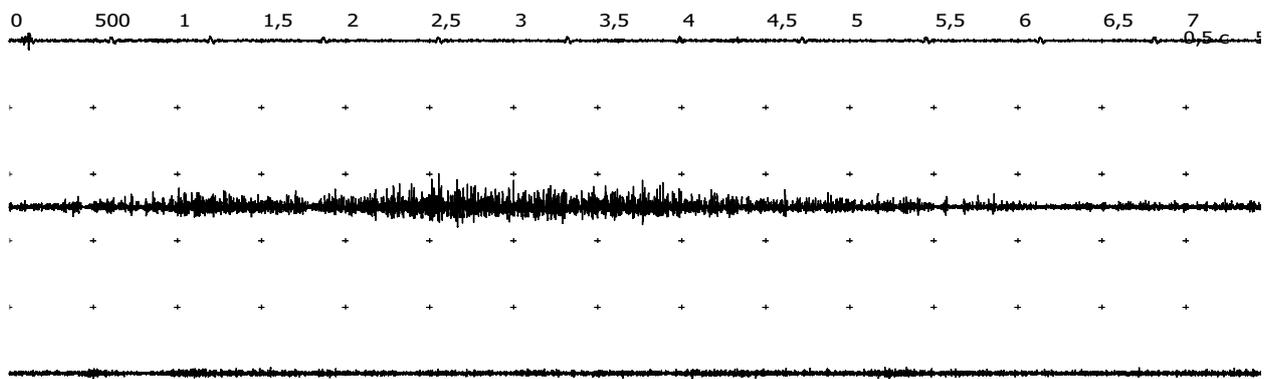
Форма паттерна данной ЭМГ совпадает с полученной в ходе удержания позы «Фламинго» при закрытии обоих глаз.

Исследование параметров максимальной амплитуды сигнала ЭМГ позволяет заключить, что во всех исследуемых группах (с ведущим правым, ведущим левым глазом и амбидекстров) значение максимальной амплитуды сигнала мышц спины достоверно ниже с открытыми глазами, чем при удержании данной позы с закрытыми глазами. Так, при закрытии доминантного глаза у детей с ведущим правым глазом значение максимальной амплитуды реализации сигнала мышц спины составляет  $227 \pm 35$  мВ, тогда как при удержании данной позы с закрытыми глазами  $633 \pm 95$  мВ ( $P < 0,05$ ), а при удержании позы «Фламинго» с открытыми глазами  $87 \pm 21$  мВ ( $P < 0,05$ ).

Изучение параметров биоэлектрической активности мышц бедра при удержании позы «Фламинго» позволяет установить, что паттерн ЭМГ представляет интерференционную кривую с постепенным увеличением и снижением амплитудных значений биоэлектрической активности, что характеризует более плавную смену скорости сокращения мышц в сравнении с

залповидным типом биоэлектрической активности, появляющемся при удержании позы «Фламинго» с закрытыми глазами. Значение максимальной амплитуды сигнала ЭМГ мышц бедра составляет  $625 \pm 111$  мВ. Достоверных отличий данного показателя от аналогичного показателя, полученного при удержании позы «Фламинго» с закрытыми глазами ( $682 \pm 115$  мВ), установлено не было ( $P < 0,05$ ).

Паттерн ЭМГ мышц голени при удержании позы «Фламинго» при закрытии доминантного глаза представляет интерференционную кривую с равномерным типом проявления биоэлектрической активности. Данный тип характерен ЭМГ, полученной при удержании позы «Фламинго» с открытыми глазами. Это обстоятельство позволяет заключить, что визирование субдоминантным глазом позволяет сохранить постральную стабильность мускулатуры голени в ходе удержании равновесия с закрытым доминантным глазом (рис. 48).



**Рис. 48.** ЭМГ спины, бедра и голени (по порядку сверху вниз) в процессе удержания позы «Фламинго» при закрытом субдоминантном глазе у детей 5-6 лет.

Кроме того, данный факт подтверждается отсутствием достоверных различий ( $P > 0,05$ ) параметров максимальной амплитуды реализации сигнала, полученной при удержании позы «Фламинго» с открытыми глазами ( $107 \pm 28$  мВ) и закрытым доминантным глазом ( $110 \pm 25$  мВ).

Таким образом, удержание позы «Фламинго» в условиях реализации визуального контроля субдоминантным глазом характеризуется нарушением динамической симметрии биоэлектрической активности постральной мускулатуры мышц спины и бедра и сохранением динамической симметрии биоэлектрической активности постральной мускулатуры мышц голени.

Динамическая симметрия биоэлектрической активности мышц голени характеризуется проявлением стабильности параметров максимальной

амплитуды реализации сигнала и проявлением равномерного типа паттерна ЭМГ мышц голени.

Динамическая асимметрия работы постуральной мускулатуры характеризуется:

- нарушением стабильности биоэлектрической активности постуральной мускулатуры спины, что выражается проявлением залповидных всплесков биоэлектрической активности на паттерне ЭМГ и более высокими показателями максимальной амплитуды реализации сигнала по отношению к показателям, установленным при удержании позы «Фламинго» с открытыми глазами;

- нарушением стабильности биоэлектрической активности постуральной мускулатуры бедра, заключающейся в проявлении волнообразных колебаний биоэлектрической активности и параметрами максимальной амплитуды реализации сигнала, сходными по значению с аналогичными параметрами, полученными при удержании позы «Фламинго» с закрытыми глазами;

Изучение параметров биоэлектрической активности мышц спины при удержании позы «Фламинго» с закрытым субдоминантным глазом позволяет установить, что паттерн ЭМГ во всех исследуемых группах испытуемых представляет интерференционную кривую с равномерным типом биоэлектрической активности, что характерно паттерну ЭМГ, полученному при удержании позы «Фламинго» с открытыми глазами.

Максимальная амплитуда реализации сигнала достоверно выше, чем при удержании позы «Фламинго» с открытыми глазами, но ниже, чем при удержании данной позы с закрытыми глазами. Так, в группе детей с ведущим правым глазом максимальная амплитуда реализации сигнала мышц спины составляет  $154 \pm 42$  мВ, что достоверно выше ( $P < 0,05$ ), чем при удержании позы «Фламинго» с открытыми глазами  $87 \pm 21$  мВ и достоверно ниже, чем при удержании данной позы с закрытыми глазами  $663 \pm 95$  мВ и закрытым правым глазом  $227 \pm 35$  мВ.

В группе детей с ведущим левым глазом и амбидекстров аналогичная ситуация, за исключением отсутствия достоверных ( $P > 0,05$ ) различий между параметрами максимальной амплитуды сигнала мышц спины при визировании левым и правым глазом.

Так, в группе детей с ведущим левым глазом значение максимальной амплитуды сигнала мышц спины в ходе удержания позы «Фламинго» при визировании субдоминантным глазом составляет  $221 \pm 35$  мВ, а при визировании доминантным глазом –  $170 \pm 37$  мВ.

Изучение параметров биоэлектрической активности мышц бедра позволяет установить, что паттерн ЭМГ во всех исследуемых группах испытуемых

представляет интерференционную кривую с волнообразным увеличением и снижением биоэлектрической активности между периодами ее стабилизации. На паттерне отсутствуют залповидные всплески, высокоамплитудные всплески и отрезки с интенсивным увеличением биоэлектрической активности, как на паттернах ЭМГ, полученных в условиях отсутствия визирования и визирования субдоминантным глазом, что говорит о более стабильном характере проявления биоэлектрической активности.

Параметры максимальной амплитуды ЭМГ в группах детей с ведущим правым и левым глазом достоверно выше, чем при удержании позы «Фламинго» с открытыми глазами и достоверно ниже, чем при удержании позы «Фламинго» с закрытыми глазами. Так, максимальная амплитуда ЭМГ в группе детей с ведущим правым глазом составляет  $484 \pm 62$  мВ, что достоверно выше, чем с открытыми глазами  $101 \pm 19$  мВ и достоверно выше, чем при удержании позы с закрытыми глазами  $682 \pm 115$  мВ.

Изучение параметров биоэлектрической активности мышц голени при удержании равновесия при закрытии субдоминантного глаза позволяет заключить, что паттерн ЭМГ во всех исследуемых группах испытуемых представляет интерференционную кривую с равномерным проявлением биоэлектрической активности. По форме рисунок ЭМГ совпадает с рисунком ЭМГ, полученной при удержании позы «Фламинго» с открытыми глазами. Кроме того, сравнение параметров максимальной амплитуды сигнала данных ЭМГ позволяет установить отсутствие достоверных отличий между ними. Так, значение максимальной амплитуды реализации сигнала ЭМГ мышц голени в группе детей с ведущим правым глазом в условиях бинокулярного способа визирования составляет  $107 \pm 28$  мВ, а в условиях визирования доминантным глазом –  $153 \pm 34$  мВ.

Результаты исследования позволяют установить, что биоэлектрическая активность постуральной мускулатуры при удержании позы «Фламинго» при визировании субдоминантным глазом характеризуется:

- проявлением динамической симметрии биоэлектрической активности мышц спины, что обнаруживается в равномерном типе ЭМГ.

- проявлением динамической симметрии биоэлектрической активности мышц голени, характеризующейся равномерным типом ЭМГ и отсутствием различий параметров максимальной амплитуды реализации сигнала ЭМГ с аналогичными данными, полученными в условиях бинокулярного визирования.

- проявлением динамической асимметрии биоэлектрической активности постуральной мускулатуры бедра, заключающейся в проявлении волнообразного

увеличения и снижения биоэлектрической активности между периодами ее стабилизации и достоверно большими параметрами максимальной амплитуды реализации сигнала в сравнении с аналогичными данными, полученными в условиях бинокулярного визирования;

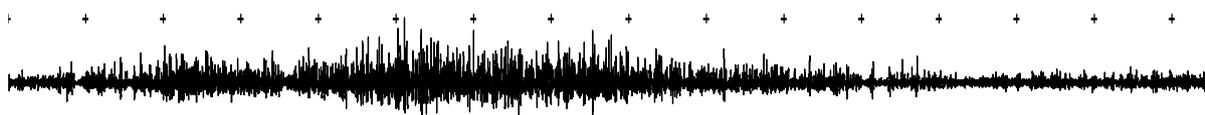
Изучение установленных выше изменений биоэлектрической активности постуральной мускулатуры при смене способов визирования позволяет классифицировать полученные ЭМГ на три типа, характеризующих проявление динамической симметрии и динамической асимметрии биоэлектрической активности мышц.

1. Устойчивый тип – характеризует проявление динамической симметрии работы постуральной мускулатуры, что выражается в стабильности амплитудных колебаний биоэлектрической активности мышц (рис. 49).



*Рис. 49. Устойчивый тип ЭМГ*

2. Волнообразный тип – характеризует проявление динамической асимметрии работы постуральной мускулатуры, что выражается в неритмичных волнообразных амплитудных колебаниях биоэлектрической активности мышц (рис. 50).



*Рис. 50. Волнообразный тип ЭМГ*

3. Залповидный тип – характеризует усиление динамическую асимметрию работы постуральной мускулатуры по сравнению с волнообразным типом. Отличается резкими залповидными всплесками биоэлектрической активности мышц (рис. 51).



*Рис. 51. Залповидный тип ЭМГ*

Изучение биоэлектрической активности постральной мускулатуры при удержании позы «Фламинго» в условиях бинокулярного визирования, визирования доминантным и субдоминантным глазом позволяет выявить ряд позиций, определяющих влияние способов визирования на проявление динамической симметрии биоэлектрической активности постральной мускулатуры.

Так, сохранение постральной стабильности при бинокулярном способе визирования характеризуется проявлением динамической симметрии биоэлектрической активности постральной мускулатуры голени бедра и спины, что определяется равномерным типом ЭМГ всех исследуемых мышечных групп.

Сужение пространства визирования при закрытии субдоминантного глаза приводит к нарушению динамической симметрии работы постральной мускулатуры мышц спины и бедра, что характеризуется сменой равномерного типа ЭМГ на волнообразный и достоверным увеличением максимальной амплитуды ЭМГ мышц. При этом сужение пространства визирования путем закрытия субдоминантного глаза не отражается на проявлении динамической симметрии биоэлектрической активности мышц голени, ЭМГ которой характеризуется равномерным типом паттерна, не имеет достоверных отличий от ЭМГ, полученной при удержании позы «Фламинго» в условиях бинокулярного визирования.

Сужение пространства визирования при закрытии доминантного глаза приводит к еще большему изменению биоэлектрической активности в сторону динамической асимметрии. Это проявляется в нарушении биоэлектрической стабильности постральной мускулатуры спины и бедра и характеризуется сменой равномерного типа ЭМГ мышц спины на залповидный, а также увеличением амплитуды волнообразных всплесков на паттерне ЭМГ мышц бедра.

При этом закрытие доминантного глаза не отражается на паттерне ЭМГ мышц голени, которым характерен равномерный тип биоэлектрической активности, проявляющийся при бинокулярном способе визирования и при визировании субдоминантным глазом.

Отсутствие визирования при удержании позы «Фламинго» приводит к нарушению динамической симметрии биоэлектрической активности постральной мускулатуры мышц голени бедра и спины. Это характеризуется проявлением залповидного типа ЭМГ и достоверно большими значениями максимальной амплитуды реализации сигнала ЭМГ относительно аналогичных

параметров, полученных в условиях бинокулярного визирования и визирования субдоминантным глазом.

Изучение биоэлектрической активности постуральной мускулатуры при удержании позы «Фламинго» позволяет заключить, что динамическая симметрия биоэлектрической активности голени наиболее устойчива к сужению пространства визирования. Равномерный тип паттерна ЭМГ сохраняется при всех способах визирования, а максимальная амплитуда реализации сигнала ЭМГ увеличивается только при закрытии доминантного глаза.

Наименьшая устойчивость к сужению пространства визирования характерна динамической симметрии биоэлектрической активности мышц бедра. Нарушение равномерного типа ЭМГ и достоверное увеличение максимальной амплитуды реализации сигнала наблюдается при всех способах монокулярного визирования.

Изучение механизма сохранения постуральной стабильности в условиях сужения информационного потока позволяет разделить структурные звенья данного механизма на две группы.

1. Информационно зависимые звенья механизма сохранения постуральной стабильности.
2. Информационно независимые звенья механизма сохранения постуральной стабильности.

К информационно зависимым звеньям относится постуральная мускулатура спины и бедра. Сужение информационного потока при закрытии субдоминантного глаза дестабилизирует биоэлектрическую активность мышц бедра, а закрытие доминантного глаза дестабилизирует еще и биоэлектрическую активность мышц спины.

Информационно независимым звеном (к сужению пространства визирования) механизма сохранения постуральной стабильности является мускулатура голени. Сужение информационного потока при закрытии субдоминантного глаза не отражается на биоэлектрической стабильности мышц голени, а закрытие доминантного глаза приводит только к увеличению амплитудных параметров биоэлектрической активности при сохранении формы паттерна.

Таким образом, применение системно-симметричного подхода изучения биоэлектрической активности постуральной мускулатуры при удержании позы «Фламинго» позволяет установить:

- биоэлектрическая активность постуральной мускулатуры проявляется в форме динамической симметрии и динамической асимметрии.

- динамическая симметрия биоэлектрической активности характеризуется стабильностью биоэлектрических сигналов, проявляющихся в форме устойчивого типа ЭМГ;

- биоэлектрическая активность постуральной мускулатуры проявляется в форме равномерного, волнообразного и залповидного типов паттернов ЭМГ. Равномерный тип характеризует проявление динамической симметрии биоэлектрической активности, а волнообразный и залповидный типы – проявление динамической асимметрии;

- динамическая симметрия биоэлектрической активности при удержании вертикального положения включает биоэлектрические симметрии постуральной мускулатуры голени, бедра и спины.

- наибольшее отклонение от динамической симметрии биоэлектрической активности наблюдается при залповидном типе ЭМГ;

- динамическая симметрия биоэлектрической активности мышц голени в механизме сохранения постуральной стабильности наиболее устойчива к изменению пространства визирования, а динамическая симметрия биоэлектрической активности мышц бедра наименее устойчива к изменению пространства визирования.

## Глава 4.

### Адаптационное взаимодействие симметрии-асимметрии

Степень приспособительных изменений организма зависит от четырех основных факторов:

- а) силы возмущения и ее систематичности;
- б) направленности воздействия;
- в) силы ответной реакции системы на возмущение, определяемое канвой симметрии;
- г) места приложения воздействия.

Адаптация предполагает два основных свойства, присущих любой живой системе: во-первых, снимать воздействие раздражителя путем изменения реализуемого с помощью отражения следа и отражения ответной реакции, во-вторых, ускорять в процессе взаимодействия способность к подобным изменениям.

Адаптация человека связана не только со способностью отражать воздействие внешних факторов среды, но и со способностью в процессе взаимодействия создавать в себе модель и механизмы активного преобразования среды обитания (например, опережающее отражение, механизмы афферентного синтеза и т.д.). Следовательно, в своей деятельности человек является как адаптирующейся стороной, так и стороной адаптирующей или преобразующей.

Любая устойчивая биологическая система обладает некоторой изменчивостью, допускает некоторые отклонения от идеальной или средней величины. Относительная свобода этих вариаций позволяет приспособливаться к внешней среде. В удовлетворении краткосрочных потребностей организма принимают участие два типа механизмов адаптации – активные и пассивные. При возмущении системы, вызываемом воздействием внешней среды, включаются и пассивные, и активные механизмы. Однако активные механизмы, которые мы называем изменчивостью системы, очень эффективно и быстро гасят воздействие. Поэтому пассивные механизмы просто не успевают «делать свою работу».

Если регуляторные функции активных механизмов оказываются исчерпанными, удовлетворение потребностей организма обеспечивается пассивными механизмами. В этом случае происходит адаптация.

Она происходит на двух уровнях:

- 1) эволюционная адаптация – приспособление, которое закрепляется генетически. Этой формой предопределен круг изменений в окружающей среде,

к которой организм сможет приспособиться в своей жизни. Чем больше эти резервы, тем шире спектр допустимых изменений. То есть каждый организм появляется на свет с определенными структурными и функциональными свойствами, позволяющими приспособиться к окружающим его жизненным условиям;

2) «текущая» адаптация – приспособление к конкретным изменениям условий среды обитания.

Логика взаимосвязей уровней адаптации такова: «эволюционная» адаптация определяет канву, или крайние пределы, вариативности, а «текущая» – значимость изменений в ту или иную сторону в пределах допустимой вариативности. Приспособление человека к внешним условиям происходит по схеме, изображенной на рисунке 52. Внешняя среда оказывает возмущающее воздействие на систему (организм человека). Система, принимая воздействие, гасит его, отвечает как можно меньшими изменениями за счет своей изменчивости. В том случае, если воздействие чрезмерно или поступает систематически и система за счет изменчивости не может поддержать свой статус, организм начинает отвечать приспособительными реакциями, но эти реакции систематически сравниваются со степенью воздействия и возмещаются с избытком. В случае же, если приспособительные реакции позволяют компенсировать возмущение за счет изменчивости системы, адаптация прекращается.

Адаптация представляет собой диалектическое единство стабильности и динамики, изменений и неизменностей, симметрии и асимметрии. В развитии приспособительных реакций организма прослеживаются два тесно взаимосвязанных этапа:

- а) быстро реализующиеся реакции срочной адаптации (срочная адаптация);
- б) реакции долговременной адаптации (долговременная адаптация).

В процессе срочной адаптации в организме человека реализуются уже сформировавшиеся механизмы приспособления. Долговременная адаптация требует таких механизмов, которые в организме человека в готовом виде отсутствуют, а имеются лишь их генетически детерминированные задатки.

В ходе изучения адаптивного поведения человека с точки зрения развития асимметрий в физической подготовке требуется определить:

- 1) адаптированность человека (границы адаптивного процесса в конкретных видах деятельности);
- 2) ход изменения асимметрий в процессе занятий конкретным видом деятельности;

- 3) адаптивный эффект различных видов упражнений (видов деятельности);
- 4) воздействие адаптивных ситуаций.

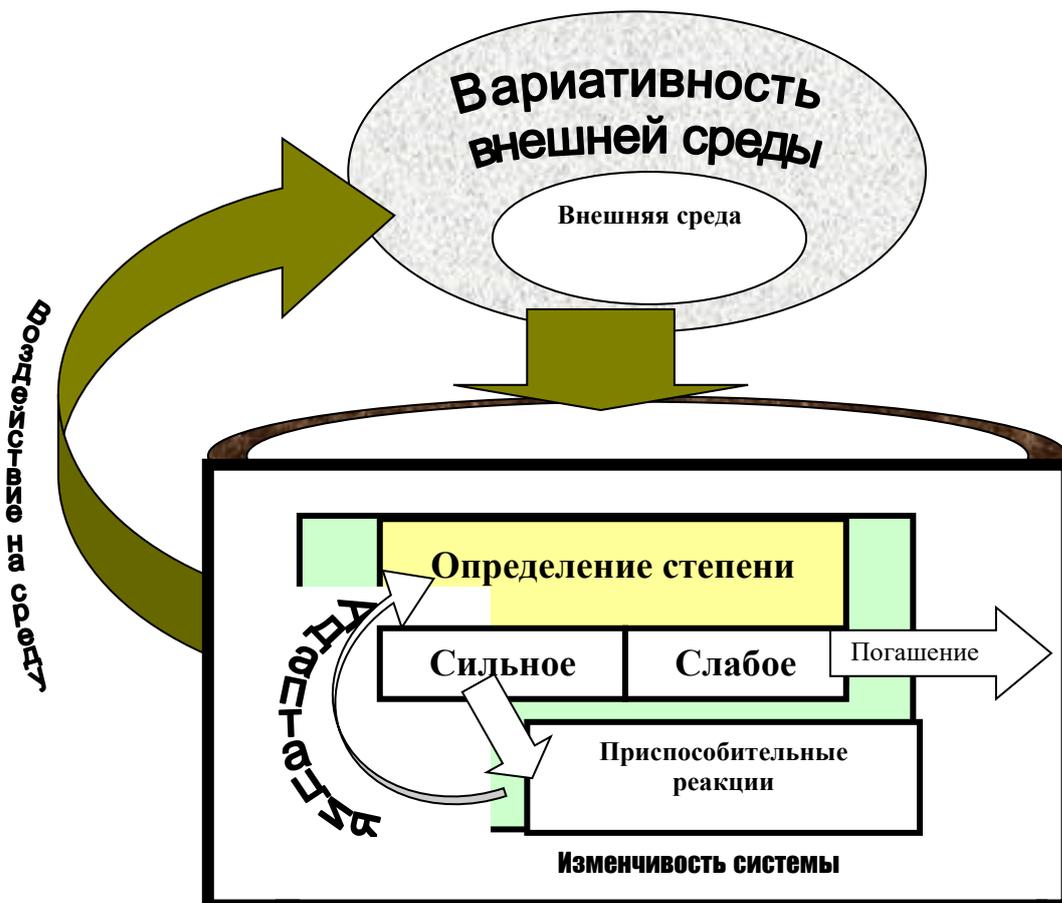


Рис. 52. Принципиальная схема адаптации человека к воздействиям внешней среды

Исследования, направленные на выявление верхней границы адаптивного процесса и закономерностей адаптации, проводились с участием спортсменов разного уровня квалификации, так как систематичность занятий и многообразие воздействия физических упражнений позволяют моделировать разные условия внешнесредового влияния на организм.

#### 4.1. Изменчивые и устойчивые признаки физического развития и функционального состояния в период полового созревания (на примере девочек)

Морфологический статус человека во многом предопределяет его функциональные возможности, которые в свою очередь обеспечивают его предрасположенность к различным видам деятельности, вероятность сохранения собственного здоровья. Для женщин данное положение приобретает еще большее

значение, так как уровень собственного здоровья во многом обуславливает здоровье будущего ребенка.

В развивающихся материальных системах старое и новое состояния взаимодействуют как противоположности. Индивидуальное развитие человека охватывает смену различных фаз его становления. Основным противоречием, разрешающимся в развитии, является взаимодействие устойчивости и неустойчивости, сохранения и изменения.

Для выявления своевременности динамики изменений растущего организма и периодов устойчивого состояния необходимо знать сроки его роста и развития на различных этапах онтогенеза, а также соразмерности и последовательности формирования морфологических и функциональных показателей. Однако существующие в этом направлении знания отличаются фрагментарностью.

В данном фрагменте достигается цель выявления устойчивых и изменчивых признаков физического развития и функционального состояния, проявляющихся в период полового созревания девочек.

Одной из наиболее сложных проблем современной физиологии является раскрытие механизмов взаимодействия генетики и среды – основных факторов, участвующих в формировании человека как единой биосоциальной системы. Выявление механизмов и факторов, влияющих на формирование человека, необходимо для обеспечения эффективного управления ими.

Расширение использования технических возможностей в ходе проведения исследований привело к накоплению многочисленных и разнообразных данных, характеризующих и тончайшие внутриклеточные субстанции, и отдельные функции и системы организма в целом. В этих условиях возникает возможность поиска законов общего развития. Как известно, содержательной стороной дефиниции «закон» является неизменность составляющих, характера взаимодействия и определенный уровень при изменениях условий. Таким изменчивым условием является возраст.

Какие параметры развития организма, соотношения и взаимосвязи остаются инвариантными (т.е. определяются в большей степени генотипом), а какие отрицаются в ходе полового созревания?

В литературе практически отсутствуют сведения такого характера. Поиск закономерностей развития живого есть поиск единого и тождественного. Идеализированной целью познания, как было доказано во многих работах, в том числе и в наших, является определение симметрии, которое проявляется в упорядоченности структур, форм, движений, процессов.

Морфологический статус человека во многом предопределяет его функциональные возможности и предрасположенность к различным видам деятельности. Известно, что интенсивное формирование основных структур человека происходит в период полового созревания, по нашим данным, в основном в возрасте от 11 до 15 лет. За указанный период времени уровень полового развития возрастал от  $1,46+0,48$  (в 11 лет) до  $5,00+0,00$  условного балла. Анализ степени полового развития позволяет определить три временных интервала, существенно отличающихся друг от друга:

1. 11-12 лет – этап малоинтенсивного полового развития.
2. 12-14 лет – этап активного полового развития, включающего в себя два подэтапа.

а) 12-13 лет – период высокой чувствительности полового развития ( $2,37$  усл. ед.).

б) 13-14 лет – период средней чувствительности ( $1,72$  усл. ед.).

3. 14-15 лет – этап стабилизации уровня полового развития.

Длина и масса тела являются обобщенными характеристиками ростовых процессов и уровня анаболизма. Длина тела за пятилетний период (приложение) увеличивается на 19 см при среднем годовом приросте 3,8 см. Однако ежегодный прирост в различные годы колеблется от 1 до 5 см. Масса тела увеличивается с  $34,57+7,34$  до  $52,87+9,36$  кг. Среднегодовой прирост составляет 3,16 кг. Обращает на себя внимание постепенное возрастное увеличение разброса показателей «S» как по массе, так и по росту. Вероятно, такое явление связано с постепенным завершением генетически обусловленной программы развития к 14-15 годам и проявлением индивидуальных особенностей.

По показателям массы и длины тела девочка, попадающая в определенный центильный коридор в допубертатный период, не выходит за его пределы и после завершения периода полового созревания.

Было выявлено, что наиболее комплексное развитие всех морфофункциональных признаков приходится на самый начальный уровень полового созревания, а именно на 11-12 лет, когда наступает период их высокой и супервысокой чувствительности. К 13-14 годам наблюдается резкое снижение темпов прироста по всем основным признакам физического развития, приводящий к проявлению субкритического уровня чувствительности. Полученные результаты позволяют предположить, что оптимальное внешнесредовое воздействие в период 11-13 лет имеет решающее значение для нормализации морфофункционального развития и физической подготовленности девочек.

Системообразующими факторами полового развития индивидуума являются:

- 1) исходный уровень полового развития, являющийся отражением предыдущего состояния и воздействия;
- 2) темпы полового созревания;
- 3) достигаемый уровень полового созревания.

Разделение детей на группы, при котором за первичный фактор распределения взят исходный уровень полового созревания, показал, что в период с 11 до 15 лет достигаемый уровень полового развития во всех группах одинаков.

Лишь в подгруппе девочек, имеющих низкий уровень полового развития в 11 лет, наблюдается низкий, средний и высокий темп развития. Темпы созревания девочек со средним и высоким исходным уровнем полового развития оказались одинаковыми.

Таким образом, выделяются 5 классификационных групп, которые характеризуются следующими признаками:

- 1 – низкий исходный уровень и невысокие темпы полового созревания.
- 2 – невысокий исходный уровень и средние темпы полового созревания.
- 3 – невысокий исходный уровень и высокие темпы полового созревания.
- 4 – средний исходный уровень и высокие темпы созревания.
- 5 – высокий исходный уровень и высокие темпы полового созревания.

Если дети, попадающие в один коридор физического развития по длине и массе тела в начале исследования, остаются в нем до конца исследования, то коридор в зависимости от полового развития сохраняется не всегда. Достоверных различий в темпах развития девочек города и села, проживающих в одинаковых климатогеографических условиях, не обнаружено.

Анализ полученных результатов показал, что ускорение темпов полового созревания сопровождается не только резким повышением темпов физического развития, но и меньшими значениями большого числа дефинитивных признаков физического и функционального развития. Вероятно, это связано с более ранним началом окостенения и, следовательно, с уменьшением возможностей поддержания темпов развития.

В связи с этим представляется важным тот факт, что при акселерации наблюдается увеличение темпов полового развития, что сопровождается только ускорением процессов роста, но не вызывает увеличение дефинитивных показателей физического развития, что согласуется с данными литературы.

Попытка определения отличительных особенностей девочек, попадающих в разные коридоры полового развития по функциональным показателям, выявила

отсутствие закономерных проявлений, что объясняется, вероятно, большой вариативностью этих показателей и зависимостью их от интенсивности, силы, времени и направленности внешнесредового влияния. Существенное значение имеет также относительная инвариантность тех функций, которые являются жизненно важными и относятся к гомеостатическим.

Выявлена прогрессивная динамика абсолютного показателя работоспособности, определенного посредством метода PWC 170, при отсутствии достоверных изменений относительного показателя работоспособности. Максимальные темпы развития абсолютной работоспособности проявляются в 13-14 лет, то есть во время стабилизации полового развития, в период высокой чувствительности практически по всем параметрам гемодинамики. Прогрессивная динамика абсолютного показателя PWC 170 является следствием множества факторов, участвующих в его проявлении. Тем самым подтверждается правомерность использования теста PWC 170 как интегрального показателя морфофункционального развития.

Экономизация деятельности сердечно-сосудистой системы, выявляемая как комплексная реакция на дозированную нагрузку, проявляется в 13-14 лет, причем вначале стабилизируется ответная реакция на более низкую нагрузку (в 13 лет) и затем на более высокую.

В развивающихся материальных системах взаимодействует старое и новое состояние как противоположности. Одна стадия онтогенеза заменяет другую. Индивидуальное развитие человека охватывает последовательную смену определенных возрастных периодов, четкое разграничение которых невозможно. Это связано с тем, что в каждом возрастном периоде одни признаки сохраняются, а другие утрачиваются или значительно изменяются.

В ходе исследования выявлено, что изменчивыми признаками являются:

1. Уровень физического и функционального развития.
2. Темпы развития морфологических и функциональных признаков.
3. Проявления сенситивных периодов формирования: а) разных признаков физического развития; б) одних и тех же признаков в зависимости от уровня полового созревания и места проживания.
4. Вектор развития функциональных показателей.
5. Индекс Кетле.
6. Индекс Пинье.

Следовательно, вышеперечисленные признаки отрицаются в ходе развития, и организм стремится перейти в новое, качественно более высокое состояние.

Сохраняются признаки, от которых либо зависит эффективность развития, либо устойчивость жизни человека. К таковым относятся:

1. Вектор развития тотальных размеров тела.
2. Проявление гетерохронии и гетеротропности в развитии морфофункциональных признаков.
3. Центильный коридор развития тотальных размеров тела.
4. Связь мышечного компонента с собственным весом телом.
5. Удельный вес тела.
6. Индекс С.А. Пушкарева.
7. Соотношение морфологических признаков, подчиняющихся закономерностям вурфа.
8. Соотношение морфологических и функциональных признаков, подчиняющихся закономерностям золотого сечения.

Одним из основных принципов биологии является единство структуры и функции, поэтому совокупность морфологических и функциональных показателей можно оценить только с позиции их единства и системности. Функциональные показатели, одной стороны, рассматриваются как проявление структурных компонентов тела, с другой, их восприимчивость к внешнесредовым воздействиям более высока. Однако между консервативными структурами и изменчивыми функциями существуют закономерные взаимосвязи, определяющие последовательность изменений функций и пределы их устойчивости.

На основе проведенного исследования определены коэффициенты корреляции между признаками физического развития и функциональными показателями, характеризующими деятельность сердечно-сосудистой и дыхательной систем.

Все взаимосвязи между физическим развитием и функциональной подготовленностью (рис. 53) делятся на три группы:

- I. Показатели, устойчиво не взаимосвязанные между собой.
- II. Показатели, связь между которыми устойчиво сохраняется.
- III. Показатели с изменяющейся взаимосвязью.

По уровню связи во второй группе выделены три подгруппы:

- а) имеющие высокий уровень взаимосвязи;
- б) имеющие среднюю тесноту связи;
- в) слабо взаимосвязанные.

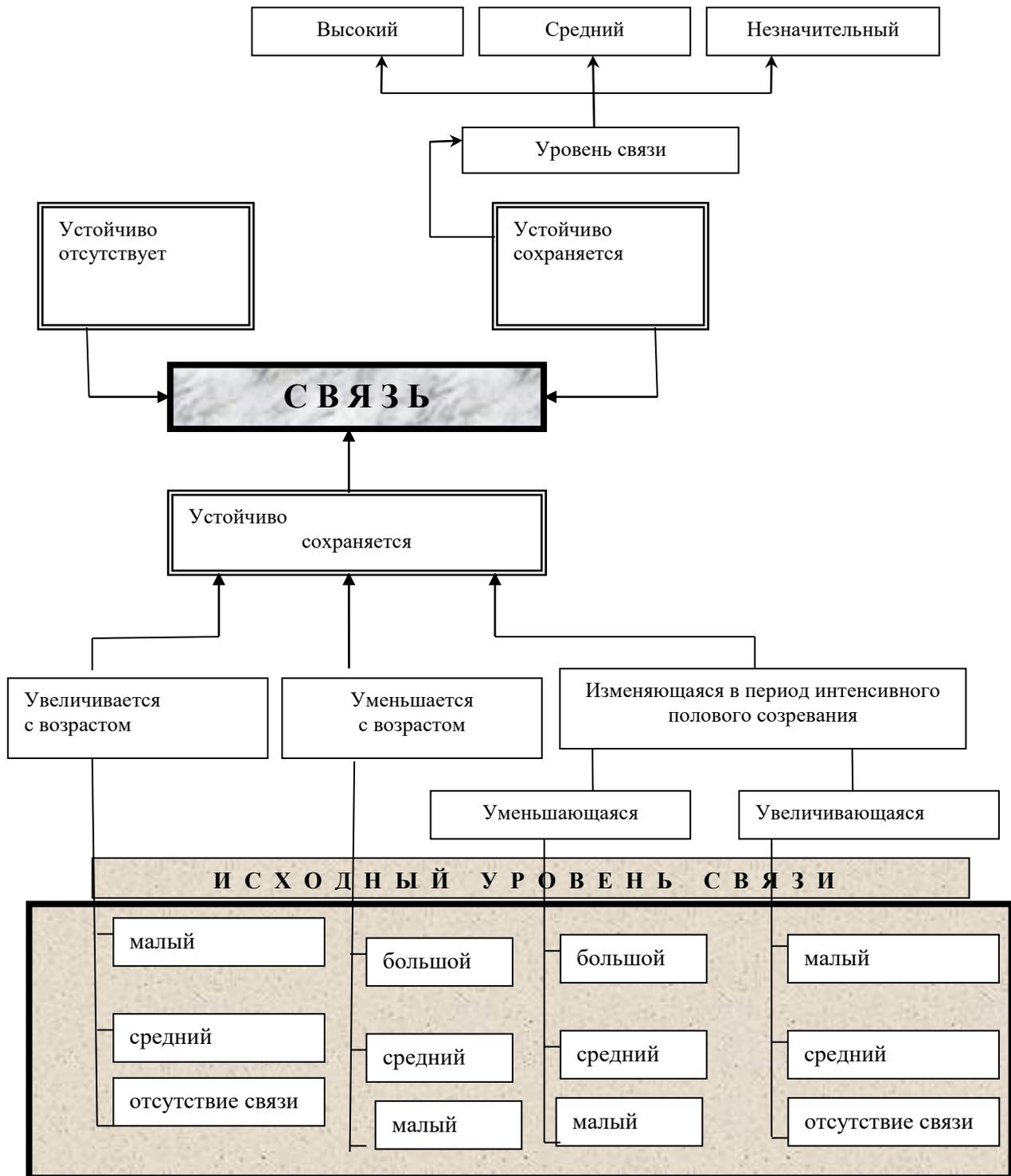


Рис. 53. Проявление сохранности исходного уровня взаимосвязи показателей в онтогенезе

Основное количество взаимосвязей 2 группы относятся к первой подгруппе, т.е. сохраняют на протяжении всего периода полового развития высокую взаимозависимость.

С некоторой долей допущения к устойчивым можно отнести две группы изменчивых взаимосвязей, которые со слабой или средней тесноты переходят в результате полового созревания на более высокий уровень.

В результате проведенного корреляционного анализа установлено, что к устойчивым признакам, сохраняющимся в процессе полового созревания, относятся связи:

- сердечного цикла с удельным весом тела, половым развитием, общим количеством жира, систолическим объемом сердца, ЧСС в покое с минутным и ударным объемом крови, показателем PWC 170;
- общего количества и процентного содержания жира с диастолическим давлением в покое, ударным и минутным объемом крови, показателем PWC 170;
- минутного объема крови с ударным объемом крови, показателем PWC 170;
- диастолического давления с минутным объемом крови;
- систолического давления с ударным объемом крови.

К относительно устойчивым связям относятся связи:

- сердечного индекса с процентным содержанием жира;
- ударного объема крови и PWC 170;
- полового развития с диастолическим давлением в покое;
- веса тела с систолическим давлением в покое;
- площади тела с систолическим давлением в покое, с сердечным индексом;
- тощей массы с ударным, минутным и систолическим объемом крови.

Основными неустойчивыми связями, проявляющимися в различные периоды полового развития, являются связи:

- длины тела с сердечным индексом;
- общего и процентного содержания жира с ударным и минутным объемом крови.

Не удастся обнаружить взаимосвязей, увеличивающихся в процессе интенсивного полового созревания. Нам представляется, что это связано с общей дестабилизацией отношений функций и структур организма в моменты интенсивного развития организма человека.

Таким образом:

1. В периоде полового созревания выделяются три временных интервала, во время которых происходящие процессы существенно отличаются друг от друга:

- 11-12 лет – этап малоинтенсивного полового созревания;

- 12-14 лет – этап активного полового развития, дифференцируемый внутри на два подэтапа: 12-13 лет – период высокой чувствительности и 13-14 лет – период средней чувствительности;

- 14-15 лет – этап стабилизации уровня полового развития.

Наибольший прирост физического развития и функциональной готовности происходит на этапах малоинтенсивного полового развития. Прирост этих показателей значительно снижается в период активного полового созревания. Если процесс формообразования в период полового созревания устойчиво сохраняет вектор позитивного развития, то в динамике функциональных изменений такой закономерности не выявлено.

2. Устойчивыми признаками физического развития в период полового созревания в 11-15 лет являются: вектор и центильный коридор развития тотальных размеров тела, удельный вес тела, связь мышечного компонента тела с количеством массы тела, индекс развития С.А. Пушкарева, а также соотношение морфологических признаков, подчиняющихся закономерностям золотого сечения и вурфу.

3. В процессе полового созревания устойчиво определяются корреляционные связи между:

- сердечным индексом и удельным весом тела, половым развитием, систолическим объемом сердца, минутным и ударным объемом крови, работоспособностью (по PWC 170);

- минутным объемом крови и ударным объемом крови, показателем PWC 170;

- диастолическим давлением в покое и минутным объемом крови,

- систолическим давлением в покое и с ударным объемом крови.

4. Изменчивыми признаками в период полового созревания являются: уровень физического развития и функционального развития и сенситивные периоды их формирования, вектор развития функциональных показателей, а также индексы Кетле и Пинье. Данные признаки в процессе онтогенеза переходят на новые, более высокие уровни.

5. Гармоничность развития девочек 11-15 лет достаточно эффективно оценивается:

а) при выявлении соразмерности тотальных размеров тела посредством индекса С.А. Пушкарева;

б) при оценке однородных, однонаправленных показателей – при выявлении симметричных состояний по признакам симметрии себетожественности, симметрии соответствия норме, цикловой симметрии.

Гармоничность тотальных размеров тела (по индексу С.А. Пушкарева) характеризуется тенденцией возрастного увеличения дисгармонично развитых девочек. В 11-летнем возрасте их количество в изучаемом контингенте составляет около 7 %, а в 15-летнем – более 21 %.

6. В формировании морфологического и функционального развития девочек в 11-15 лет не удается определить выраженной последовательности. Это является следствием одновременного формирования рядов признаков, определяющих физическое и функциональное развитие. Вместе с тем зоны приростов признаков выделяются достаточно четко.

К 14-15 годам у девочек наблюдается относительное завершение процессов роста и развития, на что указывает проявляющийся субкритический период развития основных показателей физического развития. К этому времени наступает экономизация деятельности сердечно-сосудистой системы.

## **4.2. Изменения асимметрий под влиянием занятий спортом**

Для восходящей ветви онтогенеза характерны гетерохронные созревания функциональных и морфологических систем, в том числе и асимметрий. Адаптация на этапах возрастного развития происходит в пределах вариаций, допускаемых генетической программой норм реакций. Выявлению фаз становления асимметрий в развитии функционального состояния и моторики должно помочь исследование возрастных и квалифицированных изменений изучаемого признака у спортсменов. Первые две задачи рассматриваются при выявлении реакций долговременной адаптации, третья и четвертая – при изучении реакций срочной адаптации.

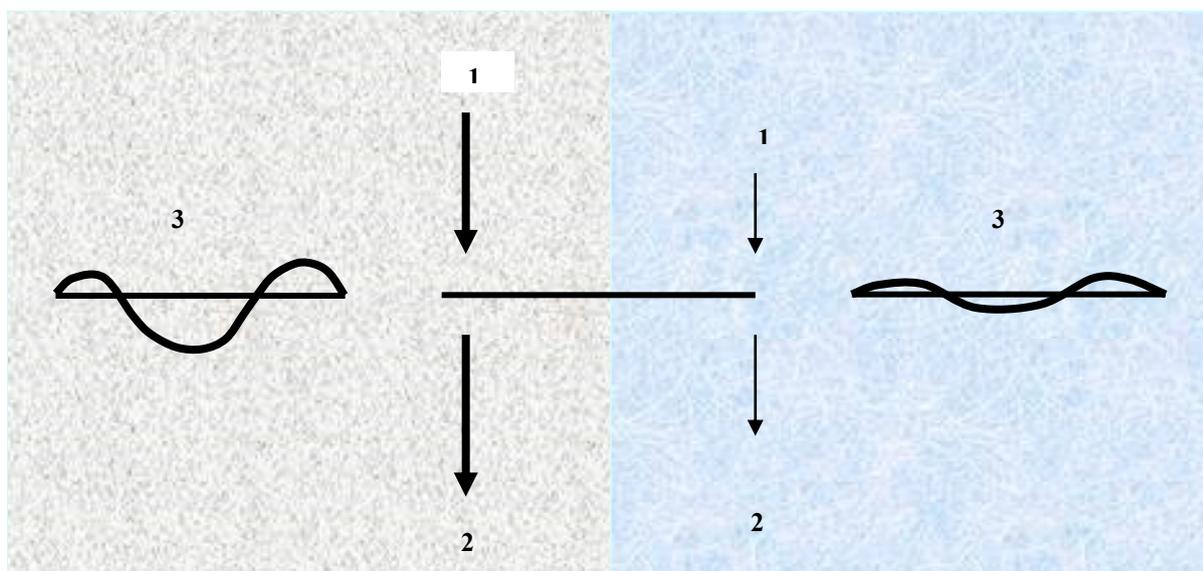
Изучение результатов длительного воздействия физических упражнений на формирование двигательной и морфофункциональной асимметрии имеет двойное значение. С одной стороны, оно позволяет выявить диалектику соотношения социального и биологического в процессе развития человека, с другой – определить подходы к индивидуальному латерально-лимитированному воздействию нагрузок и к методике подготовки спортсменов в различных видах спорта.

На проявление асимметрий у спортсменов указывают данные многих ученых, не изучавших специально этот вопрос, но исследовавших морфофункциональные и другие качества с правой и левой сторон. Полученные результаты позволяют констатировать, что асимметрия в развитии спортсмена наблюдается и по морфологическим признакам (Б.А. Никитюк 1982; Г.С. Туманян, 1971 и др.), по функциональным показателям (Е.П. Ильин, 1961;

Э.А. Кудяев, 2004 и др.), по показателям моторики (Е.К. Аганянц с соавт., 2001, 2004; Е.М. Бердичевская, 1999, 2004, 2005; Г.А. Кураев с соавт., 1999 и др.).

Одни авторы (Н.Ж. Булгакова с соавт., 1989; А.А. Гладышева, 1975; Л.П. Райцина, Л.Н. Райцин, 1971 и др.) отмечают снижение асимметрии под влиянием тренировочных занятий, другие же приводят доказательства повышения ее уровня с увеличением стажа и квалификации спортсменов (Н.И. Анисимов, 1967; Р. Vale, 1983; Слынчев, 1964 и др.).

Очевидно, в основе противоречивых взглядов на формирование асимметрий в процессе спортивной деятельности лежат разнообразные воздействия физических упражнений. Следовательно, попытка перенести закономерности воздействия одного вида спорта, одного вида физических упражнений на другие неправомерна. Организм человека обладает уникальными свойствами, выработанными в процессе его биологической эволюции, – функциональной универсальностью и приспособительной активностью. Под функциональной универсальностью понимается способность при участии одних и тех же мышц и механизмов энергообеспечения выполнять разнообразные движения. Кроме того, человек имеет широкие адаптационные возможности, которые определяются исключительной пластичностью всех его физиологических функций. В основе адаптации человека к возмущениям внешней среды лежат реактивность («подвижная приспособительная перестройка внутренних и внешних отношений организма, сохраняющая динамическую устойчивость и постоянство физиологических отправлений») и явление суперкомпенсации (гипертрофированная компенсация расхода энергетических запасов, увеличение ресинтеза АТФ, креатинфосфата и т.д.). Генетически обусловленная возможность реактивности (то есть допустимые организмом вариации симметрии) определяют достижения суперкомпенсации. При одинаковой нагрузке на правую и левую сторону тела происходящие изменения в их энергообеспечении одинаковыми не будут; разными будут уровень утомления, а значит, и уровень суперкомпенсации. По всей видимости, одинаковое воздействие на «ведущую» и «неведущую» стороны тела приведет к более высокому уровню утомления «неведущей» стороны и к сглаживанию асимметрии, тогда как альтернативный выбор движения самим спортсменом приводит к систематическому применению именно «ведущей» стороны тела и усилению асимметрии, так как процессы ассимиляции и диссимиляции происходят в большей степени на той стороне тела, которая получает большую нагрузку (рис. 54).



**Рис. 54. Логическая схема реакции человека на асимметричную нагрузку: 1 – величина нагрузки, 2 – изменения утомления, 3 – кривые восстановления.**

Естественно, что суперкомпенсация работоспособности, силы, быстроты и т.п. будет происходить на более высоком уровне на «ведущей» конечности или на «ведущей» стороне тела. Вместе с тем асимметрирующее воздействие, как нам представляется, может снизить симметрию только до определенного, генетически обусловленного уровня.

Можно предположить, что виды спорта, в которых преимущественно используется одна сторона тела (фехтование, теннис, толкание ядра, метание диска, копья и др.), содействуют повышению асимметрии в различных ее проявлениях, тогда как виды, примерно одинаково нагружающие обе стороны тела, приводят к ее нивелированию (рис. 55).

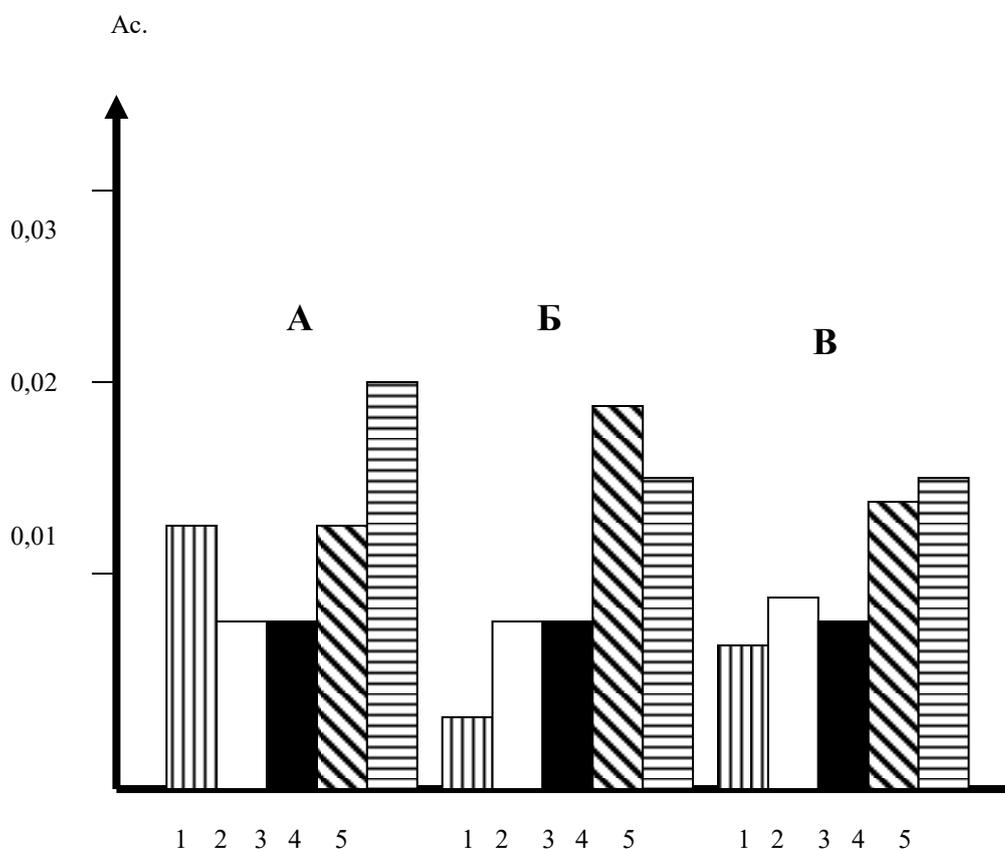
Вместе с тем достаточно высокий уровень ее обнаружен у лиц (мужчин и женщин), занимающихся парашютным спортом, хотя специализация в данном случае не оказывает существенного влияния на развитие ног. Следовательно, причин, вызывающих повышение асимметрии ног, может быть две:

1) отсутствие направленного воздействия на формирование частей тела (как следствие развития асимметрии в соответствии с индивидуальной генетической возрастной программой);

2) дифференцирование функций частей тела в связи с потребностями вида специализации.

Во втором случае асимметрия увеличивается до оптимума, уровень которого определяется конкретным видом спорта и индивидуальными возможностями спортсмена. Симметричное развитие ног наблюдается у тяжелоатлетов

( $A=0,001\pm 0,007$ ) и легкоатлетов, специализирующихся в беговых дисциплинах ( $A = 0,008\pm 0,003$ ).



**Рис. 55. Асимметрия обхватных размеров ног у квалифицированных спортсменов разных специализаций (А – бедер, Б – голеней, В – суммарная асимметрия ног): 1 – лёгкая атлетика; 2 – волейбол; 3 – баскетбол; 4 – парашютный спорт; 5 – дзюдо)**

Влияние спортивных упражнений на асимметрию еще более наглядно проявляется при рассмотрении уровня асимметрии обхватных размеров рук (рис. 56, 57). Симметричное развитие определено у тяжелоатлетов ( $A=0,01\pm 0,008$ ). Дифференцирование функций рук при выполнении соревновательных и специально-подготовительных упражнений оказывает диссимметрирующее влияние. Поэтому асимметрия обхватных размеров рук у волейболистов ( $A=0,035\pm 0,017$ ) и баскетболистов ( $A=0,034\pm 0,02$ ) высока.

Воздействие борьбы самбо и дзюдо на формирование асимметрий обхватных размеров тождественны. Основанием для подобного заключения является равенство не только суммарного показателя асимметрии обхватных размеров рук, но и его составляющих.

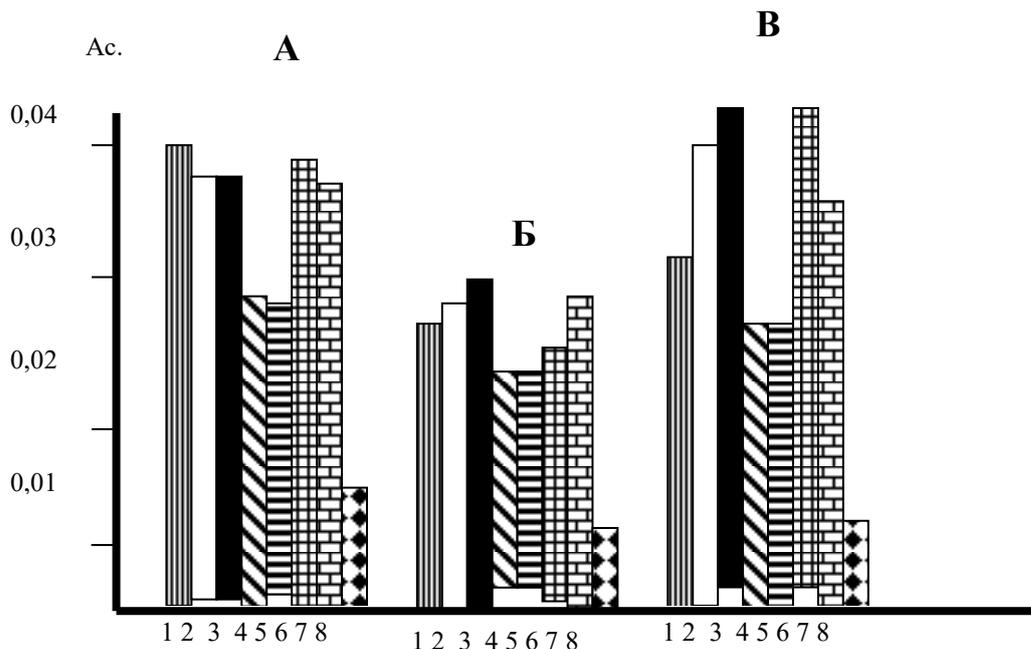


Рис. 56. Асимметрия обхватных размеров рук (А – плеч, Б – предплечий, В – суммарная асимметрия рук) у спортсменов разных специализаций: 1 – волейбол, 2 – футбол, 3 – парашютный спорт; 4 – самбо; 5 – дзюдо; 6 – баскетбол; 7 – лёгкая атлетика (бег); 8 – тяжёлая атлетика.

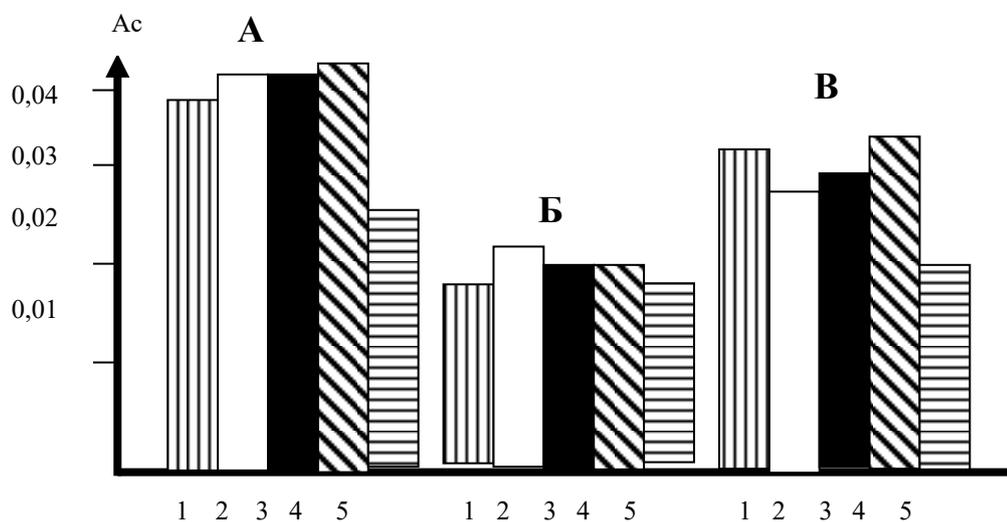


Рис. 57. Асимметрия обхватных размеров рук (А – плеч, Б – предплечий, В – суммарная асимметрия рук) у спортсменок разных специализаций: 1 – лёгкая атлетика; 2 – волейбол; 3 – парашютный спорт; 4 – баскетбол; 5 – борьба дзюдо..

Использование математического аппарата и вычисление достоверности различий позволили выделить четыре группы видов спорта по воздействию на верхние и нижние конечности:

- 1) снижающие асимметрию;
- 2) формирующие оптимальный уровень асимметрии;
- 3) увеличивающие асимметрию;
- 4) не оказывающие влияния на асимметрию.

По воздействию на руки к первой группе относятся тяжелая атлетика, ко второй – борьба самбо и дзюдо, к третьей – волейбол и баскетбол, к четвертой – футбол, парашютный спорт, легкоатлетические беговые дисциплины. *(Примечание: Хотя виды спорта третьей группы определены как увеличивающие асимметрию, корректнее определить их как формирующие высокий оптимум. Для сокращения названия и исключения путаницы мы намеренно допускаем упрощение.)*

По воздействию на ноги в первую группу входят тяжелая атлетика, атлетические беговые дисциплины, во вторую – волейбол и баскетбол, в третью – самбо, дзюдо, футбол, в четвертую – парашютный спорт.

Между выявленными группами, таким образом, имеются достоверные различия, тогда как внутри групп расхождения несущественны.

Объективность подобного подхода к классификации видов спорта доказывается результатом исследований по определению психомоторных качеств спортсменов. Выявлялись различия показателей правой и левой руки в теппинг-тесте, динамометрии кисти, скорости одиночного движения, координированности движений рукой вправо и влево, точности ударов по мишени (основные данные приводятся в табл.23).

Таблица 23

**Средние показатели развития психомоторных качеств спортсменов разной специализации  
(квалификация: кмс, мс, мсмк)**

Виды испытаний	Футбол (n=54) X±g			Борьба самбо (n=54) X±g			Борьба дзюдо (n=54) X±g			Баскетбол (n=54) X±g		
	прав.	лев.	ас.	прав.	лев.	ас.	прав.	лев.	ас.	прав.	лев.	ас.
Теппинг-тест	57,00	49,67	0,254	58,20	53,31	0,163	59,16	53,49	0,170	55,53	47,67	0,312
	6,22	4,16	0,041	6,96	4,30	0,074	7,35	5,48	0,086	7,85	7,03	0,125
Динамометрия кисти	50,67	46,31	0,123	55,43±	50,62	0,077	56,14	51,48	0,084	57,25	52,75	0,146
	7,55	8,29	0,036	11,47	6,56	0,036	12,48	13,52	0,026	10,87	10,31	0,043
Статический тремор	3,74	7,76	0,626	3,52	4,42	0,446	3,86	5,15	0,452	2,34	7,25	0,582
	2,96	8,72	0,113	2,73	2,89	0,149	3,71	3,96	0,161	3,11	4,89	0,221
Координированность рук: а) при движении вправо б) при движении влево	11,36	13,33	0,239	14,50	15,73	0,206	14,8	16,01	0,211	13,25	15,86	0,341
	3,69	2,05	0,145	4,13	5,12	0,153	4,48	6,13	0,098	2,83	4,96	0,223
Точность движений (число попаданий за 10 с)	14,67	16,27	0,245	13,30	15,61	0,228	14,12	16,07	0,221	12,75	16,75	0,0130,
	3,51	5,83	0,078	2,95	5,27	0,126	5,83	6,84	0,086	4,11	5,84	335
Точность движений (число попаданий за 10 с)	45,36	31,33	0,306	49,12	41,30	0,201	50,03	43,62	0,212	50,00	43,75	0,124
	8,66	8,62	0,138	8,72	7,38	0,118	6,12	8,54	0,098	11,28	10,28	0,037
X±g – показатель мануальной асимметрии			0,299 ±0,171			0,220 ±0,123			0,225 ±0,122			0,330 ±0,167

## Продолжение таблицы 23

Виды испытаний	Волейбол (n=49) X±g			Легкоатлетический бег (n=39) X±g			Тяжелая атлетика (n=42) X±g			Парашютный спорт (n=38) X±g		
	прав.	лев.	ас.	прав.	лев.	ас.	прав.	лев.	ас.	прав.	лев.	ас.
Теппинг-тест	55,12	44,51	0,314	61,25	49,33	0,219	52,14	49,62	0,098	43,63	38,93	0,221
	6,32	7,36	0,126	4,83	11,71	0,168	4,35	4,74	0,036	5,74	10,72	0,121
Динамометрия кисти	52,36	48,73	0,134	56,72	54,21	0,189	62,13	60,43	0,025	47,36	44,72	0,096
	10,13	9,84	0,047	8,62	7,92	0,032	9,87	8,72	0,021	8,15	9,14	0,052
Статический тремор	3,49	8,12	0,591	3,88	6,32	0,615	4,25	5,67	0,129	7,37	9,45	0,611
	2,14	3,89	0,224	2,73	5,48	0,214	2,48	3,82	0,093	5,43	7,14	0,115
Координированность рук: а) при движении вправо б) при движении влево	12,87	15,78	0,346	13,28	14,95	0,229	14,78	16,36	0,168	15,74	18,35	0,216
	2,68	4,96	0,220	3,73	4,76	0,141	2,79	3,82	0,053	5,82	4,74	0,148
Точность движений (число попаданий за 10 с)	11,84	14,35	0,338	14,79	17,26	0,236	14,98	17,05	0,171	17,28	19,71	0,240
	5,68	6,32	0,170	4,75	5,64	0,074	3,46	4,05	0,073	6,53	5,32	0,088
Точность движений (число попаданий за 10 с)	48,73	42,11	0,128	47,32	45,15	0,311	49,18	48,36	0,097	44,83	38,72	0,316
	6,35	7,42	0,047	6,53	7,39	0,096	7,78	8,24	0,081	7,36	11,21	0,112
X±g – показатель мануальной асимметрии			0,329 ±0,170			0,280 ±0,160			0,115 ±0,055			0,283 ±0,175

Наиболее симметричное развитие имеют тяжелоатлеты. Кривые, определяющие асимметричность развития качеств, всегда тождественны у баскетболистов и волейболистов, а также у дзюдоистов и самбистов. Более сложно проявляются изучаемые признаки у футболистов, легкоатлетов и парашютистов. Хотя по суммарной двигательной асимметрии футбол, легкая атлетика и парашютный спорт стоят рядом, расхождения по отдельным показателям существенны. Расчет достоверности различий между суммарными показателями асимметрии рук подтвердил правильность классификации видов спорта по данным морфологической асимметрии (табл. 24). Различия между показателями у самбистов и дзюдоистов, баскетболистов и волейболистов, а также у легкоатлетов, футболистов и парашютистов несущественны ( $p > 0,05$ ). Между группами спортсменов, специализирующихся в тяжелой атлетике, самбо и дзюдо, баскетболе и волейболе, а также в легкой атлетике, футболе и парашютном спорте, показатели существенно различаются ( $p < 0,001$ ).

Таблица 24.

**Достоверность различий между показателями суммарной асимметрии развития психомоторных качеств у спортсменов различных специализаций.**

Вид спорта	Футбол	Самбо	Дзюдо	Волейбол	Л/а. (бег)	Баскетбол	Тяжел. атл.	Парашютный спорт
Футбол	-	7,18	6,73	2,06	1,36	2,07	18,40	1,07
Самбо	<0,001	-	0,625	9,17	5,00	9,17	17,53	4,21
Дзюдо	<0,001	>0,05	-	8,75	3,92	8,75	16,92	4,16
Баскетбол	<0,05	<0,001	<0,001	-	0,063	3,12	17,92	2,93
Волейбол	<0,05	<0,001	<0,001	3,26	-	0,05	19,45	2,88
Л.а.(бег)	>0,05	<0,001	<0,001	<0,01	<0,01	-	11,00	0,188
Тяжелая атлетика	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	-	12,92
Парашютный спорт	>0,05	<0,001	<0,001	<0,05	<0,05	>0,05	<0,001	-

Вернемся к рассмотрению вопроса о воздействии на человека видов спорта, требующих проявления оптимума асимметрии, и видов спорта, не лимитирующих латеральное воздействие.

Изучались возрастные и зависящие от спортивной квалификации изменения морфофункциональных показателей и латеральных предпочтений у дзюдоистов и парашютистов.

Программа данного констатирующего эксперимента была существенно расширена по сравнению с предыдущей версией. В цикл морфологических обследований были включены измерения длинных (предплечья, плеча, кисти, бедра, голени) и обхватных (предплечья, плеча в расслабленном и напряженном состоянии) размеров конечностей. Кроме того, измерялись проявления силы различных групп мышц (сгибатели ладони и пальцев рук, предплечья, бедра, разгибатели предплечья и бедра) и подвижность в суставах (угол сгибания в плечевом, локтевом и коленном суставах, суммарное движение в лучезапястном и голеностопном суставах).

Средние показатели асимметрии, анализ которых проведен ниже, определялся по формуле:  $A = EA/n$ , где  $EA$  – суммарный показатель асимметрии спортсмена,  $n$  – число измеряемых признаков. С участием этого контингента определялись также латеральные предпочтения в бытовых, общефизических и специальных элементарных движениях.

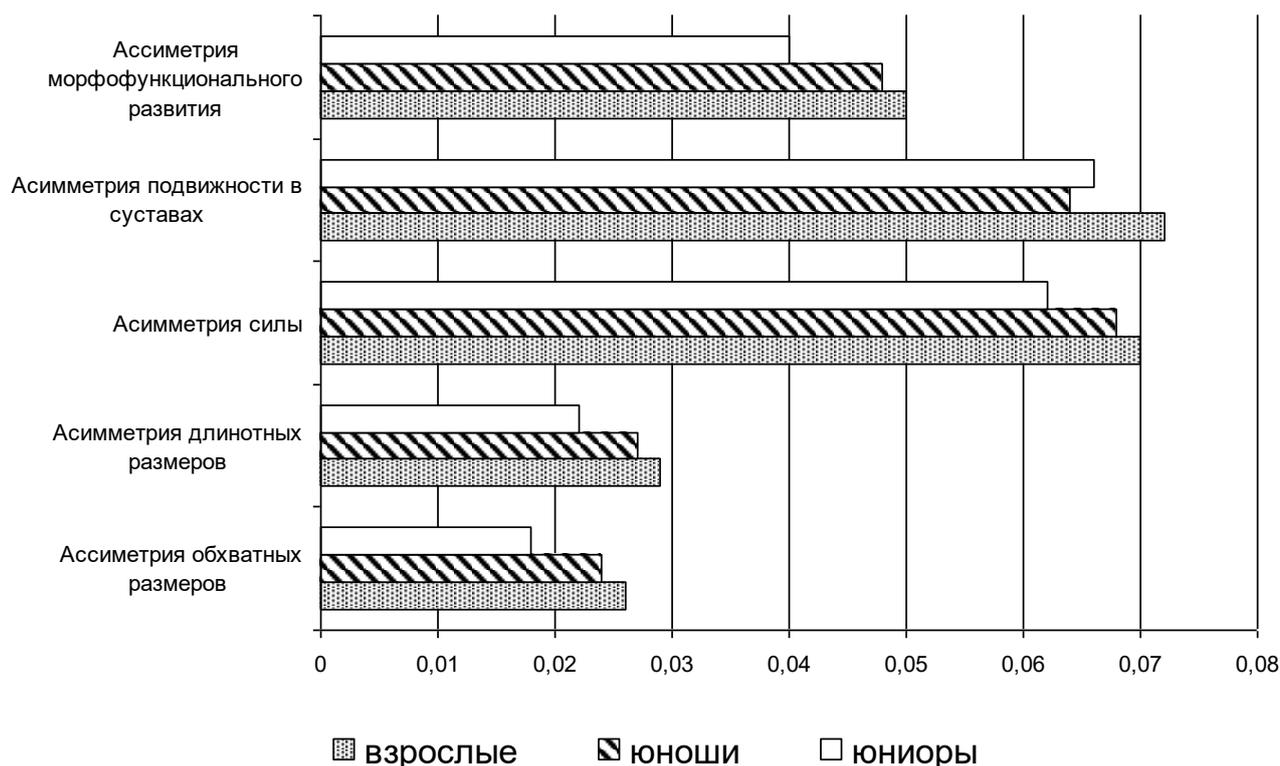
Суммарный показатель асимметрии морфофункционального развития (рис. 58) с возрастом увеличивается ( $p < 0,001$ ).

Но если асимметрия у юниоров увеличивается по сравнению с юношами по всем составляющим, то в длинных размерах тела и в показателях силы юниоры незначительно ( $p > 0,05$ ) отличаются от взрослых.

Рассмотрение изменчивости симметрии морфофункционального развития в зависимости от собственного веса у юниоров и взрослых не выявило каких-либо закономерностей. У юношей с увеличением собственного веса наблюдается достоверный рост асимметрии морфофункционального развития. Однако в длинных и обхватных размерах тела представители крайних весовых категорий не отличаются друг от друга. Так, разница в категориях до 50 и 60 кг, а также до 70 и свыше 70 кг, отсутствует ( $p > 0,05$ ).

Анализируя возрастную динамику асимметрий, мы пришли к выводу, что вне зависимости от латеральной направленности воздействия в дошкольном возрасте повышение двигательной активности, а следовательно, и уровня физического развития, как правило, приводит к увеличению двигательной асимметрии. Повышение массы тела, вероятнее всего, является следствием улучшения

физического развития. Представители крайних весовых категорий, по всей видимости, «выпадают из нормы», либо отставая, либо обгоняя сверстников в темпах полового созревания. В дальнейшем высокого уровня физического развития достигают все юниоры и взрослые. То есть данный фактор перестает быть ведущим, а определителем уровня асимметрий являются индивидуальные генетические предпосылки и воздействие среды.

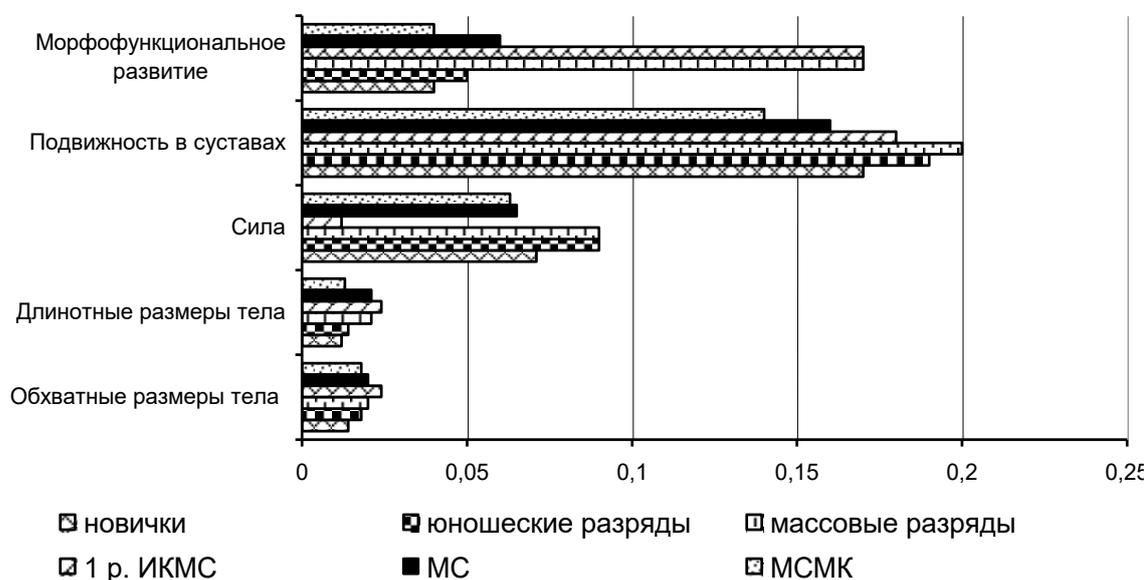


**Рис. 58.** Асимметрия морфофункционального развития дзюдоистов разного возраста

Следовало ожидать, что возрастные и зависящие от квалификации спортсмена изменения асимметрий тесно связаны друг с другом, так как в определенном временном интервале больший стаж тренировок приводит к более высоким спортивным результатам. Однако такой механический подход не подтвердился. Квалификационная динамика морфологической асимметрии повторяет характер возрастной только у группы спортсменов до первого разряда (рис. 59).

В группе мастеров спорта и мастеров спорта международного класса наблюдаются более низкие значения асимметрий ( $p < 0,001$ ). Причем общий характер изменений повторяется в показателях и силы, и гибкости, и общего уровня морфофункционального развития, хотя некоторые изменения здесь наступают раньше. Причины подобной динамики кроются в том, что для

скорейшего достижения спортивных результатов дзюдоисту целесообразно тренироваться в доминантную сторону.



**Рис. 59. Асимметрия морфофункционального развития дзюдоистов разной квалификации**

Однако положение изменяется тогда, когда основная масса соперников уже хорошо владеет приемами в доминантную сторону и умеет защищаться от них. Появляется необходимость изучения технических действий и их применения в соревновательных условиях в другую сторону. Эта необходимость обуславливает целенаправленное формирование объема техники в сторону латеральной субдоминанты и, следовательно, ее морфофункционального развития.

Различия в показателях асимметрии определяется направленностью воздействия. Если эти рассуждения верны, то в силу большей изменчивости латеральных предпочтений у дзюдоистов симметрирующая работа должна проявиться именно в них. Рассмотрим их возрастную динамику. Тестирование проводилось дважды с участием одного и того же контингента испытуемых. В связи с недостаточной обоснованностью критериев определения левшей, правой и амбидекстриков нами рассматриваются два параметра, а именно:

- 1) число движений, выполняемых только вправо, только влево, влево и вправо;
- 2) индивидуальные отношения движений, выполненных вправо и влево (асимметрия).

В бытовых тестах, которые состояли из элементарных мануальных действий, наблюдается увеличение предпочтительности правой руки (табл.25). Число тестов, выполняемых левой рукой, уменьшается до 16-летнего возраста, а затем

стабилизируется. Число тестов, выполняемых и правой, и левой рукой, резко уменьшается к 12 годам и в последующем не изменяется. С незначительным допущением можно констатировать возрастное увеличение частоты применения правой руки в бытовых движениях. Во всех возрастных группах предпочтение руки (только левой или только правой) четко фиксируется в тестах «рисование», «МОЛОТОК» и «МЯЧ».

Таблица 25.

**Процент тестов, выполненных вправо, влево и проявления амбидекстрии дзюдоистами различного возраста**

Возраст	Бытовые движения			Общефизические действия			Специальные движения		
	вправо	влево	проявл. амбид.	вправо	влево	проявл. амбид	вправо	влево	проявл. амбид
10-11	63,33	18,93	17,80	59,24	22,86	17,90	65,8	14,93	19,27
12-13	68,13	13,73	7,54	62,81	17,93	19,26	69,33	15,40	15,27
14-16	78,16	12,79	8,60	71,47	17,72	10,81	73,13	15,80	11,07
17-19	82,42	8,51	9,07	63,27	11,07	25,66	71,11	9,13	19,76
Свыше 20 лет	82,59	8,41	8,60	71,40	7,48	21,20	62,20	11,00	14,20

У спортсменов до 16 лет частота применения правой руки увеличивается в движениях общефизического и специального характера. Однако затем у некоторых спортсменов наблюдается переход к неустойчивой симметрии. Показатель асимметрии в бытовых тестах с возрастом увеличивается (рис. 60). Данной закономерности подчиняются все остальные показатели асимметрии, однако в группе спортсменов старше 20 лет наблюдается снижение изучаемого показателя.

В бытовых тестах асимметрия по мере повышения квалификации (табл. 26) возрастает (рис. 61). По-видимому, первичными здесь являются возрастные изменения. Однако подобный однозначный характер не присущ изменениям, происходящим в других видах испытаний.

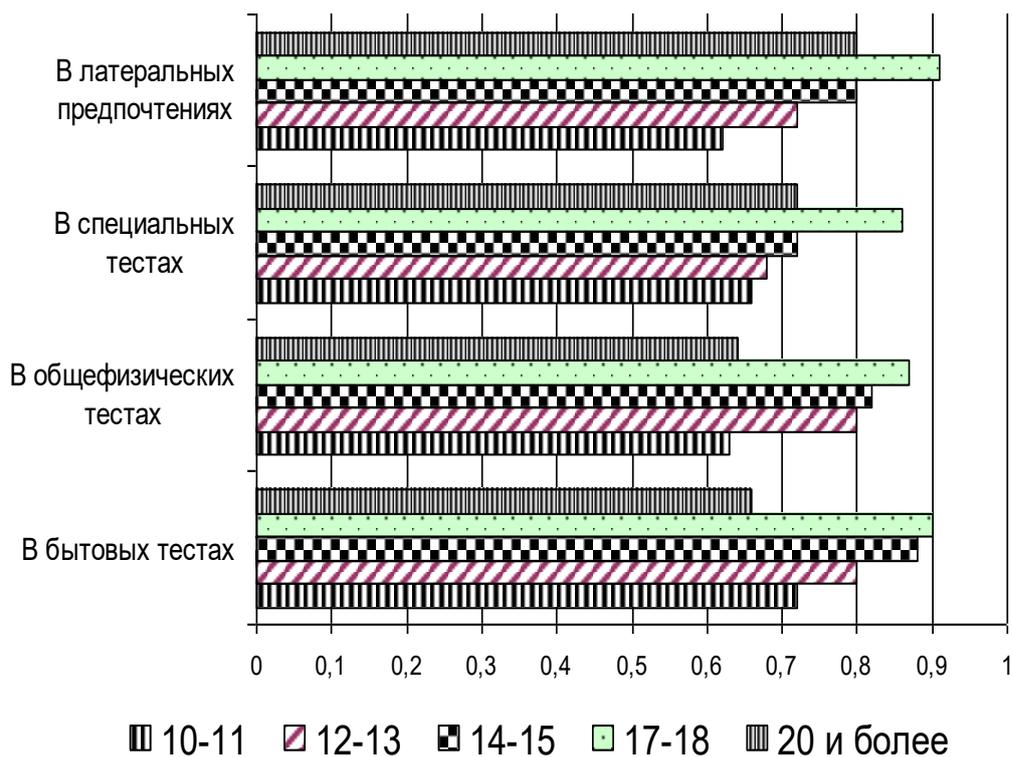


Рис. 60. Асимметрия латеральных предпочтений дзюдоистов разного возраста

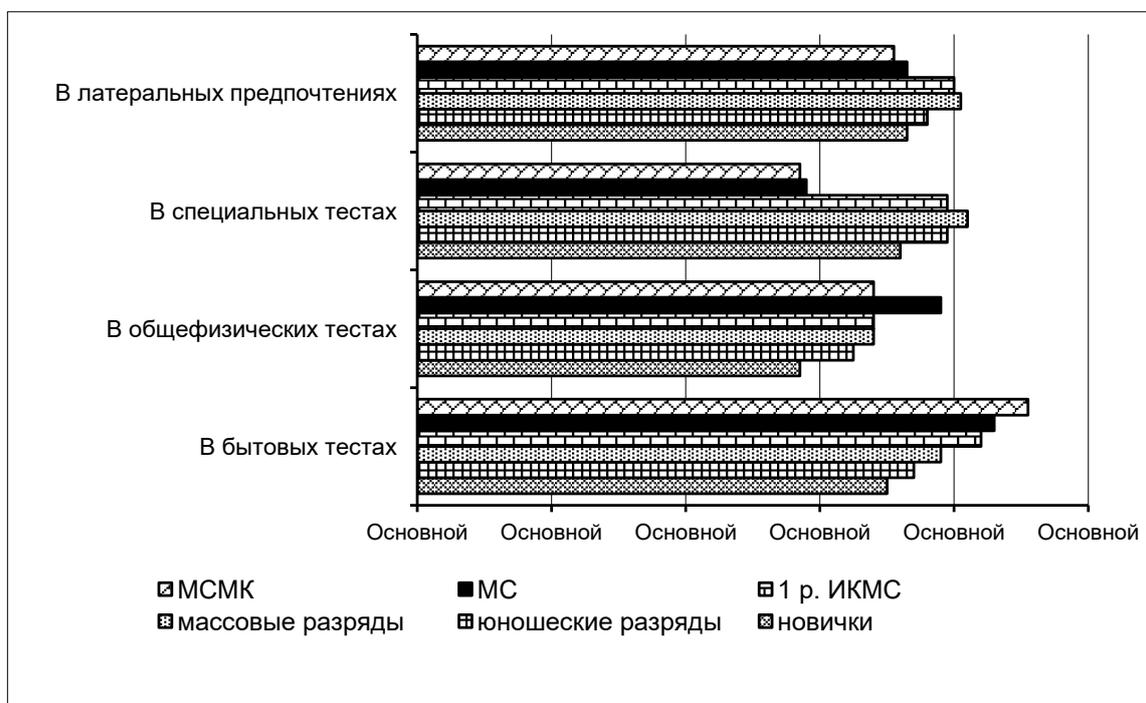


Рис. 61. Асимметрия латеральных предпочтений дзюдоистов разной квалификации

Таблица 26.

**Процентное отношение количества тестов, выполненных правой и левой руками, и проявления амбидекстрии дзюдоистами различной квалификации**

Квалификационные группы	Бытовые тесты			Общефизические тесты			Специальные тесты		
	прав.	лев.	амб.	прав.	лев.	амб.	прав.	лев.	амб.
Новички	65.3	16.89	17.81	59.76	20.36	19.28	68.59	15.13	16.28
Спортсмены юношеских разрядов	77.73	13,48	8,79	64,98	20,33	14,69	69,94	13,84	6,22
Спортсмены масс. разряда	76.33	12,36	11,31	69,05	19,73	11,22	74,87	13,89	11,24
1 р. и КМС	75.78	13,00	11,22	71,00	21,17	7,83	70,13	13,73	16,14
МС	8.05	12,15	9,80	63,22	19.33	17,45	70,48	12,35	17,17
МСМК	82.53	9,36	8,11	61,39	19,28	19,33	64,16	11,71	24,13

Начиная с I разряда, симметричность предпочтения правой и левой сторон тела увеличивается и достигает уровня, отличающегося от характерного для других групп спортсменов ( $p < 0,001$ ). У высококвалифицированных спортсменов снижение асимметрии наблюдается и по общефизическим тестам. Все это в совокупности приводит к тому, что асимметрия суммарных латеральных предпочтений, увеличиваясь от группы новичков до спортсменов массовых разрядов, затем снижается с повышением спортивного мастерства. То обстоятельство, что в группе мастеров спорта подавляющему большинству спортсменов более 20 лет, позволяет утверждать: снижение асимметрии в группах спортсменов старше 20 лет есть влияние квалификационных изменений

показателя. С ростом мастерства увеличивается частота применения правой руки, снижается проявление амбидекстрии и предпочтение левой руки.

Однако интенсивность протекания этих процессов в разных тестах неодинакова. Так, увеличение частоты применения правой руки наблюдается в специальных тестах до группы спортсменов массовых разрядов, а в общефизических тестах – до группы перворазрядников и кандидатов в мастера спорта. Причем в специальных тестах это сопровождается снижением числа движений, выполняемых левой рукой.

Можно предположить, что осознание необходимости равномерного использования обеих сторон тела приходит к спортсменам на уровне первого разряда, а специальная тренировка способствует переходу спортсмена в группу амбидекстриков на более высоких ступенях мастерства, что подтверждают закономерности, выявленные в ходе исследований морфофункциональных асимметрий. Нужно отметить несовпадение возрастной и квалификационной динамики асимметрий и присущее спортсменам высокого класса более симметричное развитие.

Проанализируем изменение асимметрий у лиц, занимающихся парашютным спортом. Показатель асимметрии длиннотных размеров конечностей не изменяется ни с возрастом, ни с квалификацией и колеблется от  $0,014 \pm 0,007$  до  $0,002 \pm 0,011$  (табл. 27).

Таблица 27.

**Квалификационные изменения морфофункциональной асимметрии парашютистов**

Квалификация	n	Показатели асимметрии			
		длиннотных х размеров $X \pm G$	обхватных размеров $X \pm G$	силы $X \pm G$	быстроты одиночн.дви ж. $X \pm G$
Мс мк	32	$0,019 \pm 0,006$	$0,039 \pm 0,012$	$0,083 \pm 0,052$	$0,221 \pm 0,121$
Мс	48	$0,018 \pm 0,008$	$0,039 \pm 0,017$	$0,084 \pm 0,061$	$0,218 \pm 0,980$
1р. - кмс	64	$0,016 \pm 0,006$	$0,032 \pm 0,013$	$0,071 \pm 0,035$	$0,168 \pm 0,101$
Масс. разряды	68	$0,014 \pm 0,007$	$0,028 \pm 0,017$	$0,065 \pm 0,032$	$0,151 \pm 0,112$
Новички	96	$0,015 \pm 0,012$	$0,029 \pm 0,018$	$0,066 \pm 0,042$	$0,149 \pm 0,108$

Другие показатели более динамичны. Анализ асимметрии обхватных размеров, силы и быстроты одиночного движения позволяет выделить три

квалификационные группы, изменения между которыми достоверно отличаются друг от друга:

- а) новички и спортсмены массовых разрядов;
- б) спортсмены первого разряда и кандидаты в мастера спорта;
- в) мастера спорта и мастера спорта международного класса.

Между первой и второй группами  $p < 0,05$ , между второй и третьей –  $p < 0,01$ . Выявлению причин скачкообразного увеличения асимметрии не помогло и изучение возрастной динамики показателей (табл. 28). Здесь показатели асимметрии обхватных размеров, силы и быстроты одиночного движения в период между 15 и 18 годами не изменяются ( $p > 0,05$ ), а затем, увеличиваясь в 19-летнем возрасте ( $p < 0,01$ ), стабилизируются.

Таблица 28.

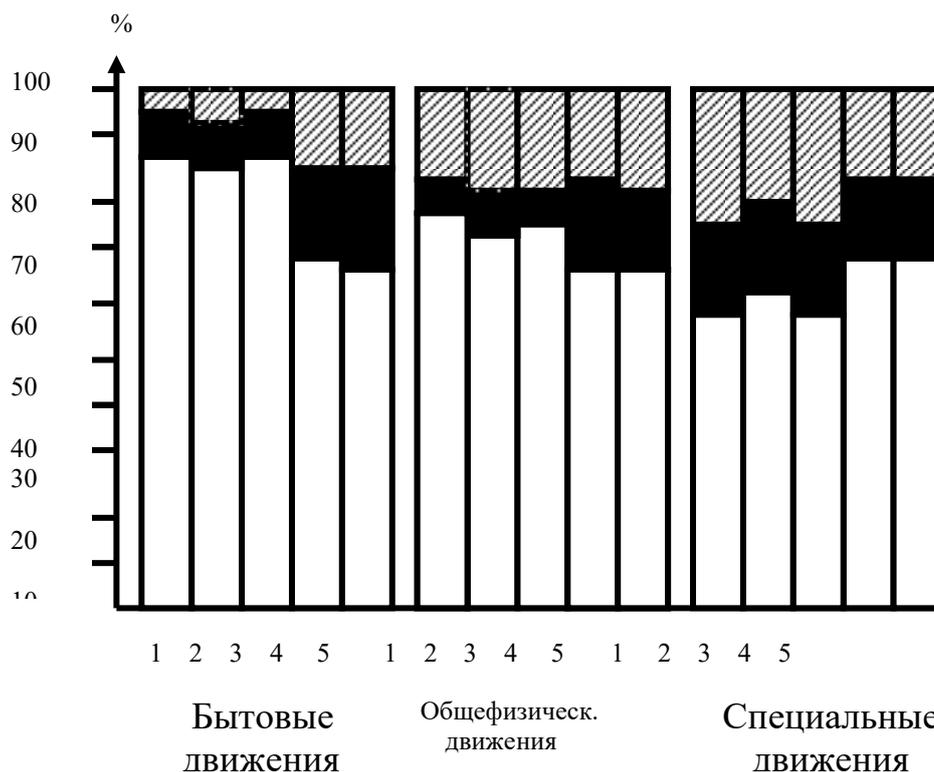
#### Возрастные изменения морфофункциональной асимметрии парашютистов

Возраст (в годах)	N	Показатели асимметрии			
		длиннотных размеров $X \pm G$	обхватных размеров $X \pm G$	силы $X \pm G$	быстроты одиночн. движ. $X \pm G$
15-16	93	0,016±0,010	0,029 ± 0,018	0,063 ± 0,044	0,146 ± 0,111
17-18	79	0,017±0,009	0,029 ± 0,020	0,064 ± 0,039	0,148 ± 0,112
19-20	675	0,017±0,008	0,038 ± 0,015	0,070 ± 0,029	0,171 ± 0,096
свыше 20	61	0,020±0,011	0,039 ± 0,018	0,083 ± 0,058	0,217 ± 0,118

Скачкообразное увеличение асимметрии в квалификационных группах объясняется неравномерным повышением трудностей, предъявляемых разрядными требованиями. Так, анализ анкетных данных 244 спортсменов показал, что третий разряд выполняется через 4-5 месяцев, второй – через год систематических занятий, на подготовку к выполнению первого разряда уходит 2-2,5 года, нормы кандидата в мастера спорта – около 4 лет, звание мастера спорта спортсмены получают после 5-6 лет тренировок, мастера спорта международного класса – через 6 лет. Таким образом, рост квалификации происходит неравномерно. Спортсмены, занимающиеся один год, попадают сразу в две квалификационные группы. Такое же положение и со спортсменами, стаж занятий которых составляет более 5 лет.

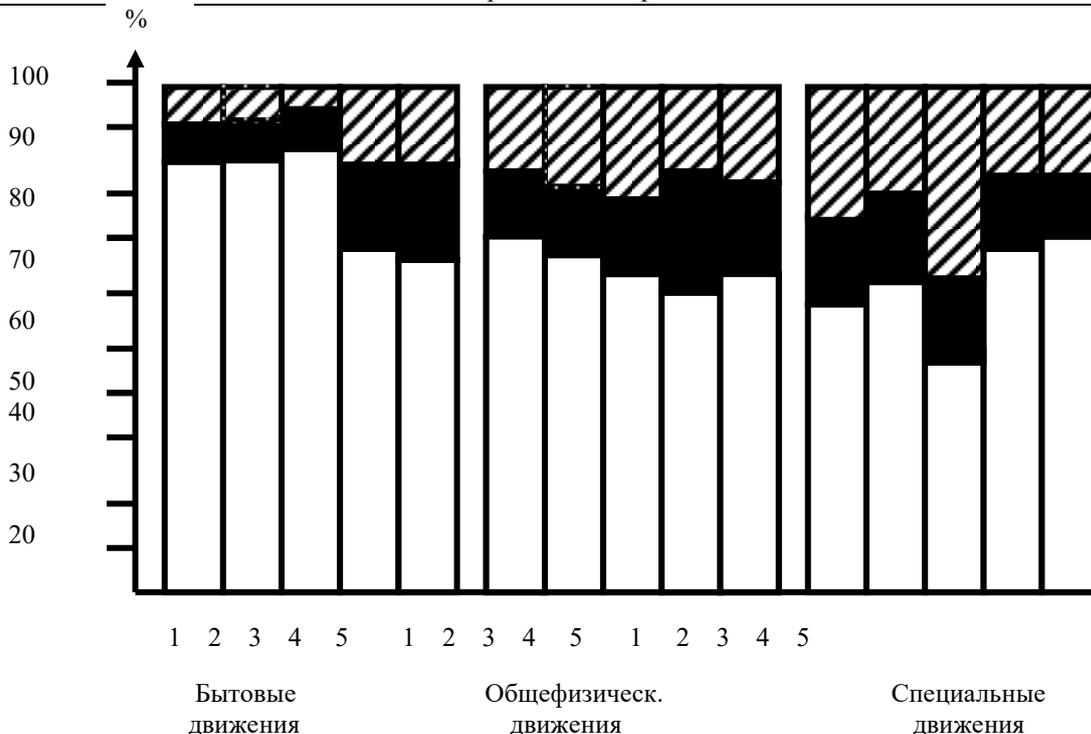
Обобщая вышесказанное, можно подвести итог: морфологическая и функциональная асимметрии имеют общую тенденцию к увеличению с возрастом, что сказывается и на квалификационной динамике показателей.

Характер изменений изучаемых параметров у девушек, занимающихся парашютным спортом, практически идентичен динамике их у мужчин, хотя у них асимметрия менее выражена. Рассмотрим изменения латеральных предпочтений у парашютистов (мужчин и женщин) в зависимости от квалификации. Эффект доминантности правой руки в бытовых движениях и у мужчин (рис. 62), и у женщин остается стабильным в группах новичков и спортсменов массовых разрядов. У спортсменов I разряда предпочтение правой руки резко возрастает и в дальнейшем не меняется.



**Рис. 62. Латеральные предпочтения (без штриховки – правой руки, косая штриховка – левой руки, сплошная штриховка - амбидекстрия) у парашютистов разной квалификации: 1 – мастера спорта международного класса, заслуженные мастера спорта, 2 – мастера спорта, 3 – перворазрядники и кандидаты в мастера спорта, 4 – массовые разряды, 5 – новички**

Предпочтение левой руки и проявление амбидекстрии аналогично, но в сторону уменьшения. В общезначительных и специальных движениях у мужчин и в специальных движениях у женщин с повышением мастерства (рис. 63) прогрессирует амбидекстрия. Причем в общезначительных тестах это происходит за счет уменьшения числа движений, выполняемых влево.



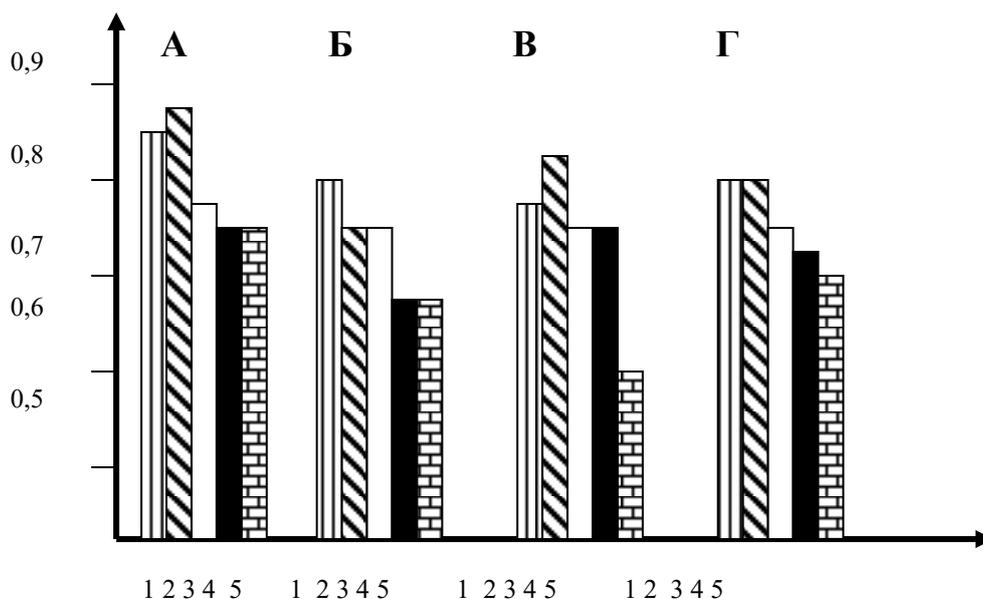
**Рис. 63. Латеральные предпочтения (без итриховки – правой руки, косая итриховка – левой руки, сплошная итриховка – амбидекстрия) у парашютистов разной квалификации: 1 – мастера спорта международного класса, заслуженные мастера спорта, 2 – мастера спорта, 3 – перворазрядники и кандидаты в мастера спорта, 4 – массовые разряды, 5 – новички**

В специальных тестах число движений, выполняемых влево, остается неизменным.

Представляет интерес факт меньшего использования женщинами правой стороны тела в бытовых и общефизических двигательных действиях, чем мужчинами, и более стабильного эффекта доминантности ее в специальных тестах. Подобное явление объясняется тем, что отсутствие достаточных навыков в прыжках с парашютом и их стрессовое воздействие провоцирует у женщин более частое применение правой руки (следовательно, и асимметрии латеральных предпочтений).

Возрастные изменения латеральных предпочтений не представляют интереса в связи с тем, что они почти идентичны квалификационным. Асимметричность выполнения тестов (рис. 64) у мужчин увеличивается от новичков до мастеров спорта и затем стабилизируется.

Этой закономерности подчиняются все ее составляющие. Однако в бытовых и общефизических тестах первое увеличение асимметрии происходит у перворазрядников и кандидатов в мастера спорта. В специальных тестах различия показателей спортсменов массовых разрядов, перворазрядников и кандидатов в мастера спорта недостоверны.



**Рис. 64. Асимметрия латеральных предпочтений (А – бытовые тесты, Б – общеспортивные тесты, В – специальные тесты, Г – суммарная асимметрия) у парашютистов- мужчин разной квалификации: 1 – мастера спорта международного класса, 2 – мастера спорта, 3 – перворазрядники и кандидаты в мастера спорта, 4 – массовые разряды, 5 – новички.**

У спортсменов, специализирующихся в прыжках с парашютом, асимметрия латеральных предпочтений не изменяется в первых двух группах, в третьей же и четвертой значительно возрастает ( $p < 0,01$ ), достигая уровня  $0,791 \pm 0,198$ , и стабилизируется в группе мастеров спорта международного класса. Следует отметить, что изменение асимметрий латеральных предпочтений почти повторяет картину применимости правой руки. Вероятно, факт малого количества амбидекстриков не может значительно повлиять на картину асимметрии.

В возрастном аспекте у мужчин наблюдается увеличение общего показателя асимметрии и всех его составляющих до 20 лет. В дальнейшем достоверных изменений не обнаружено. Характер изменений асимметрии латеральных предпочтений у женщин полностью повторяет динамику данного показателя у мужчин, за исключением того, что в ОФП асимметрия стабилизируется после 20 лет. Из этого можно сделать вывод, что отклонение, обнаруженное в тестах ОФП у мужчин, не закономерное явление, а следствие случайных факторов. Сопоставление квалификационной динамики показателей асимметрии у спортсменов, занимающихся дзюдо и парашютным спортом, позволяет выявить различия:

а) асимметрия морфофункциональных показателей у дзюдоистов увеличивается до группы I разряда и кандидатов в мастера спорта, а затем снижается. Подобный характер динамики может являться следствием либо

симметрирующего воздействия тренировочных нагрузок у спортсменов после первого разряда, либо естественным отбором, либо сочетанием того и другого, что представляется нам более вероятным. Причем подтверждается это возрастным увеличением показателей;

б) у парашютистов квалификационные изменения совпадают с возрастными. Это доказывает, что все изменения асимметрии являются следствием возрастной динамики, а само воздействие физических упражнений не приводит к нарушению латеральных предпочтений, равно как и к изменениям морфофункциональной асимметрии. Данное обстоятельство позволяет сузить поиск закономерностей на одном или нескольких качествах. Это важно потому, что, выясняя общие процессы, характеризующие воздействие видов спорта, необходимо еще знать и индивидуальные колебания асимметрии.

Воздействие специфических для данного вида спорта физических упражнений на спортсменов одинаково, однако ответная реакция разная. В итоге в одном и том же виде спортивных дисциплин встречаются резко выраженные «односторонние» спортсмены и амбидекстрики. В чем причина этого? На этот вопрос могли бы ответить исследования, проведенные с участием одного и того же контингента испытуемых в течение длительного времени. Изучались архивные дела в Адыгейском республиканском и Краснодарском краевом физкультурных диспансерах 87 легкоатлетов (бег), 94 самбистов, 64 тяжелоатлетов, 68 футболистов и 102 дзюдоистов, стаж занятий спортом которых составлял не менее 5 лет. Анализировалось проявление асимметрии относительной силы кистей. Результаты исследования (рис. 65) свидетельствуют о наличии своеобразного адаптивного поведения спортсменов, имеющих различный исходный уровень асимметрии.

Во всех изучаемых видах специализаций у лиц, имеющих высокий исходный уровень асимметрии, наблюдается резкое повышение симметричности развития с последующей стабилизацией. Особенно резкие сдвиги наблюдаются у тяжелоатлетов, самбистов и дзюдоистов.

Тяжелоатлеты, имевшие симметричное развитие силы кистей, сохраняют его в течение всего времени.

В остальных же группах показатель асимметрии уменьшается. Это позволяет сделать вывод о том, что независимо от исходного уровня асимметрии систематические занятия тяжелой атлетикой нивелируют ее. Вместе с тем при наличии генетически обусловленных преград к достижению симметричного развития уровень асимметрии, равный  $0,066 \pm 0,038$ , является приемлемым.

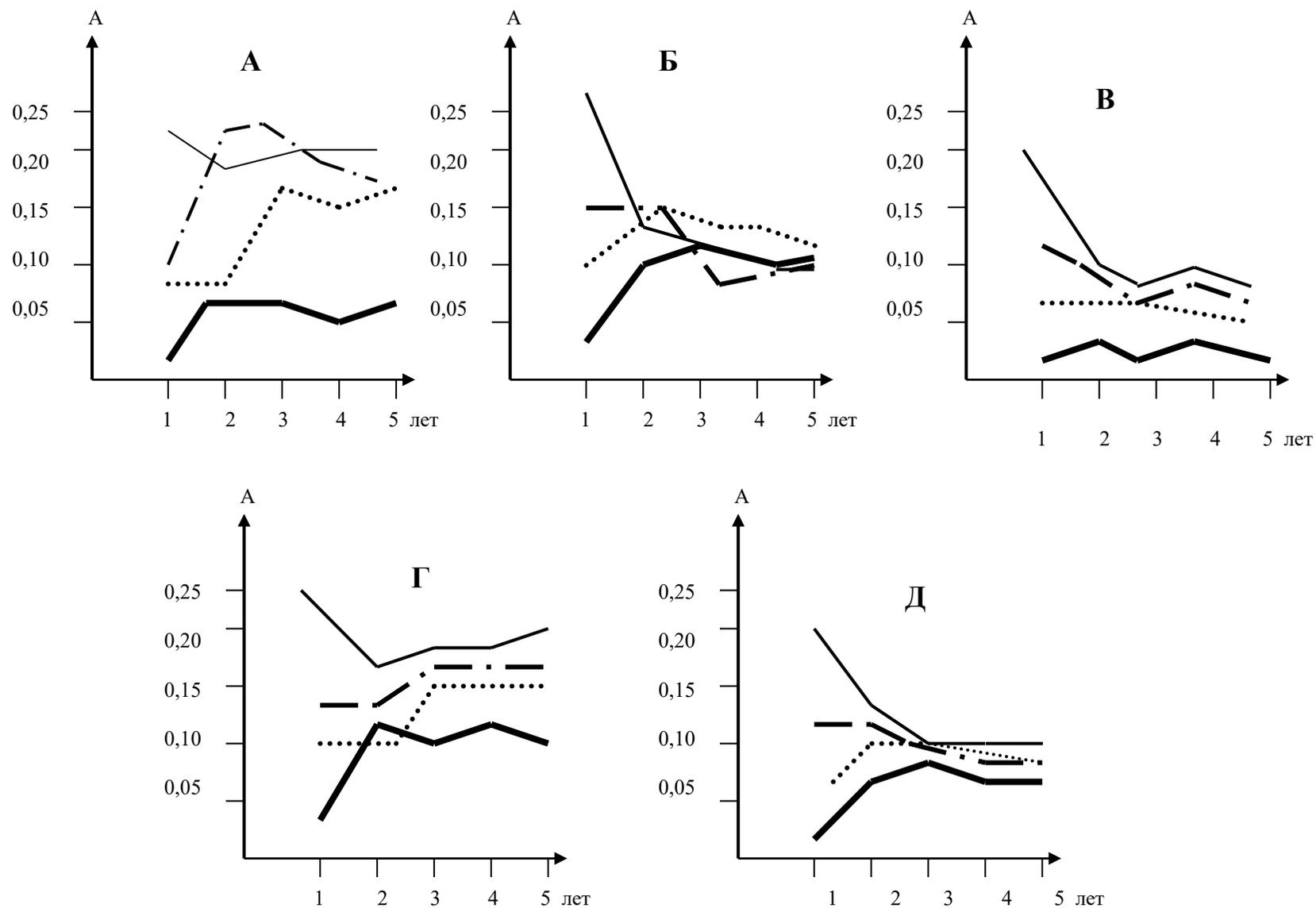


Рис. 65. Динамика асимметрии силы кистей в течение 5 лет занятий спортом в зависимости от её начального уровня  
 А – легкоатлеты, Б – самбисты, В – тяжелоатлеты, Г – футболисты, Д – дзюдоисты.

Уровни начальной асимметрии: — — — — — 0-0,05; ..... -0,05-0,1; — . - 0,1-0,015; — — — — — >0,15

Все остальные изученные виды специальных упражнений выступают в качестве диссимметрирующего фактора для симметрично развитых спортсменов. Однако занятия борьбой самбо и дзюдо, содействуя повышению асимметрии у симметрично развитых спортсменов, одновременно снижают ее у лиц, имеющих выраженную доминанту, и, таким образом, приводят все группы к оптимальному уровню, который колеблется в пределах 0,076-0,082.

Занятия футболом и легкоатлетическим бегом увеличивают асимметричность во всех группах, за исключением лиц с крайне высоким исходным уровнем асимметрии. В ходе исследований выявлены случаи изменения знака асимметрии (преобладания одной руки над другой). Подобные изменения обнаружены у 20% тяжелоатлетов, 24% футболистов, 19% легкоатлетов, 34% самбистов и 36% дзюдоистов. Анализ показал, что происходит это в основном (97%) с амбидекстриками ( $A=0-0,1$ ). Вместе с тем у 25% дзюдоистов и 30% самбистов, имевших выраженный эффект доминантности правой руки, произошло смещение в сторону леворукости. Опрос этих лиц показал, что изменение латерального предпочтения было вызвано травмой «ведущей» конечности. Колебания асимметрий у этих лиц значительны (например, у перворазрядника А. Магдеева во 2-ой год занятий  $A=0,21$ , в 3-й год  $A=-0,25$ ; у мастера спорта С. Мугу в 3-й год  $A=-0,071$ , в 4-й год –  $0,318$ ).

Эти случаи подтверждают возможность компенсации функций субдоминантной стороной тела. Однако эффективность компенсации выше у симметрично развитых спортсменов. Представляет интерес такой факт: у симметрично развитых спортсменов колебания асимметрии связаны с неравномерным развитием силы обеих рук, у лиц же, имеющих выраженную латеральную доминанту, асимметрия увеличивается за счет повышения силы доминантной руки при стабилизации показателя субдоминантной.

### **4.3. Симметрия кинематических характеристик угловых перемещений в суставах при выполнении приседания.**

Управление угловыми перемещениями в кинематических цепях двигательного аппарата человека в процессе выполнения естественных локомоций с позиции уровневой теории управления двигательной функцией Н.А. Бернштейна осуществляется на уровне пространственного поля, что предполагает моделирование визуального образа будущих действий на основе обработки информационных потоков, получаемых по каналам зрительной, проприорецептивной и вестибулярной рецепции. В механизме управления двигательной функцией уровень пространственного поля подчиняет себе низлежащие уровни: произвольную бессознательную регуляцию тонуса мускулатуры тела и согласование составных частей движения в целостное

двигательное действие.

Формой пространственной реализации двигательного действия является кинематическая структура – пространственно-временной порядок угловых перемещений в кинематических цепях двигательного аппарата человека. Применение современных методик регистрации кинематических характеристик позволяет дать объективную оценку форме кинематической структуры естественных локомоций и ее изменениям в процессе возрастного развития и спортивного совершенствования. Эта позиция позволяет применить парный метод познания биологических процессов в организме «симметрия/асимметрия» для изучения механизмов управления и развития двигательной функции человека в онтогенезе.

Были изучены кинематические характеристики приседания детей старшего дошкольного возраста (5-6 лет) и спортсменов, занимающихся пауэрлифтингом. Объективным методом получения данной информации является система трехмерного видеоанализа движений, позволяющая изучать проявление кинематических характеристик движения человека.

В лаборатории эргономической биомеханики на базе центра «Здоровье» АГУ изучены кинематические характеристики приседания со штангой. В эксперименте приняли участие 16 спортсменов и 60 детей 5 и 6 лет. Спортсмены выполняли приседание со штангой с отягощением 50%, 60%, 70%, 80%, 90%. Дети выполняли четыре приседания подряд в свободном темпе.

Регистрация кинематических характеристик проводилась при помощи оптической системы трехмерного видеоанализа движений. Аппаратная часть комплекса «Видеоанализ движений» состоит из: двух видеокамер, двух ламп подсветки; тест-объекта; световозвращающих маркеров; компьютера; платы видеозахвата, записывающей видеоряд на жесткий диск компьютера.

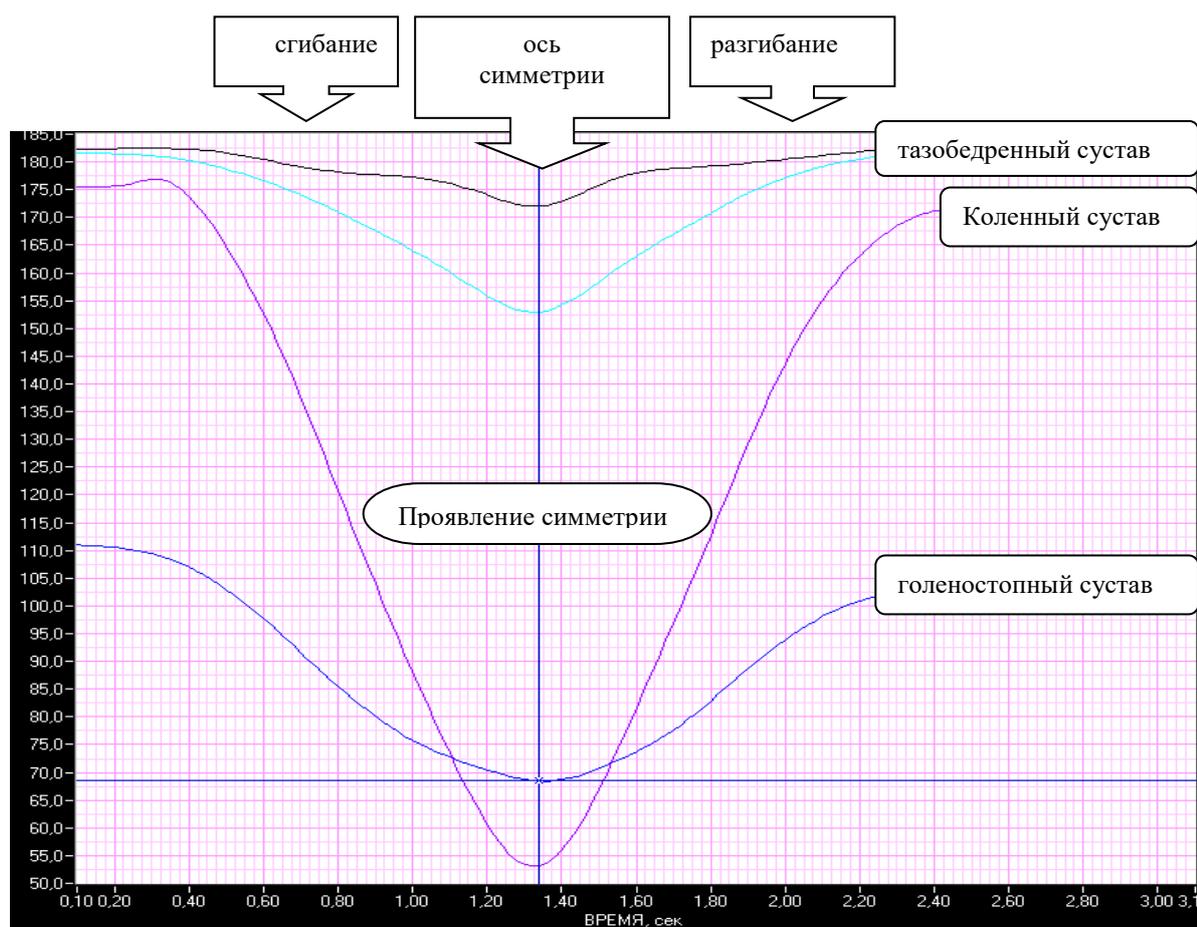
Программная часть комплекса выполняет следующие операции:

- производит съемку движений с частотой 50 кадров в секунду;
- автоматически обрабатывает координаты маркеров на теле человека;
- представляет в графической форме всю фиксируемую кинематическую информацию.

Программное обеспечение комплекса «Видеоанализ движений» дает возможность фиксировать изменение суставных углов, угловых скоростей, угловых ускорений, рассчитывать стандартные отклонения, производить сравнительный анализ хранящихся в базе данных результатов исследования нескольких испытуемых или одного испытуемого в разные периоды времени. Для регистрации кинематических характеристик движения на испытуемого с латеральной стороны тела в области проекции центра плечевого, тазобедренного, коленного, голеностопного, плюснефалангового суставов и пятки устанавливались световозвращающие (отражающие направленный свет) маркеры

диаметром 2,5 см. Испытуемый выполнял движения, которые записывались на две видеокамеры, располагавшиеся на расстоянии около 6 метров от места съемки и под углом 60 градусов к испытуемому. За видеокамерами располагались лампы подсветки, освещающие световозвращающие маркеры на руках испытуемого, превращая их в яркие точки, что позволило четко фиксировать их на видеозаписи. Сделанные видеозаписи обрабатывались при помощи программного комплекса Video Motion\_3D.

Изучены угловые перемещения в голеностопном, коленном и тазобедренном суставе спортсменов, занимающихся пауэрлифтингом, в процессе выполнения приседания. Установлено, что графическая траектория изменения угла в коленном суставе в ходе приседания с отягощением 50-60% представляет геометрическую параболу, левая ветвь которой характеризует сгибание в суставе, а правая – разгибание. В соответствии с принципами построения параболы временная последовательность разгибания в суставе является обратной последовательностью сгибания (рис. 66).



**Рис. 66.** Угловые перемещения в тазобедренном коленном и голеностопном суставе в приседания со штангой с отягощением 50%. (Ермилов Игорь, мастер спорта)

Точность проявления данной зависимости возрастает с приближением момента перехода сгибания к разгибанию, на графике это наблюдается в месте сближения ветвей параболы к ее вершине. Снижение точности этой зависимости происходит в момент перехода от исходного положения к началу реализации двигательного действия и при переходе заключительной части двигательного действия к финальному положению, то есть на переходах активности в локомоторную и наоборот. На графике это отмечается в момент наибольшего расхождения ветвей параболы.

Обратный пространственно-временной порядок разгибания в суставе по отношению к сгибанию обнаруживается в работе коленного, голеностопного и тазобедренного суставов у всех испытуемых при преодолении отягощений до 60%. При этом речь не идет об абсолютно точном проявлении данной зависимости, а о преимущественном, которое наиболее близко к абсолютному. Кроме того, наибольшее приближение к точному проявлению данной зависимости характерно угловому перемещению в коленном суставе.

Увеличение отягощения до 70% и более, до 80% и до 90% приводит к изменению порядка угловых перемещений. Нарушается зависимость, при которой пространственно-временной порядок угловых перемещений при разгибании в суставах является обратным пространственно-временным порядком сгибания в суставах. На графике угловых перемещений это отражается в растягивании середины правой ветви параболы (характеризующей порядок разгибания в суставах) в горизонтальном направлении (рис. 67), что говорит об увеличении времени разгибания в суставе при сохранении времени сгибания. Чем больше отягощение, тем более отчетливо проявляется данная тенденция. При этом установленные изменения не затрагивают начальный период разгибания, где обратный порядок разгибания по отношению к сгибанию сохраняется.

Для подтверждения вышеизложенных позиций относительно уставленных зависимостей углового перемещения в суставах проведено сравнение идеальной и реальной графической траектории углового перемещения в суставе. Моделирование идеальной кривой проведено путем математически точного воссоздания обратного пространственно-временного порядка разгибания в коленном суставе по отношению к сгибанию. Сравнение проведено на примере углового перемещения в коленном суставе при использовании отягощений 50, 70, 90% (рис. 68, 69, 70)

Так, при использовании 50% отягощения реальная кривая углового перемещения на всех участках совпадает с моделированной. При использовании 70% отягощений в начале разгибания наблюдается расхождение между реальной и моделированной кривой углового перемещения, которое усиливается при применении 90% отягощений.

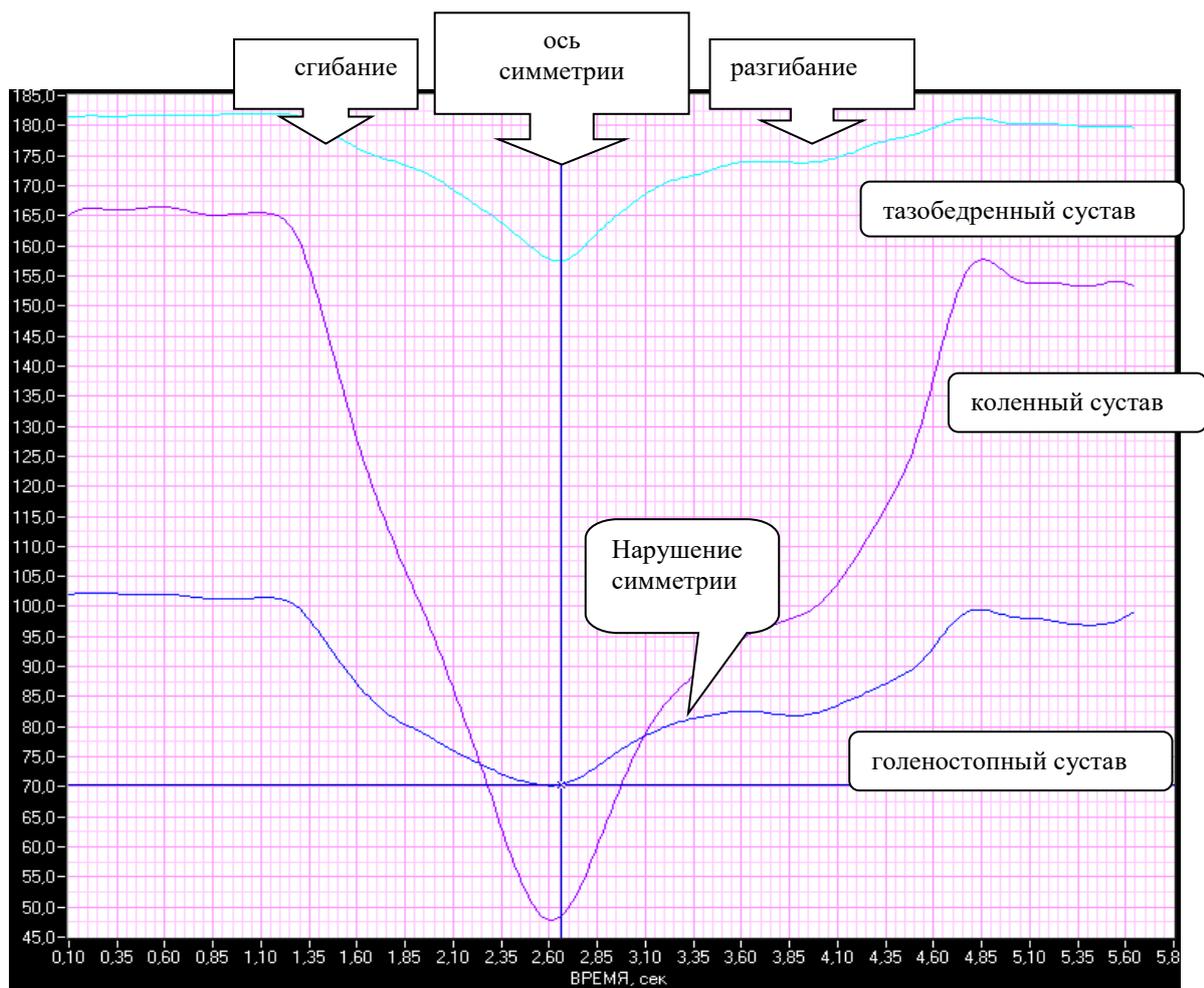


Рис. 67. Угловые перемещения в тазобедренном коленном и голеностопном суставе в ходе приседания со штангой с отягощением 90%. (Иванцов Евгений, мастер спорта)

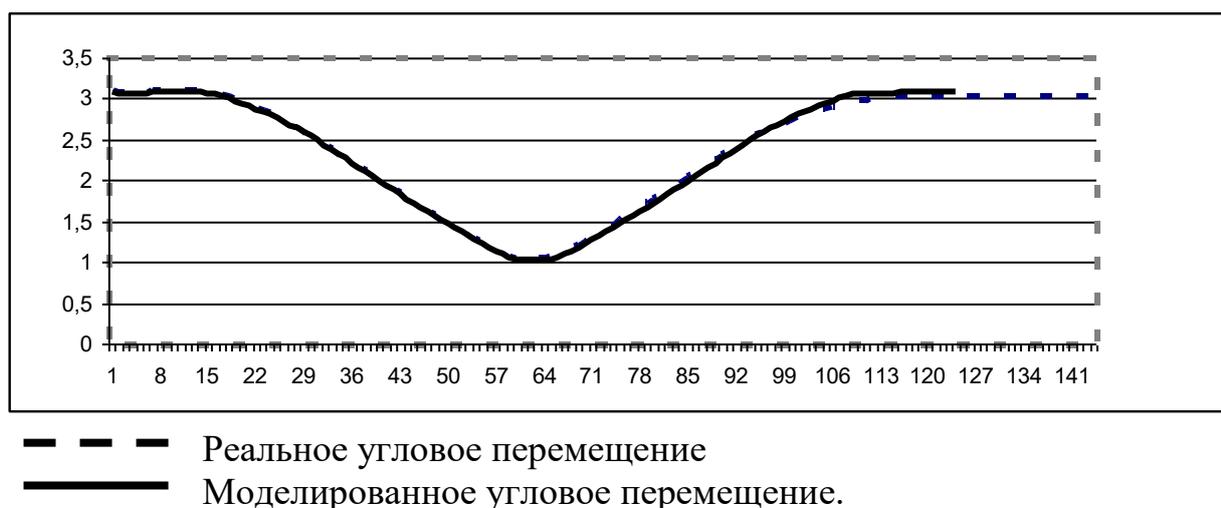
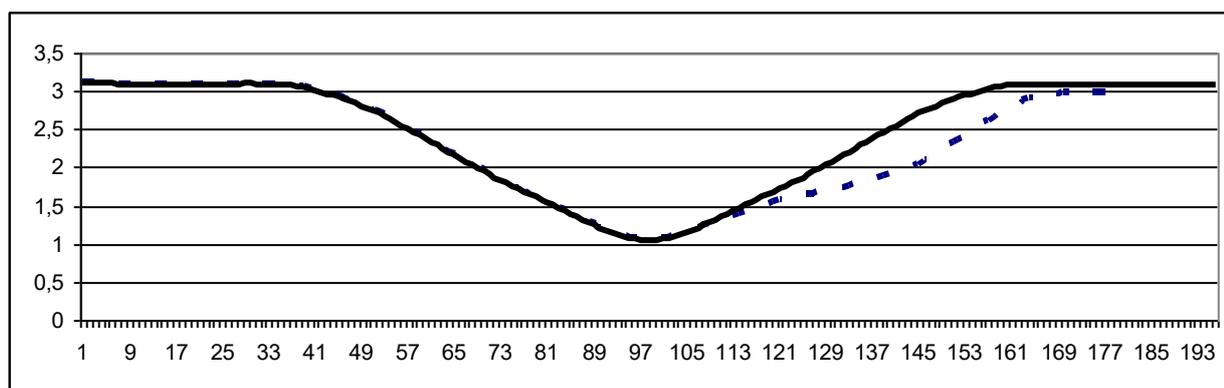
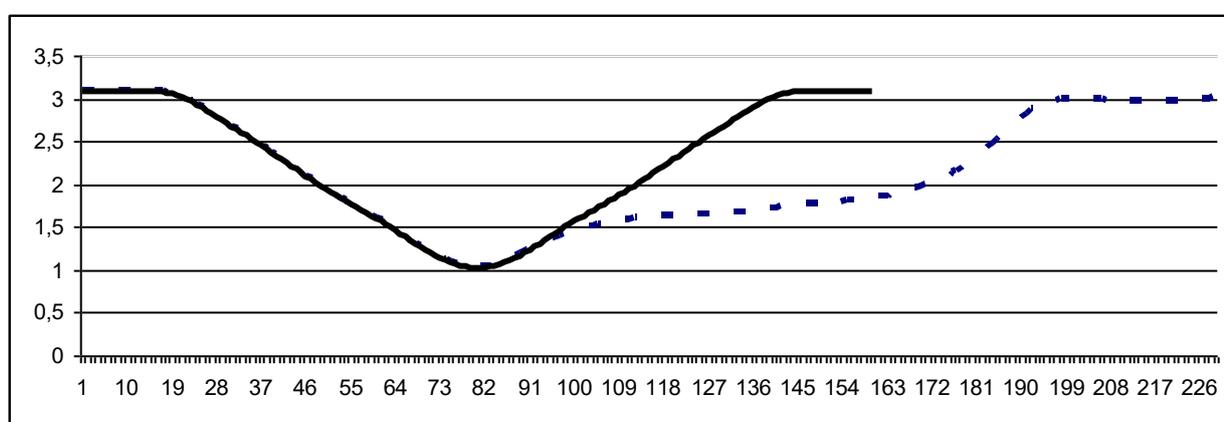


Рис. 68. Реальное и моделированное угловое перемещение в коленном суставе в ходе приседания со штангой с отягощением 50%.



— — — Реальное угловое перемещение  
 ————— Моделированное угловое перемещение.

*Рис. 69. Реальное и моделированное угловое перемещение в коленном суставе в ходе приседания со штангой с отягощением 70%.*



— — — Реальное угловое перемещение  
 ————— Моделированное угловое перемещение.

*Рис. 70. Реальное и моделированное угловое перемещение в коленном суставе в ходе приседания со штангой с отягощением 90%.*

Моделирование идеальной и реальной графической траектории углового перемещения в суставе позволяет установить, что изменение формы кинематической структуры углового перемещения в коленном суставе при увеличении отягощения более 70% проявляется в изменении пространственно-временного порядка углового перемещения при разгибании в суставе и сохранении пространственно-временного порядка углового перемещения в ходе сгибания.

Изучение установленных изменений через призму системно симметричного подхода позволяет установить, что форма кинематической структуры, при которой пространственно-временной порядок угловых перемещений в ходе разгибания в суставе является обратным пространственно-временным порядком угловых перемещений при сгибании, может быть принята за проявление динамической симметрии суставного движения. Все другие формы

пространственно-временного порядка угловых перемещений являются проявлением динамической асимметрии.

Исследование позволило установить ряд позиций, определяющих проявление динамической симметрии в кинематической структуре угловых перемещений в процессе выполнения приседания спортсменами, занимающихся пауэрлифтингом:

- пространственно-временной порядок движения в суставах при выполнении приседания проявляется в двух формах – в форме динамической симметрии и в форме динамической асимметрии;

- динамическую симметрию движения в суставе характеризует кинематическая структура, при которой пространственно-временной порядок угловых перемещений в ходе разгибания в суставе является обратным пространственно-временным порядком угловых перемещений при сгибании;

- графическая траектория, характеризующая проявление динамической симметрии движения в суставе, имеет форму параболы;

- стабильность проявления динамической симметрии движения в суставе наблюдается вплоть до преодоления отягощения в 60%;

- нарушение динамической симметрии движения в суставе происходит при изменении пространственно-временного порядка разгибания;

- пространственно-временной порядок углового перемещения при сгибании в суставе остается стабильным при всех применяемых отягощениях;

- причиной перехода динамической симметрии в динамическую асимметрию является увеличение отягощения более 60% от максимального. Причем эта ситуация характерна спортсменам разного уровня, в частности, кандидатам и мастерам спорта. Поэтому момент перехода от динамической симметрии

движения в суставе к динамической асимметрии зависит от процентной доли преодолеваемого отягощения, а не от уровня спортивного мастерства.

Таким образом, изложенные выше позиции позволяют заключить, что динамическая симметрия и динамическая асимметрия являются базовыми формами пространственно-временного порядка движения в суставах при выполнении приседания в пауэрлифтинге. Однако их формирование закладывается еще до начала спортивного совершенствования, в период становления естественных локомоций в более раннем периоде онтогенеза. В этой связи в целях определения механизма формирования динамической симметрии движения в суставах изучены кинематические характеристики угловых перемещений в процессе выполнения приседания у детей 5 и 6 лет. Данный возраст является периодом интенсивного развития естественных локомоций.

Изучены графические изображения угловых перемещений в голеностопном, коленном и тазобедренном суставе. Результаты исследования позволяет разделить участников на две группы (табл. 29). В первую группу попали испытуемые, у

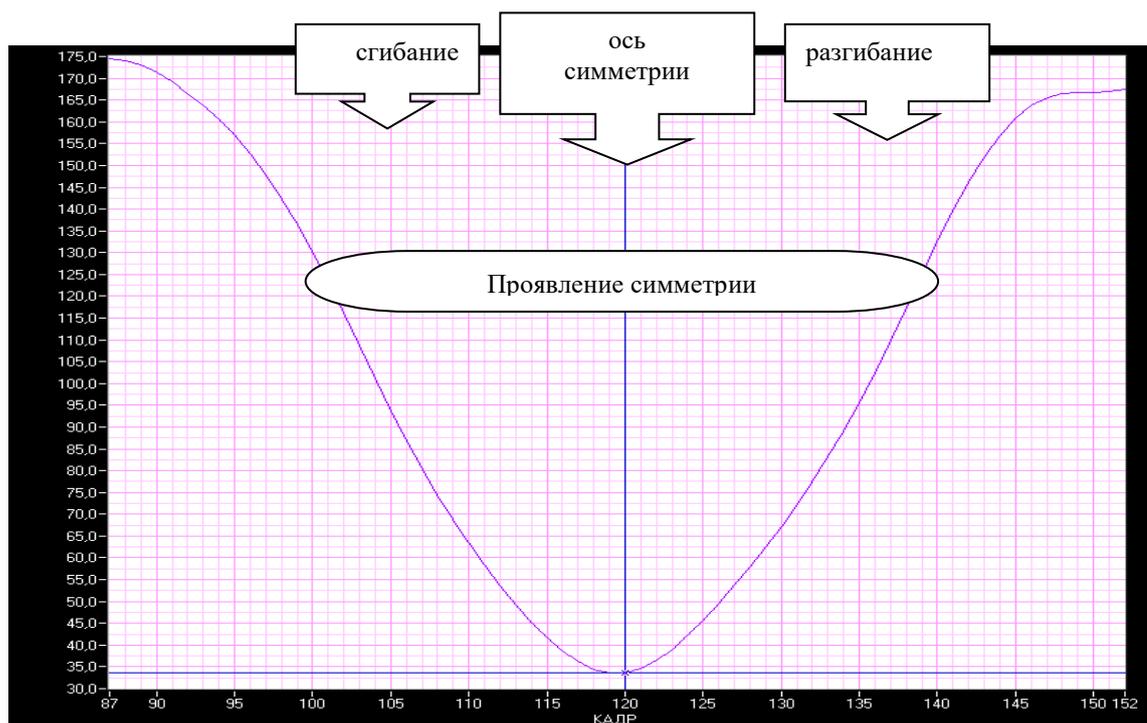
которых кинематическая структура движения в суставе характеризуется проявлением динамической симметрии, при которой пространственно-временной порядок угловых перемещений в ходе разгибания в суставе является обратным пространственно-временным порядком угловых перемещений при сгибании.

Таблица 29.

**Распределение участников эксперимента 5 и 6 лет на группы по сформированности порядка угловых перемещений в голеностопном коленном и тазобедренном суставе.**

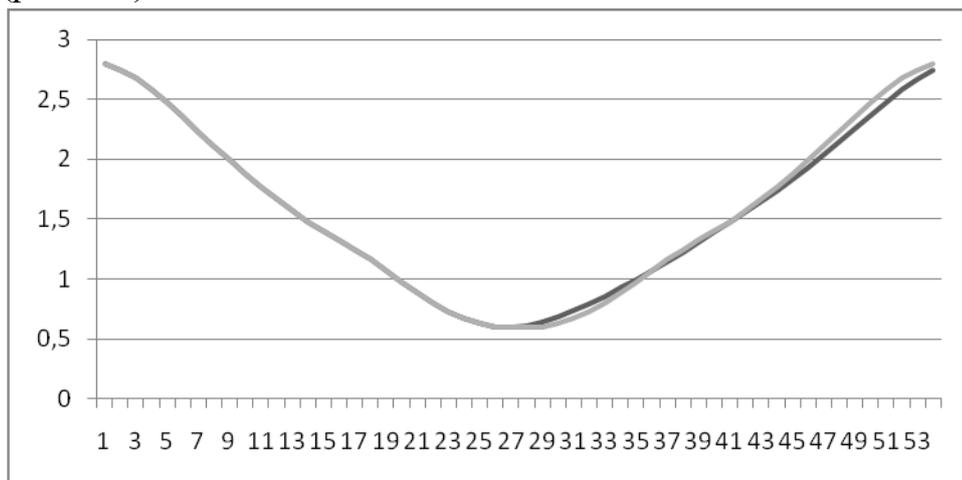
Группы Суставы	Возраст	Первая группа (характеризует сформированность порядка угловых перемещений)	Вторая группа (характеризует несформированность порядка угловых перемещений )	
			Первый тип	Второй тип
Тазобедренный сустав	5 лет	0 %	100%	
	6 лет	2%	98%	
Коленный сустав	5 лет	67%	23,6	9,8
	6 лет	86%	9,4	4,2
Голеностопный сустав	5 лет	0%	100%	
	6 лет	3	97%	

Графические траектории изменения углов в изучаемых суставах представляют геометрическую параболу, правая ветвь которой характеризует временной порядок сгибания суставов, а левая – временной порядок разгибания суставов (рис. 71).



**Рис. 71. Изменение угла в коленном суставе, характерное для первой группы испытуемых.**

Для подтверждения вышеизложенной позиции было произведено моделирование графика углового перемещения в коленном суставе, где правая графическая траектория, характеризующая разгибание в суставе, была построена путем воссоздания обратного построения левой ветви параболы, характеризующей процесс сгибания в суставе. После чего было проведено сравнение моделированного графического рисунка углового перемещения с реальным. Установлено что моделированный графический рисунок совпадает с реальным (рис. 72.).



- Реальное угловое перемещение
- Моделированное угловое перемещение.

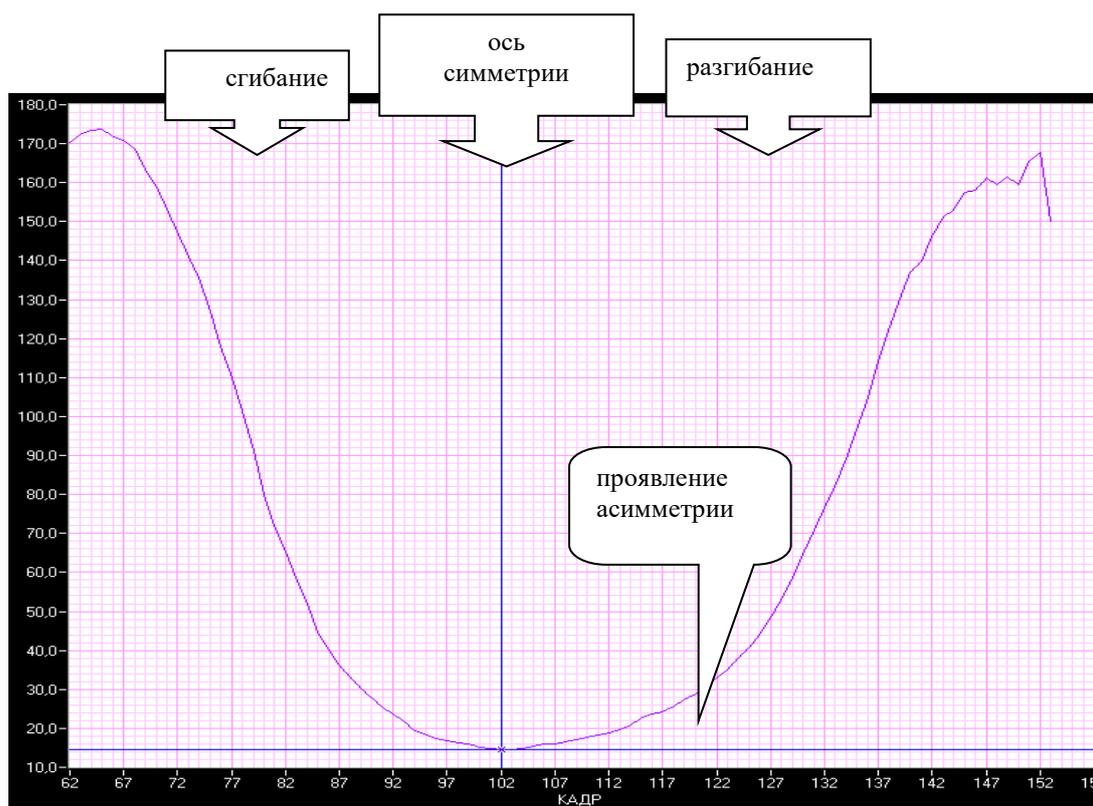
**Рис. 72. Реальное и моделированное угловое перемещение в коленном суставе в ходе выполнения приседания детьми 5 лет.**

Таким образом, проявление динамической симметрии пространственно-временного порядка движения в коленном суставе характерно 67% детей 5 лет, и 86% детей 6 лет.

Установлено, что динамическая симметрия углового перемещения в голеностопном и тазобедренном суставах формируется в более позднем возрасте. Так, нет детей пятилетнего возраста, у которых пространственно-временной порядок угловых перемещений в ходе разгибания в суставе является обратным пространственно-временным порядком угловых перемещений при сгибании в голеностопном и тазобедренном суставе, а в шестилетнем возрасте количество таких детей составляет соответственно 3 и 2% от общего количества обследованных.

Во вторую группу попали испытуемые пяти и шести лет, у которых кинематическая структура движения в суставе характеризуется проявлением динамической ассиметрии. В работе коленного сустава она может проявляться по двум типам. Первый тип характеризуется нарушением временного порядка угловых перемещений при разгибании суставов (рис. 73).

Подобное проявляется у спортсменов, занимающихся пауэрлифтингом, в ходе преодоления отягощений более 70%.

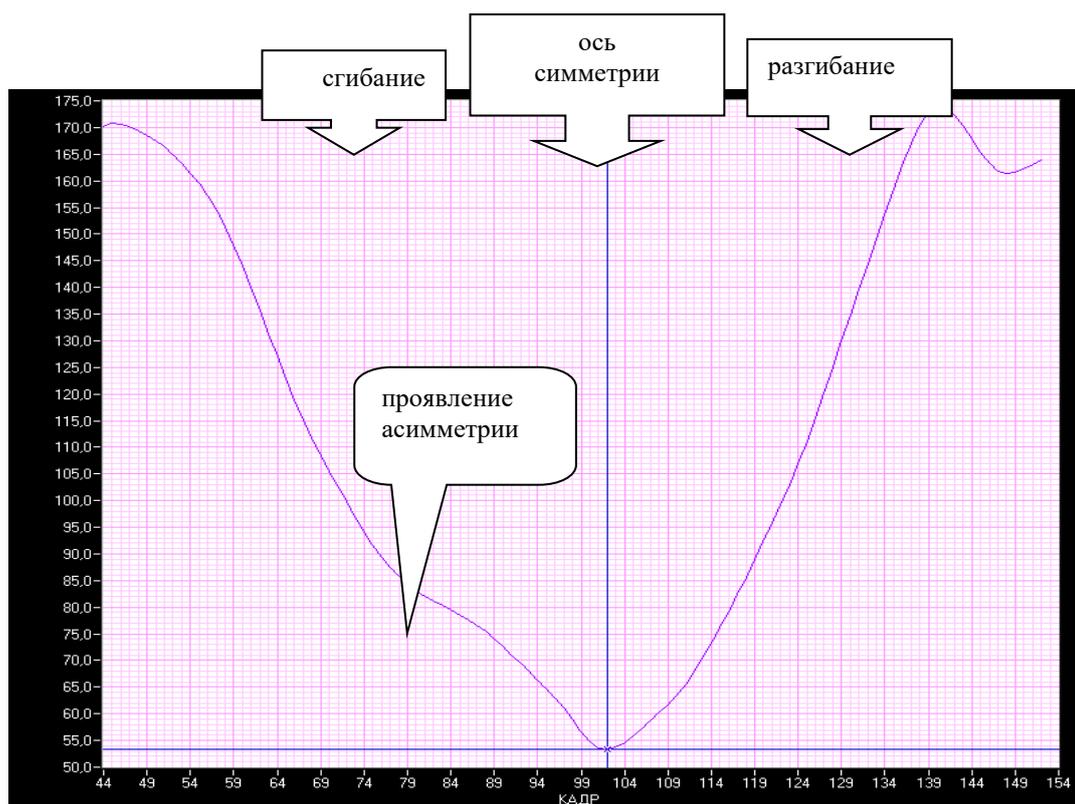


**Рис. 73. Проявление нарушения временного порядка угловых перемещений при разгибании коленного сустава.**

Второй тип характеризуется нарушением временного порядка угловых перемещений при сгибании суставов (рис. 74). Данная особенность проявляется только в детском возрасте, подобных фактов при тестировании спортсменов обнаружено не было. Достоверных изменений временного порядка угловых перемещений при сгибании в суставах не происходит даже в ходе применения околопредельных отягощений. Проявление и первого, и второго типов угловых перемещений проявляется у всех испытуемых второй группы на первом приседании, у 72% – на втором приседе и у 25% испытуемых на третьем и четвертом приседаниях. Данная ситуация позволяет сделать вывод об отсутствии стабильности временного порядка угловых перемещений в коленном суставе с одной стороны, и позволяет говорить о проявлении коррекции временного порядка угловых перемещений в сторону формирования динамической симметрии – с другой.

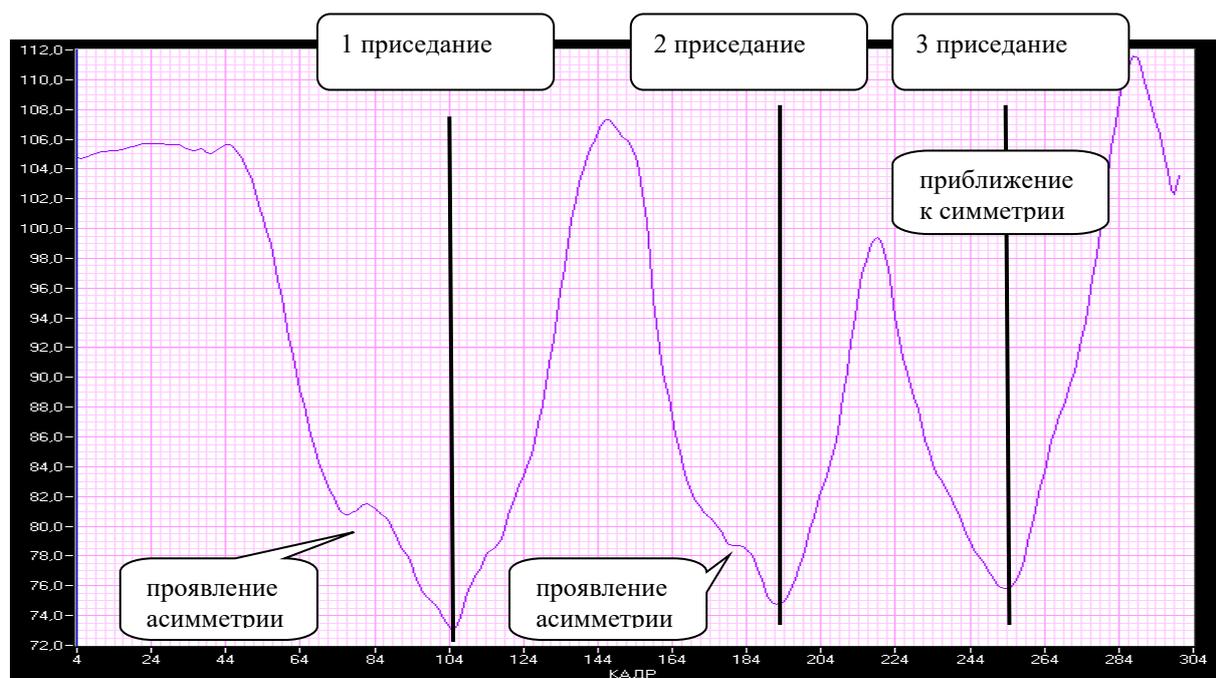
Нарушение динамической симметрии временного порядка угловых перемещений характеризует проявлением двигательных ошибок, которые у спортсменов встречаются только в условиях применения отягощений более 60% от максимального. У детей подобные нарушения проявляются как при разгибании, так и при сгибании суставов. Причем нарушение порядка угловых перемещений

при сгибании коленного сустава в 87% случаев не ведет к нарушению порядка угловых перемещений при его разгибании. Количество детей второй группы с первым типом нарушения порядка угловых перемещений в пятилетнем возрасте составляет 23,6%, а со вторым типом – 9,4%. Данное количество к порогу шестилетнего возраста снижается до 9,8% и до 4,2% соответственно. Таким образом, стабильность проявления динамической симметрии пространственно-временного порядка углового перемещения в коленном суставе в кинематической структуре приседания к шестилетнему возрасту является сформированным.



**Рис. 74.** Проявление нарушения временного порядка угловых перемещений при сгибании коленного сустава.

Количество детей, отнесенных ко второй группе на основе проявления динамической симметрии угловых перемещений в голеностопном и тазобедренном суставе, с 5 до 6 лет не меняется. Установить обратный временной порядок угловых перемещений в голеностопном и тазобедренном суставе детей не удастся. Обратная временная последовательность угловых перемещений при разгибании в суставе к сгибанию, установленная у всех спортсменов, не характерна кинематической структуре приседания детей в данном возрасте. Однако, несмотря на это, проявление коррекции угловых перемещений в сторону проявления динамической симметрии при выполнении серии приседаний позволяет говорить, что формирование угловых перемещений приседания будет завершено в более поздние периоды онтогенеза (рис. 75).



**Рис. 75.** Изменение угловых перемещений в голеностопном суставе в процессе приседания детей 6 лет. (3 приседания).

Таким образом, изучение проявления динамической симметрии пространственно-временного порядка угловых перемещений в голеностопном, коленном и тазобедренном суставах позволяет говорить, что к шести годам формируется общая форма движения, которой характерно:

- проявление динамической симметрии пространственно-временного порядка угловых перемещений в коленном суставе, при котором временной порядок угловых перемещений при разгибании в суставе является обратным временным порядком угловых перемещений при сгибании в суставе;
- проявление динамической асимметрии пространственно-временного порядка угловых перемещений в тазобедренном и голеностопном суставе;
- коррекция угловых перемещений при выполнении серии приседаний в направлении формирования динамической симметрии пространственно-временного порядка угловых перемещений.

Кроме того, формирование динамической симметрии угловых перемещений пространственно-временного порядка в кинематической структуре в онтогенезе происходит гетерохронно и гетерородно, что подтверждается разновременностью формирования динамической асимметрии пространственно-временного порядка угловых перемещений в голеностопном, коленном и тазобедренном суставах в кинематической структуре приседания.

#### 4.4. Динамическая симметрия согласованности угловых перемещений в суставах.

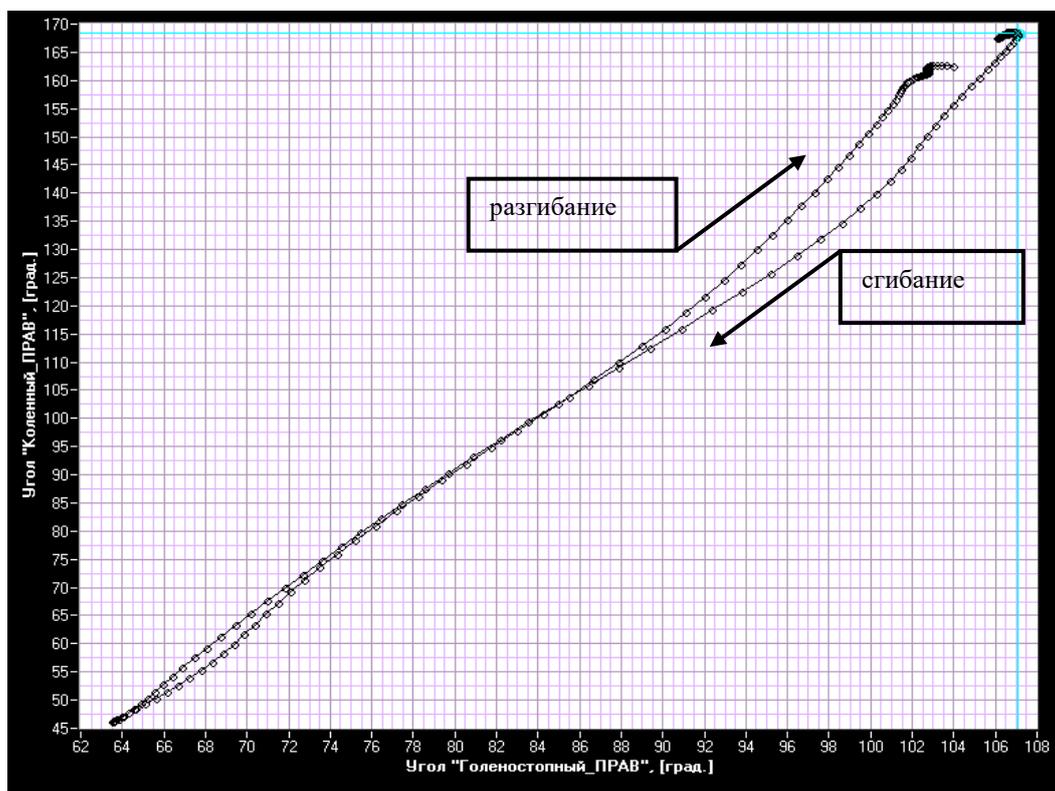
Проявление динамической симметрии как формы пространственно-временного порядка движения в суставе, установленное нами в предыдущем разделе, актуализирует поиск осуществления симметрии на более высоких уровнях управления двигательной функцией, в частности, на уровне согласованности суставных движений в кинематической структуре двигательного аппарата человека.

Определение согласованности осуществлялось путем анализа графических изображений угловых синкнезий, построение которых было выполнено на базе методики программного комплекса «VideoMotion\_3D» фирмы «Биософт».

Изучены графические изображения угловых синкнезий коленного и голеностопного, коленного и тазобедренного и голеностопного суставов у спортсменов, занимающихся пауэрлифтингом, в ходе приседания со штангой с отягощением от 50% до 90% и у детей 5 и 6 лет в ходе произвольного выполнения приседания.

Синкинезии – это содружественные движения в структуре двигательного акта. Синкинезии являются составной частью синергий – совместных согласованных сокращений различных мышц и мышечных групп, обеспечивающих реализацию двигательного действия. Они имеют большое значение в механизмах поддержания позы и равновесия тела. Согласованность работы мышечных групп при этом обеспечивается взаимодействием различных отделов центральной нервной системы – пирамидной и экстрапирамидной систем, мозжечка, сегментарного аппарата спинного мозга.

Угловые синкнезии – это зависимость угловых перемещений в одном суставе относительно другого в кинематической структуре двигательного действия. Графическое изображение угловых синкнезий сгибания и разгибания коленного и голеностопного суставов при преодолении отягощений 50%-60% представляет условную прямую, которая в точке экстремума имеет обратное направление. При этом перемещение по прямой в точку экстремума характеризует зависимость угловых перемещений в ходе сгибания в суставах, а перемещение по обратной прямой от точки экстремума представляет зависимость угловых перемещений в ходе разгибания в суставах. Данные прямые у всех испытуемых преимущественно совпадают или располагаются параллельно, их расхождение возможно в начале сгибания и в конце разгибания (рис. 76).



**Рис. 76. Угловые синкренезии работы коленного и голеностопного суставов в ходе приседания со штангой с отягощением 50%**

Изучение согласованности движения в коленном и голеностопном суставе позволяет установить, что согласованность угловых перемещений в механизме реализации двигательного действия в ходе преодоления отягощения до 60% проявляется на графиках угловых синкренезий у всех спортсменов в виде линейной зависимости движения в суставах при совпадении условных прямых, характеризующих сгибание и разгибание.

В этой связи основу объективного определения согласованности движения в суставах могут быть положены два признака:

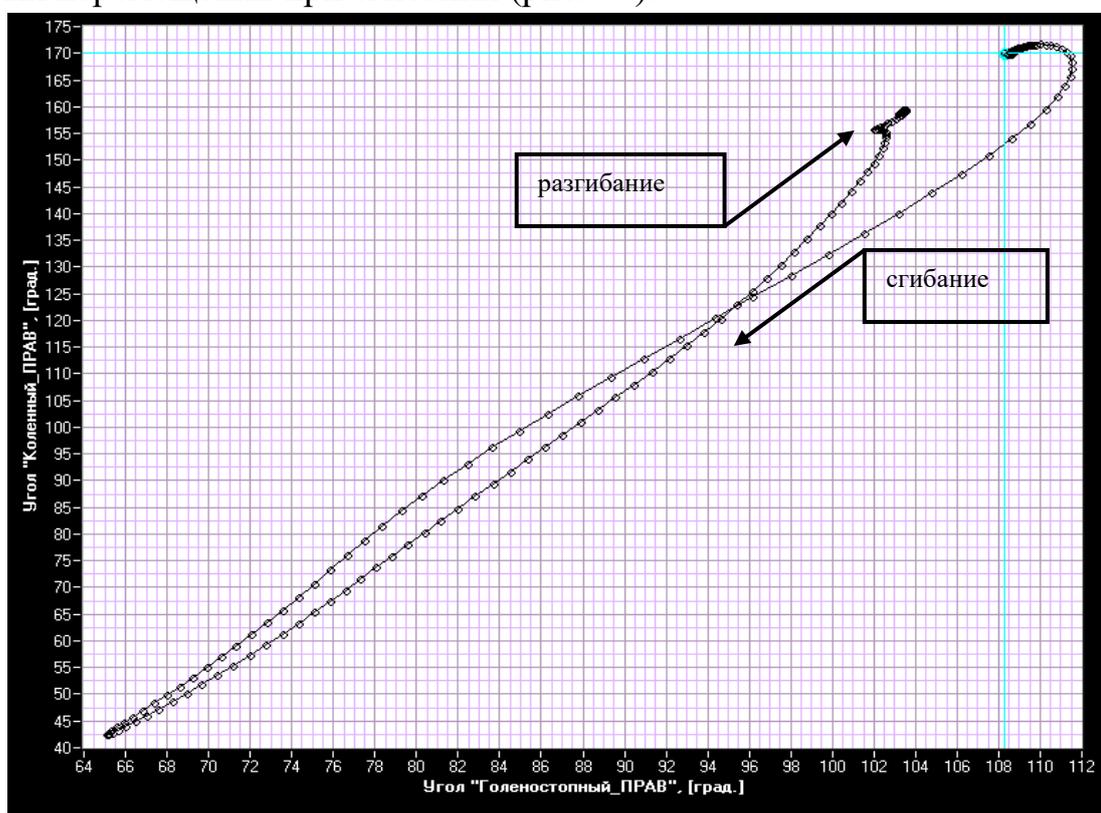
- линейный (или нелинейный) характер зависимости угловых перемещений;
- совпадение (или несовпадение) линейных зависимостей движения в суставах, характеризующих сгибания и разгибания.

Объективность установленных признаков позволяет применить системно-симметричный подход в целях определения изменений согласованности движения в суставах при выполнении приседания. В результате было установлено, что согласованность движения в суставах в кинематической структуре двигательного действия может проявляться в форме динамической симметрии и динамической асимметрии.

При этом более важным с позиции определения закономерностей кинематики движения человека и познания механизмов управления двигательной функцией человека является поиск объективного определения динамической симметрии.

Систематизация графических рисунков угловых синкенезий при выполнении приседания с различными отягощениями позволяет установить, что динамическая симметрия согласованности движения в суставах представляет порядок угловых перемещений, обусловленный совпадением линейной зависимости угловых перемещений при сгибании в суставах с линейной зависимостью угловых перемещений при разгибании. При этом пространственный порядок согласованности угловых перемещений при разгибании в суставах является обратным порядком согласованности угловых перемещений при разгибании в суставах.

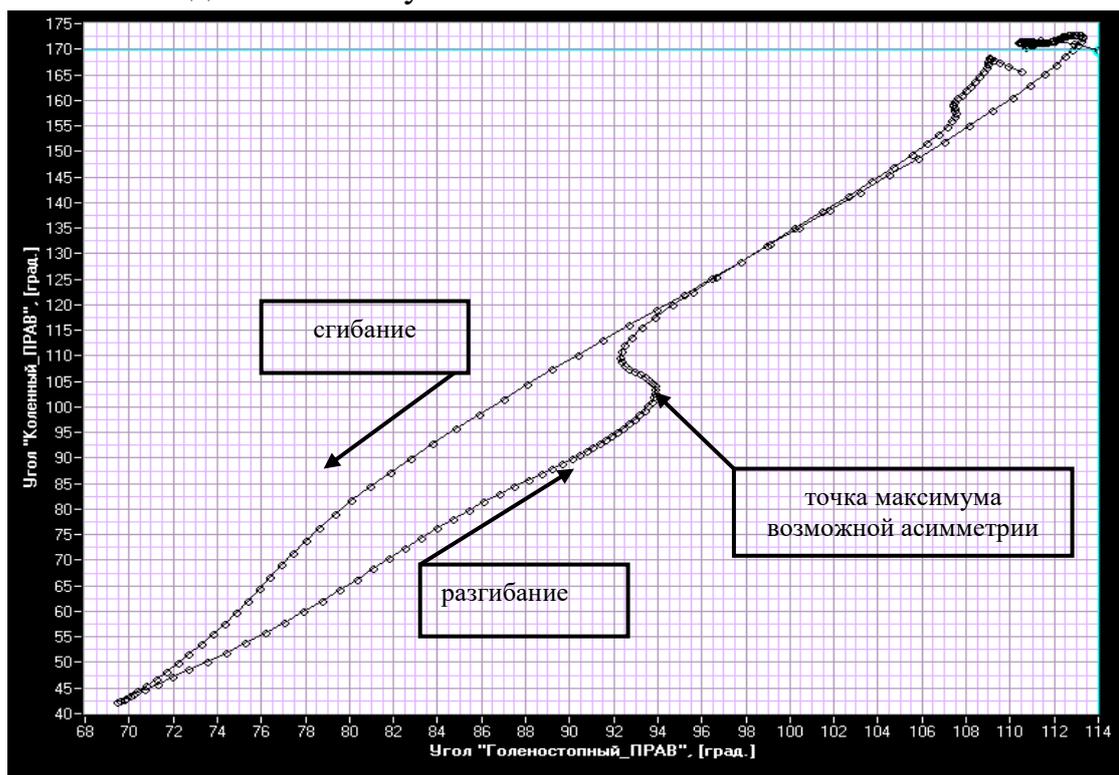
Все остальные формы согласованности движения в суставах являются формами динамической асимметрии. Ее проявление установлено при увеличении отягощения более 70% и характеризуется несовпадением графической траектории угловых перемещений при разгибании в суставах и графической траектории угловых перемещений при сгибании (рис. 77).



**Рис. 77.** Угловые синкенезии работы коленного и голеностопного суставов в ходе приседания со штангой с отягощением 70%.

При увеличении отягощения до 90% согласованность пространственного порядка движения в коленном и голеностопном суставе продолжает изменяться в сторону динамической асимметрии. На графическом рисунке угловой синкенезии увеличение динамической асимметрии проявляется в увеличении расхождения графической траектории зависимости угловых перемещений при разгибании суставов от графической траектории зависимости угловых перемещений при сгибании.

Достигая точки максимального расхождения, графическая траектория, характеризующая согласованность разгибания в суставах, преломляется в сторону графической траектории, характеризующей согласованность сгибания. По ее достижению обе прямые совпадают и далее значительно не отдаляются друг от друга (рис. 78). Точка преломления прямой зависимости угловых перемещений при разгибании в коленном и голеностопном суставе является местом максимума возможной асимметрии. По ее достижению дальнейшее выполнение двигательного действия требует восстановления динамической симметрии согласованности движений в суставах.



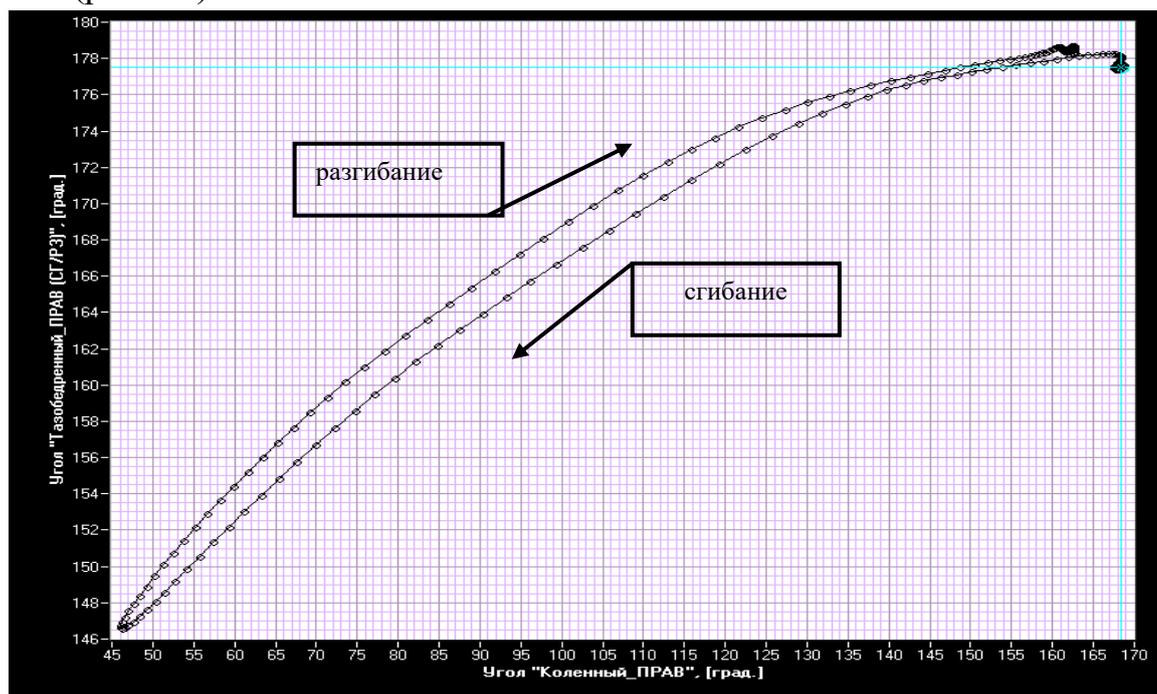
**Рис. 78.** Угловые синкenezии работы коленного и голеностопного суставов в ходе приседания со штангой с отягощением 90%.

В кинематической структуре приседания динамическая асимметрия согласованности движения в коленном и голеностопном суставах реализуется в опережении темпа разгибания в голеностопном суставе относительно коленного.

По достижении максимума возможной асимметрии восстановление симметрии реализуется путем торможения углового перемещения или путем возвратного движения в голеностопном суставе.

Изменение согласованности движения в тазобедренном и коленном суставе имеет общие тенденции с изменением согласованности в коленном и голеностопном суставе. Так, согласованность движения в тазобедренном и коленном суставах в ходе преодоления отягощений до 60% характеризуется проявлением динамической симметрии, что на графиках угловых синкenezий у всех спортсменов отмечается в виде линейной зависимости угловых перемещений

в суставах при совпадении условных прямых, характеризующих сгибание и разгибание (рис. 79).



**Рис. 79.** Угловые синкенезии работы тазобедренного и коленного суставов в ходе приседания со штангой с отягощением 50%.

Увеличение отягощения до 70%, приводит к изменению согласованности в сторону динамической асимметрии, что проявляется в отдалении графической траектории зависимости угловых перемещений при разгибании в суставах от графической траектории зависимости угловых перемещений при сгибании (рис. 80). В кинематической структуре приседания это проявляется в опережении темпа разгибания в тазобедренном суставе относительно коленного.

При увеличении отягощения до 90% усиливается проявление динамической асимметрии согласованности движения в тазобедренном и коленном суставе, что заключается в еще большем отдалении графической зависимости угловых перемещений при разгибании в суставах от графической зависимости угловых перемещений при сгибании.

Достигая максимума возможной асимметрии в точке наибольшего расхождения графических зависимостей, характеризующих сгибание и разгибание в суставах, динамическая асимметрия согласованности угловых перемещений изменяется в сторону динамической симметрии. Графическая траектория разгибания в суставах преломляется в сторону графической траектории сгибания, по ее достижении обе прямые совпадают, после чего значительно не расходятся (рис. 81).

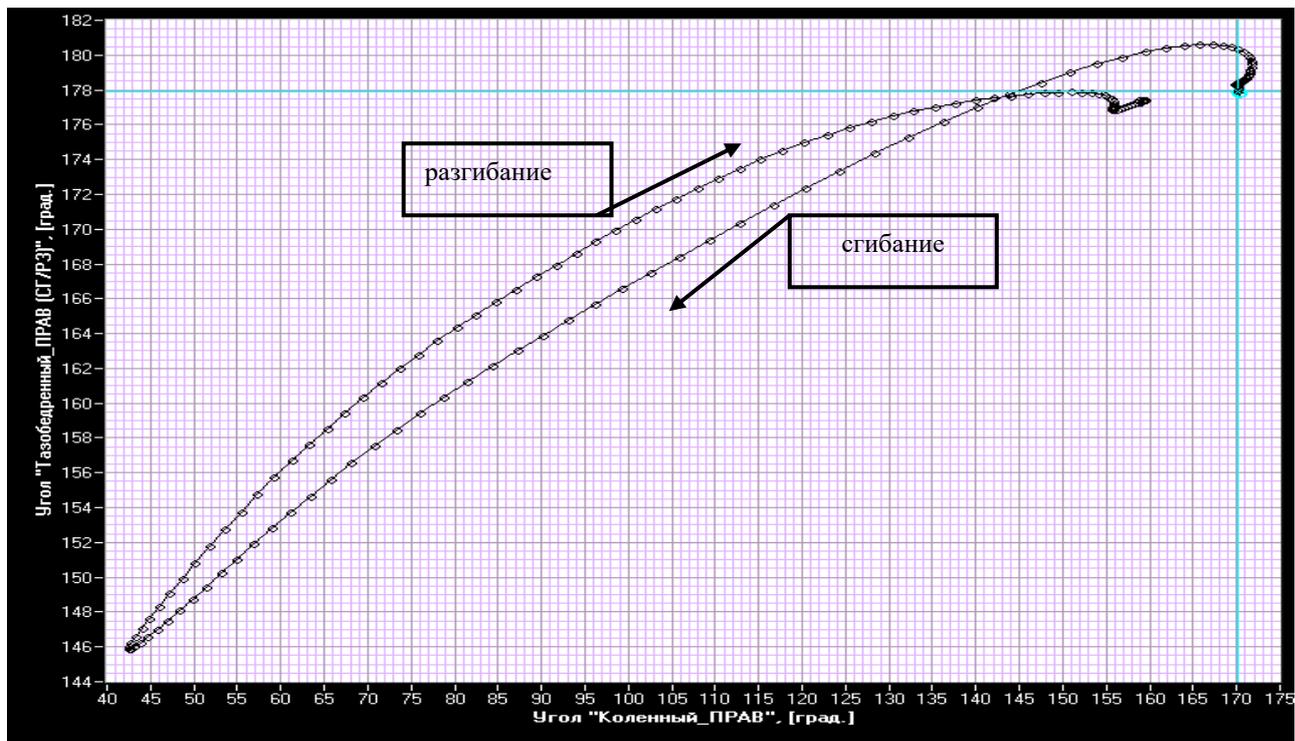


Рис. 80. Угловые синкенезии работы тазобедренного и коленного суставов в ходе приседания со штангой с отягощением 70%.

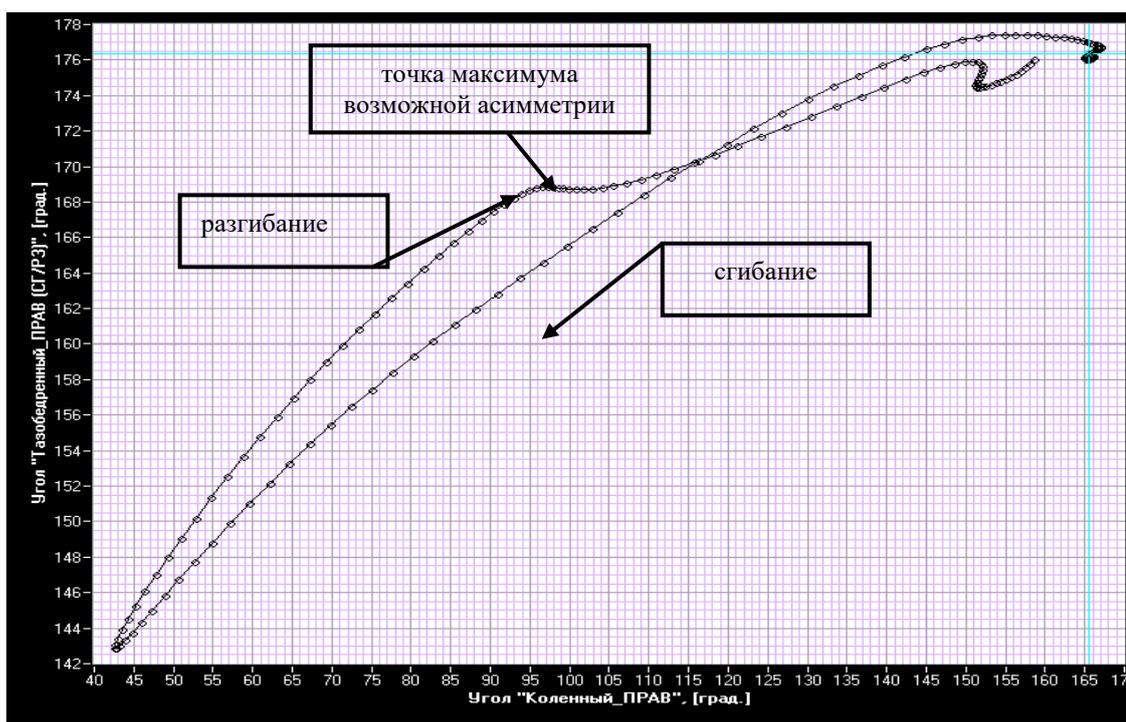
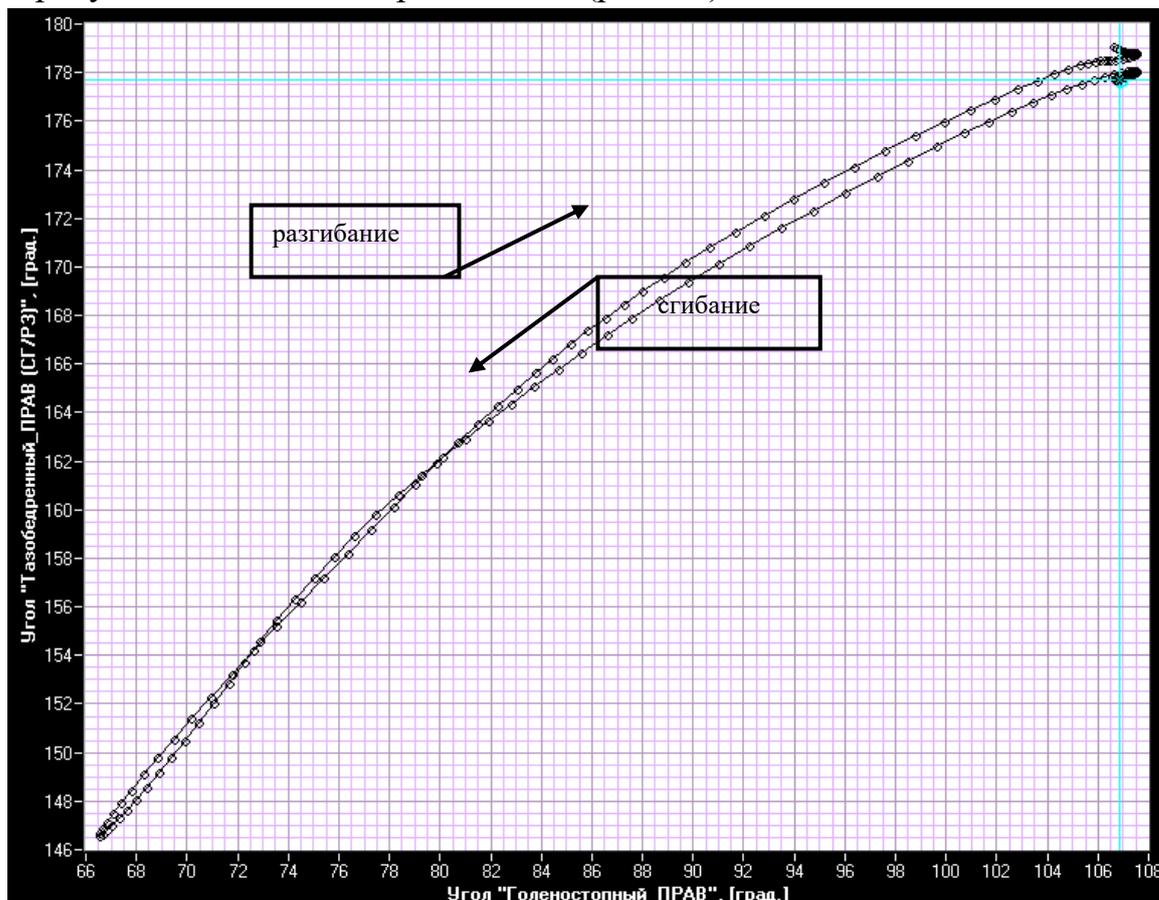


Рис. 81. Угловые синкенезии работы тазобедренного и коленного суставов в ходе приседания со штангой с отягощением 90%.

Изменение угловых синкенезий тазобедренного и голеностопного суставов имеет общие тенденции с изменением угловых синкенезий коленного и голеностопного, а также тазобедренного и коленного суставов. Согласованность движения в тазобедренном и голеностопном суставах в ходе преодоления отягощений до 60% характеризуется проявлением динамической симметрии, что

на графиках угловых синкenezий у всех спортсменов отмечается в виде линейной зависимости угловых перемещений в суставах при совпадении условных прямых, характеризующих сгибание и разгибание (рис. 82).



**Рис. 82** Угловые синкenezии работы тазобедренного и голеностопного суставов в ходе приседания со штангой с отягощением 50%.

Увеличение отягощения до 70% приводит к изменению формы графической зависимости угловых перемещений в ходе разгибания тазобедренного и голеностопного суставов в сторону динамической асимметрии, что проявляется в отдалении ее графической зависимости угловых перемещений при разгибании в суставах от прямой зависимости угловых перемещений при сгибании (рис. 83). В структуре двигательного действия это проявляется в опережении либо отставании темпа разгибания в тазобедренном суставе относительно разгибания в голеностопном.

При увеличении отягощения до 90% тенденция изменения согласованности угловых перемещений в сторону динамической асимметрии усиливается, что проявляется в отдалении графической зависимости угловых перемещений в ходе разгибания суставов от графической зависимости угловых перемещений при сгибании (рис. 84).

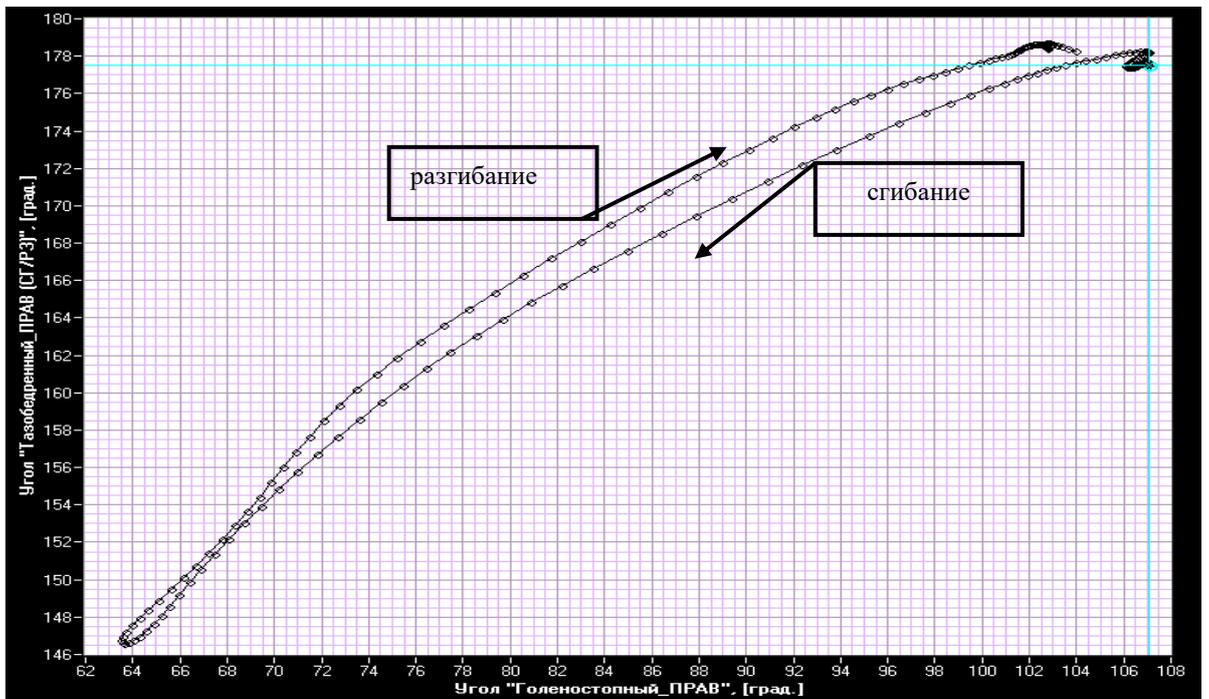


Рис. 83. Угловые синкенезии работы тазобедренного и голеностопного суставов в ходе приседания со штангой с отягощением 70%.

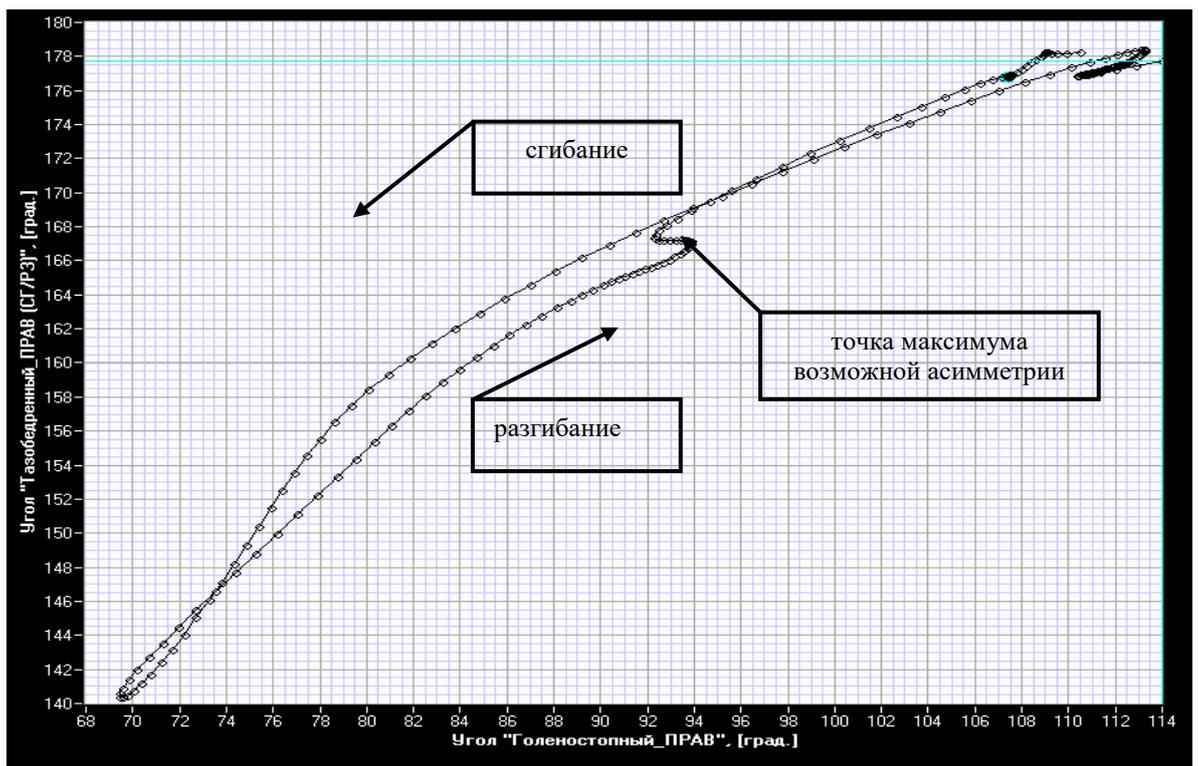


Рис. 84. Угловые синкенезии работы тазобедренного и голеностопного суставов в ходе приседания со штангой с отягощением 90%.

Достигая максимума возможной асимметрии в точке наибольшего расхождения графических зависимостей, характеризующих сгибание и разгибание в суставах, динамическая асимметрия согласованности угловых перемещений изменяется в сторону динамической симметрии. Графическая

зависимость, характеризующая разгибание в суставах, преломляется в сторону графической зависимости сгибания, по ее достижении обе прямые совпадают и далее значительно не удаляются. Необходимо отметить, что отдаление условной прямой, характеризующей зависимость углового перемещения при разгибании от условной прямой, демонстрирующей зависимость углового перемещения при разгибании, может определяться как опережением, так и отставанием углового перемещения в тазобедренном суставе от перемещения в голеностопном.

Изучение угловых синкенезий коленного и голеностопного, тазобедренного и коленного, тазобедренного и голеностопного суставов при выполнении приседания со штангой с отягощениями от 50% до 90% позволяет установить ряд позиций, определяющих проявление согласованности угловых перемещений в механизме управления двигательной функцией:

- согласованность угловых перемещений проявляется в форме динамической симметрии и в форме динамической асимметрии;

- динамическая симметрия согласованности движения в суставах представляет порядок угловых перемещений, обусловленный совпадением линейной зависимости угловых перемещений при сгибании в суставах с линейной зависимостью угловых перемещений при разгибании. При этом пространственный порядок согласованности угловых перемещений при разгибании в суставах является обратным порядком согласованности угловых перемещений при разгибании в суставах;

- динамическая симметрия согласованности движения в суставах проявляется у всех спортсменов в ходе преодоления отягощений до 70%;

- динамическая асимметрия – это нарушение динамической симметрии;

- проявление динамической асимметрии проявляется при увеличении отягощения более 70%, что на графиках угловых синкенезий проявляется в расхождении графической траектории зависимости угловых перемещений при разгибании в суставах от графической траектории зависимости угловых перемещений при сгибании;

- увеличение динамической асимметрии согласованности движения в суставах реализуется до момента максимума возможной ассиметрии, после чего динамическая ассиметрия согласованности угловых перемещений изменяется в сторону динамической симметрии;

- достижение момента максимума возможной ассиметрии у спортсменов, занимающихся пауэрлифтингом, возможно в ходе преодоления отягощений более 90%.

- момент максимума возможной ассиметрии на графиках угловых синкенезий проявляется в точке преломления графической траектории согласованности угловых перемещений при разгибании в суставах в направлении

графической траектории согласованности угловых перемещений при сгибании в суставах;

- нарушение динамической симметрии согласованности движения в суставах заключается в опережении углового перемещения в одном суставе относительно другого, а восстановление динамической симметрии согласованности осуществляется путем торможения углового перемещения или путем возвратного движения в суставе.

Таким образом, применение системно-симметричного метода изучения кинематической структуры движения позволяет установить проявление двух форм согласованности угловых перемещений: динамической симметрии и динамической асимметрии. Изучение согласованности угловых перемещений на графиках угловых синкenezий у мастеров спорта по пауэрлифтингу, которые делали их в ходе приседания без отягощений, позволяет заключить, что согласованность характеризуется совпадением графических траекторий изменения углов при сгибании в суставах с графическими траекториями изменения углов при разгибании. Их линейная зависимость определяет, что движения в суставах происходят параллельно друг другу. Поэтому согласованность угловых перемещений, при которой движения в суставах осуществляются параллельно друг другу, получило название параллельной согласованности угловых перемещений.

Параллельная согласованность угловых перемещений является одним из основных показателей качества реализации выполняемых локомоций.

Критериями параллельной согласованности является:

- линейный характер (преимущественно) зависимости угловых перемещений (зависимость угловых перемещений аппроксимируется на графике линейной функцией);

- совпадение линейных зависимостей движения в суставах, характеризующих сгибания и разгибания.

Изучение согласованности угловых перемещений в механизме реализации двигательного действия в пятилетнем возрасте позволяет установить, что на графиках угловых синкenezий при их сравнении с аналогичными графическими рисунками, полученными при тестировании спортсменов, отмечается несформированность линейной зависимости угловых перемещений в суставах (в тазобедренном и голеностопном у 100% детей пяти лет в коленном и тазобедренном у 91% и в коленном и голеностопном у 55% детей). Графические траектории угловых перемещений у детей пяти лет имеют различные формы динамической асимметрии, меняющиеся при каждом последующем приседании (рис 85, 86). Большое разнообразие и нестабильность проявления динамической асимметрии угловых перемещений не поддается четкой систематизации. На графиках угловых синкenezий можно установить проявление двух основных

типов нелинейных зависимостей. Первый тип отражает зависимость угловых перемещений, отклоняющуюся от линейной на всем протяжении графической траектории. Угловые перемещения в суставах в этом случае происходят не параллельно как у спортсменов, а дискретно.

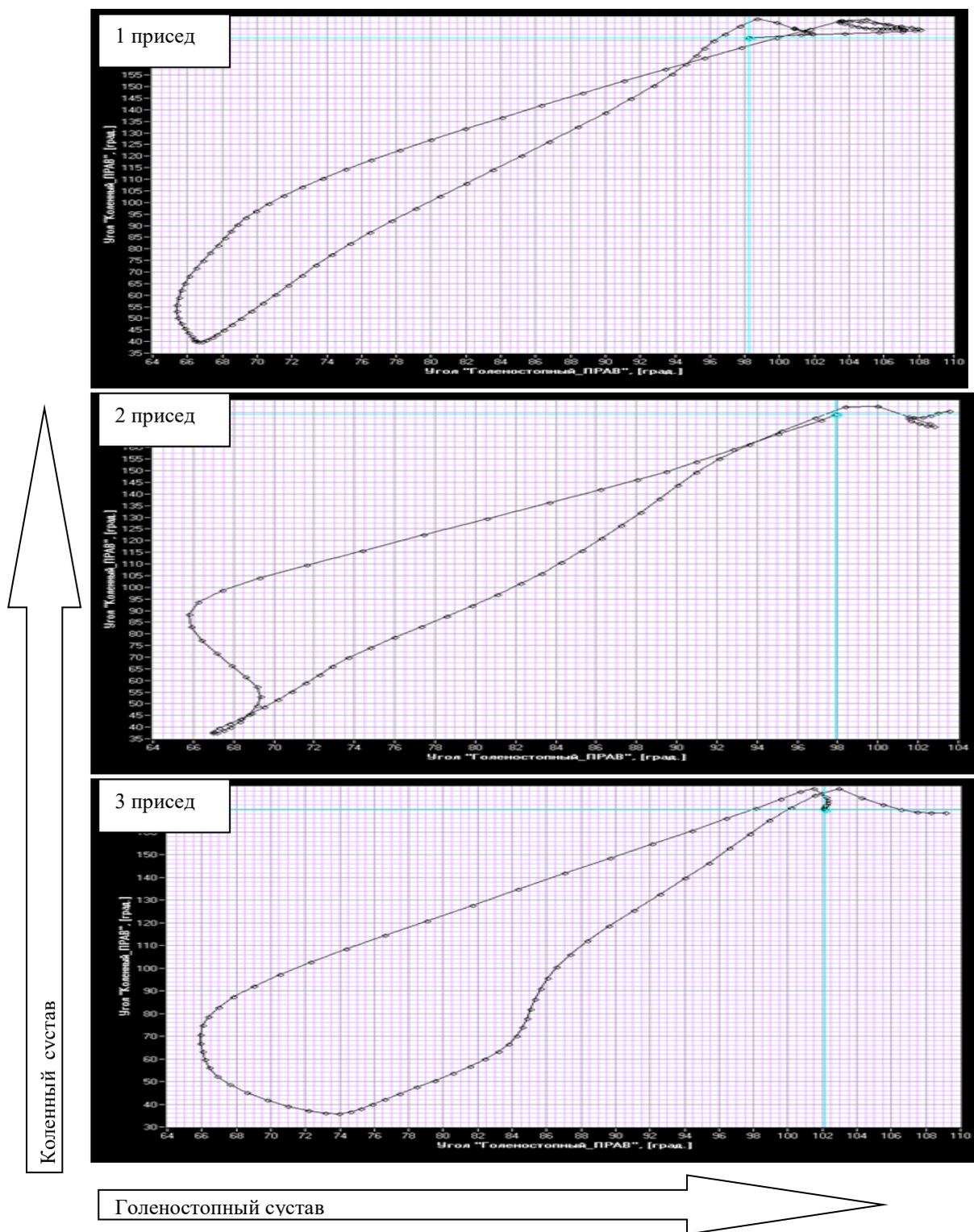
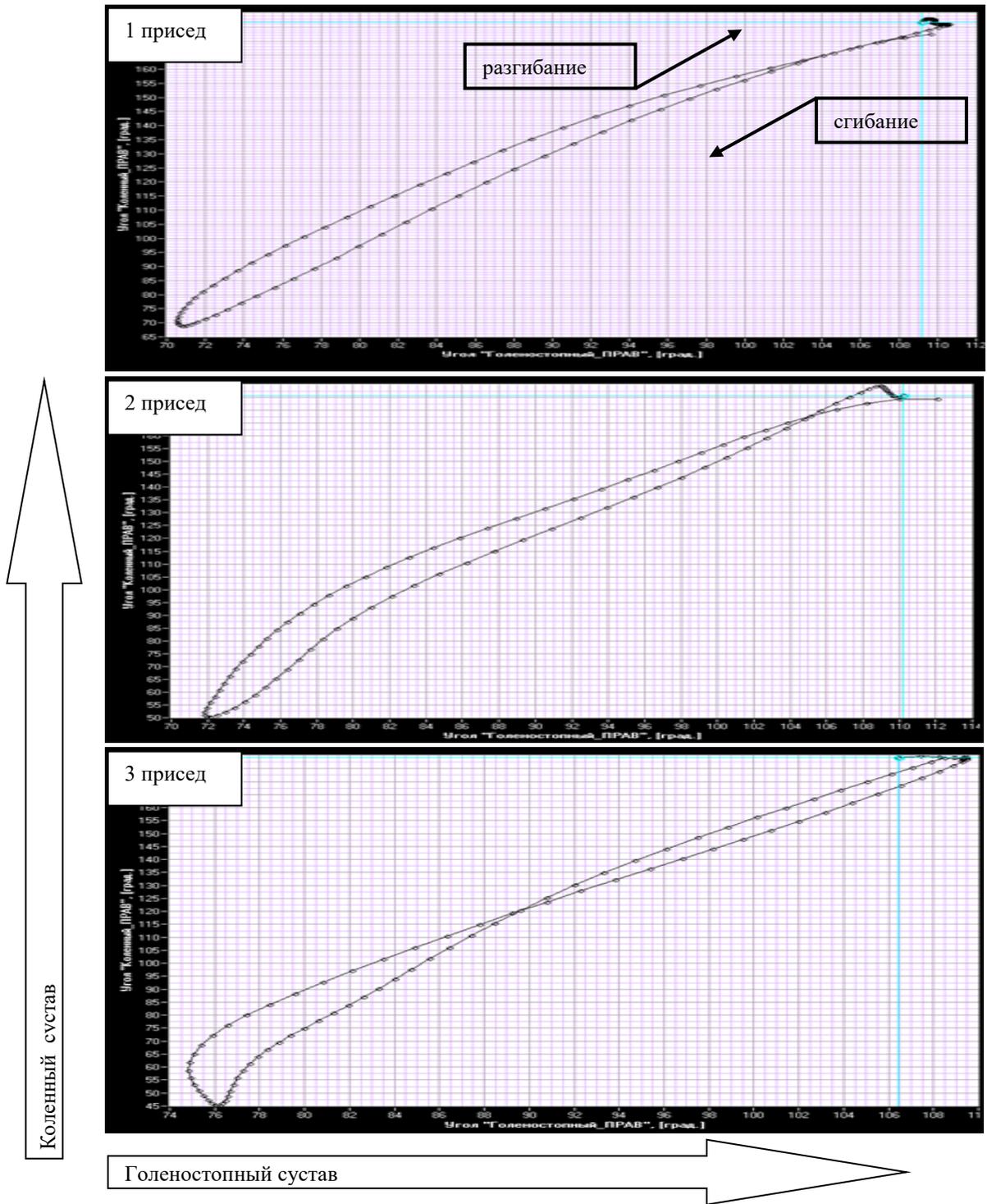


Рис. 85. Графические рисунки угловых синкенизий коленного и голеностопного в 5-летнем возрасте в процессе приседания.



**Рис. 86. Графические рисунки угловых синкрензий коленного и голеностопного в 6-летнем возрасте в процессе приседания.**

Второй тип отражает зависимость угловых перемещений, которая имеет возвратный характер, в одном из суставов. Аналогичная ситуация наблюдается у спортсменов в ходе преодоления околопредельных отягощений, когда сначала наблюдается переход от параллельного типа согласованности угловых перемещений к дискретному, а при еще большем увеличении отягощения дискретная согласованность сменяется возвратной.

Таким образом, согласованность, при которой угловые перемещения в суставах происходят последовательно, получило название дискретной согласованности. Ее проявление характеризуется двумя основными типами: однонаправленной дискретности и возвратной дискретности. Однонаправленная дискретность характеризуется последовательным изменением угловых перемещений в паре суставов. Возвратная дискретность характеризуется проявлением возвратного движения в одном из суставов в процессе последовательного изменений угловых перемещений.

Изучение проявления параллельной согласованности угловых перемещений в пятилетнем возрасте позволяет установить, что чаще всего данный тип согласованности характерен угловым перемещениям в коленном и голеностопном суставе. Так, при выполнении серии из трех приседаний параллельные угловые перемещения характерны 21% детей при первом приседании, а к третьему данное число возрастает до 45%. (табл. 30). Проявление параллельной согласованности угловых перемещений в коленном и тазобедренном суставах проявляется только при третьем приседании в серии у 9% испытуемых, а в голеностопном и тазобедренном суставах не обнаруживается вовсе.

К шестилетнему возрасту количество детей, у которых обнаруживается параллельная согласованность угловых перемещений в коленном и голеностопном суставе на первом приседании, увеличивается в серии с 21% до 57,1%, а к третьему приседанию данное число возрастает с 45% до 71,4%. Проявление параллельной согласованности угловых перемещений в коленном и тазобедренном суставе, как и в пятилетнем возрасте, не обнаруживается на первом и втором приседании в серии. Однако на третьем приседании возрастает с 9 до 42,6%. К шести годам проявляется не обнаруживаемая в пятилетнем возрасте параллельная согласованность угловых перемещений в работе голеностопного и тазобедренного суставов на первом приседании у 14,2% испытуемых и у 28,4% на втором.

Таблица 30.

**Проявление параллельной согласованности угловых перемещений в голеностопном, коленном и тазобедренном суставах у детей 5 и 6 лет.**

Возраст	Проявление параллельной согласованности угловых перемещений								
	Коленный и голеностопный суставы			Коленный и тазобедренный суставы			Тазобедренный и голеностопный суставы		
	первое приседан.	второе приседан.	третье приседан.	первое приседан.	второе приседан.	третье приседан.	первое приседан.	второе приседан.	третье приседан.
5 лет	21%	36%	45%	0%	0%	9%	0%	0%	0%
6 лет	57,1%	57,1%	71,4	0%	0%	42,6%	0%	14,2%	28,4%

Полученные данные позволяют определить ряд позиций формирования параллельной согласованности угловых перемещений в процессе становления двигательной функции.

Формирование параллельного типа согласованности угловых перемещений в процессе овладения приседанием происходит гетеротропно: к пяти годам проявление параллельной согласованности угловых перемещений коленного и голеностопного суставов характерно уже у 45% детей. Параллельный тип согласованности угловых перемещений в работе коленного и тазобедренного суставов только начинает формироваться и обнаруживается всего у 9% испытуемых. В работе голеностопного и тазобедренного сустава параллельная согласованность не проявляется вовсе. К шести годам происходит интенсивное формирование параллельной согласованности угловых перемещений в коленном и голеностопном суставах (о чем свидетельствует увеличение числа детей с данным типом согласованности с 45% до 71,4%) и в коленном и тазобедренном суставах (о чем свидетельствует увеличение числа детей с данным типом согласованности с 9 до 42,6%). При этом стабильное проявление параллельной согласованности угловых перемещений в серии приседаний наблюдается только в работе коленного и голеностопного суставов. Шестилетний возраст является исходным для начала формирования параллельной согласованности угловых перемещений в голеностопном и тазобедренном суставах, о чем свидетельствует нестабильное проявление данного типа согласованности у 28,4% детей.

Проявление параллельного типа согласованности угловых перемещений увеличивается в исследуемых группах детей пяти и шести лет при каждом последующем приседании в серии. В этой связи достижение параллельной согласованности угловых перемещений является одним из векторов формирования кинематической структуры движения, характеризующей качество механизма управления движениями.

Применение системно-симметричного метода изучения согласованности движения в суставах в кинематической структуре приседания в ходе спортивного совершенствования и в процессе формирования двигательной функции позволяет установить две формы (динамическая симметрия и динамическая асимметрия) и два типа (параллельный и дискретный) согласованности угловых перемещений. При этом формы характеризуют кинематический порядок согласованности движения в суставах, а типы – локомоторный.

#### **4.5. Внешние условия и срочная адаптация**

Количественно-временные сдвиги в организме человека, развивающиеся в ответ на внешнесредовое воздействие, определяются соотношением исходного уровня показателей симметричного развития, величиной и латеральной

направленностью воздействия. Чем выше степень приспособленности, тем менее выражены сдвиги.

Фиксация рассогласованности между необходимым уровнем симметричного развития для данного вида деятельности и исходным вариантом служит сигналом мобилизации адаптивных возможностей доминантной либо субдоминантной стороны. Сравнивая срочный и долговременный этапы адаптации человека, не трудно определить, что переход от срочного этапа к долговременному знаменует собой узловой момент адаптации, так как именно данный период предоставляет возможность для поддержания жизни организма в новых условиях. Это диктует необходимость изучения динамики асимметрии в условиях срочной адаптации. Следующее за утомлением восстановление направлено на то, чтобы преодолеть возникающие в период нагрузки нарушения в деятельности функциональных систем организма. При максимально допустимой нагрузке восстановление достигает пика в стадии суперкомпенсации, которая выражается в повышении работоспособности по сравнению с исходным уровнем в начале тренировки. Все это в совокупности определяет предпосылки для преодоления новых повышающихся нагрузок.

Немедленная реакция организма на нагрузку проявляется в увеличении частоты дыхания, повышении интенсивности кровообращения. Кроме того, происходит резкое снижение содержания питательных веществ в тканях работающих конечностей из-за расхода энергии (катаболический процесс). Продукты распада при этом не могут достаточно быстро выводиться из организма, что приводит к ограничению работоспособности. Уже через несколько минут после начала нагрузки они оказывают отрицательное действие на мобилизацию и ускорение процессов обмена. Развивается утомление. Однако при неравномерной загрузке правой и левой стороны тела утомление также будет неравномерным, следовательно, должно быть неравномерным и восстановление.

Остается неясным вопрос: почему при асимметричной работе рук в некоторых видах деятельности иногда встречаются люди, выполняющие почти в равной мере движения обеими руками? Означает ли это ошибку в логической схеме формирования асимметрий? Рассмотрим результаты исследования динамики асимметрии психомоторных качеств у юных спортсменов. Выявлялись различия, проявляющиеся в ходе тренировочного урока, правой и левой руки по силе кистей, точности дифференцирования усилий, быстроте, координированности движений, тремору и точности движений у гандболисток 11-12 лет, баскетболистов 12-13 лет, тяжелоатлетов 14-15 лет, самбистов и дзюдоистов-юношей 13-14 лет. Исследования проводились в разных возрастных группах для поиска общих закономерностей.

Общий характер динамики различных показателей асимметрий внутри одной специализации совпадает (за исключением точности дифференцирования и

статического тремора), различаются лишь временные параметры изменений. Поэтому ограничимся анализом динамики среднего суммарного показателя мануальной асимметрии по данным силы кистей, быстроты (по теппинг-тесту), координированности вправо и влево, точности движений (рис. 87).

Подготовительная часть урока в первые 20 минут нивелирует асимметрию во всех группах специализации. Это объясняется увеличением показателей обеих рук. Но темпы повышения показателей субдоминантной руки достоверно выше. По дальнейшей ответной реакции на нагрузку выделяют три группы спортсменов: в первой (тяжелоатлеты и пловцы) асимметрия значительно возрастает за счет преимущественного угнетения субдоминантной конечности; во второй (самбисты и дзюдоисты) наблюдается тенденция к симметричному проявлению психомоторных качеств за счет относительного равномерного угнетения показателей доминантной и субдоминантной сторон; в третьей (баскетболисты и гандболистки) происходящее увеличение показателей субдоминантной и снижение доминантной конечностей обуславливает вначале уменьшение асимметрии, а затем и смену знака «+» на знак «-».

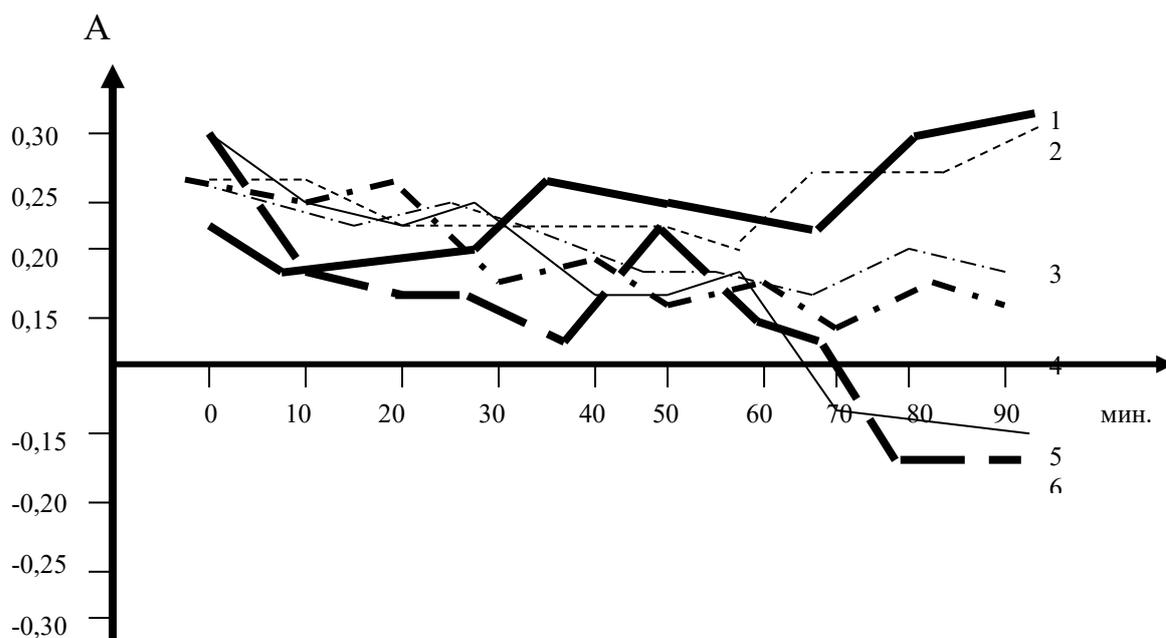
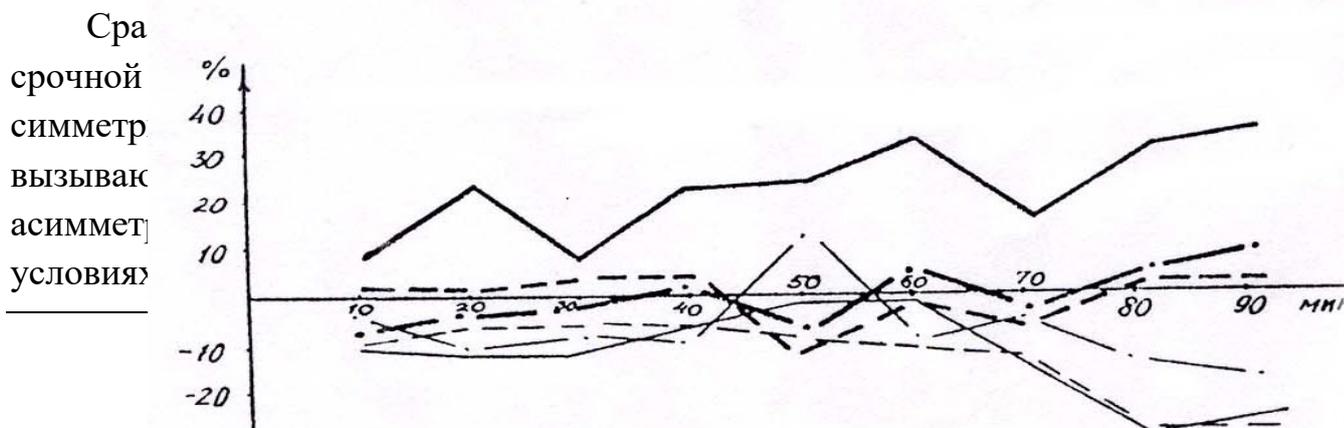
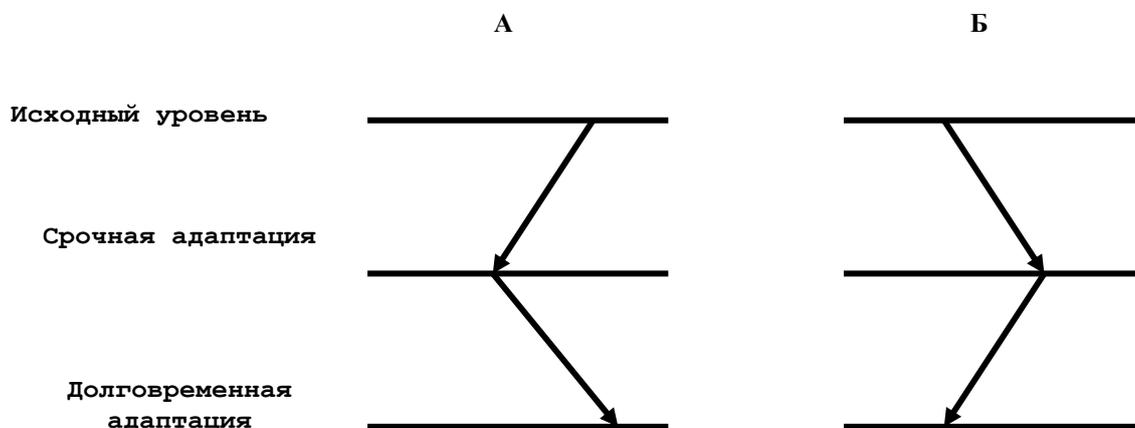


Рис. 87. Динамика суммарной мануальной асимметрии в тренировочном уроке: 1 – тяжёлая атлетика (14 лет), 2 – плавание (14-15 лет), 3 – самбо (12-13 лет), 4 – дзюдо (10-11 лет), 5 – баскетбол (13-14 лет), 6 – гандбол (11-12 лет).



Таким образом, можно сформулировать закон обратного реагирования: изменение асимметрии в противоположную сторону в условиях срочной адаптации приводит к увеличению показателей асимметрии, и наоборот, усиление асимметрии при срочной адаптации позволяет симметрично развивать форму и функции организма (рис. 88).



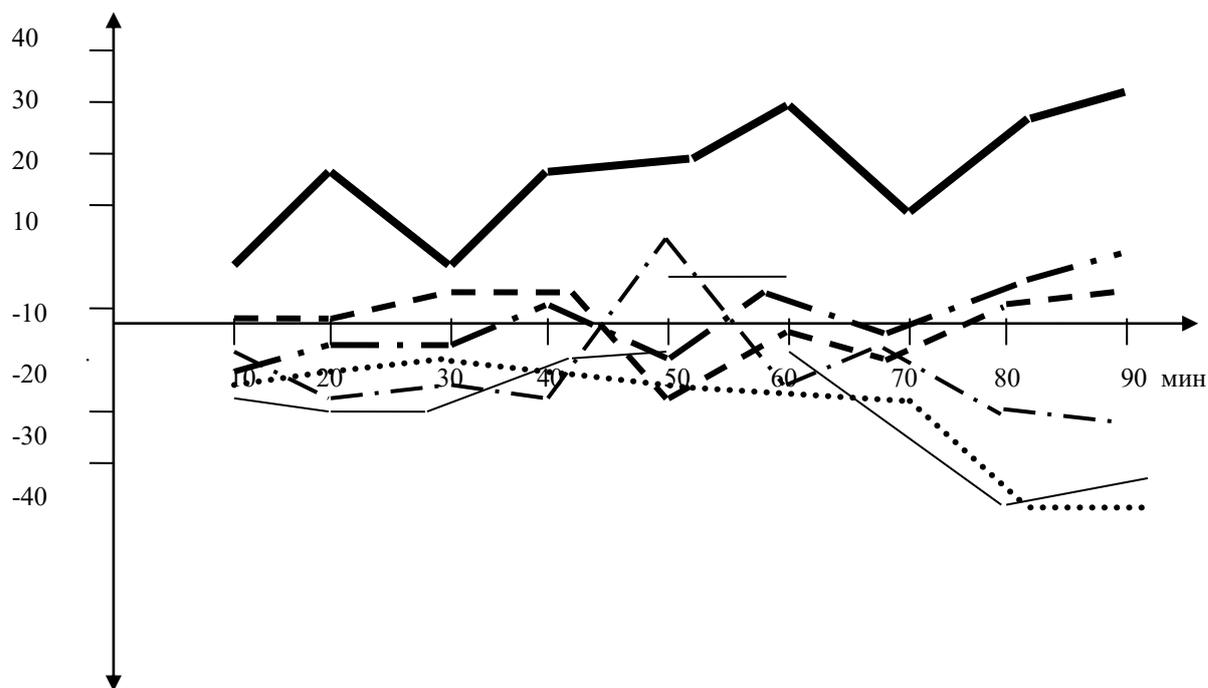
**Рис. 88. Принципиальная схема закона обратного реагирования в условиях адаптации:**  
*А – асимметрирующее воздействие; Б – симметрирующее воздействие*

Представляет интерес адаптивное поведение спортсменов различных специализаций, у которых не совпадает исходный уровень асимметрии. Для исследования данного вопроса были выбраны два крайних по воздействию в условиях срочной адаптации вида спорта – гандбол и плавание. Спортсмены были распределены на три условные группы по начальному уровню асимметрии силы:

- 1) имеющие симметричное развитие ( $A < 0,1$ );
- 2) обладающие невысоким уровнем асимметрии ( $A = 0,1-0,2$ );
- 3) выраженные правши ( $A > 0,2$ ).

Определялись средние процентные изменения всех показателей в ходе урока у гандболисток (рис. 89) и у пловцов. У спортсменок, специализирующихся в гандболе и отнесенных к группе симметрично развитых, утомление вызывает снижение показателей и левой, и правой руки. Однако длительность подавления правой руки (около 60 мин) и его глубина (около 10,8%) значительно выше, чем левой (около 30 мин и 3,7%). Вместе с тем около 30 минут в более угнетенном состоянии находится и левая рука.

Противоположная картина адаптации наблюдается у выраженных правшей. В этой группе правая рука подавляется в течение всех 90 мин, и глубина подавления составляет около 12%. В то же время показатели левой руки в ходе всего урока находятся выше исходного уровня и даже имеют тенденцию к повышению. В среднем за урок прирост значений психомоторных качеств составляет примерно 22%.



**Рис. 89.** Изменения показателей психомоторных качеств у гандболисток в ходе урока (толстыми линиями обозначены показатели левой руки, тонкими – правой): штрих-пунктир – первая группа; пунктир – вторая группа; сплошная линия – третья группа

У лиц, отнесенных к группе с невысоким уровнем асимметрии, наблюдается глубокое (11%) и длительное снижение показателей правой руки.

Спортсмены, занимающиеся плаванием, реагируют на нагрузку совершенно по-иному. Во всех трех группах практически в течение всего урока наблюдается утомление обеих рук. Однако чем симметричнее развитие, тем меньше утомление. У группы спортсменов с явно выраженным эффектом доминирующей правой руки подавление левой значительнее.

Анализ динамики психомоторных качеств на уроках плавания и гандбола позволяет утверждать, что наряду с латеральной направленностью тренировочного воздействия исходный уровень симметричного либо асимметричного развития выступает как лимитирующий фактор ответной реакции организма. То есть результаты наших исследований подтверждают существование генетического контроля симметрии-асимметрии парных органов человека.

Любой двигательный акт представляет собой конечное звено в функционировании сложной многоуровневой системы, включающей в себя физиологические и биохимические процессы, механизмы энергообеспечения, управление со стороны центральной нервной системы. Все это проявляется в биомеханическом изменении положения частей тела в пространстве и во времени. Качество биомеханических и морфологических изменений зависит от влияния среды и его наложения на генетически обусловленные особенности физического

развития. Поэтому, либо учитывая уровень воздействия среды, либо подобрав людей с одинаковыми генетическими особенностями, мы можем, во-первых, определить его воздействие, во-вторых, обосновать регулирующие генетические свойства организма.

Для определения характера влияния различных видов упражнений, то есть среды, проведен эксперимент, в котором участвовали шесть пар близнецов. Шестеро из разных пар занимались в течение 64 занятий (32 недели, 2 раза по 90 мин) плаванием, а другие – гандболом. поэтапный контроль осуществлялся через каждые 8 недель перед основной частью урока.

По показателям статического тремора и точности дозирования силы каких-либо закономерных изменений асимметрии не было выявлено. В связи с различиями воздействия на верхние и нижние конечности рассматривались: средняя суточная асимметрия рук по данным силы кистей; сила сгибателей и разгибателей предплечья, точность ударов; координированность движений вправо и влево и средняя сумарная асимметрия ног по данным стояния и приседания на одной ноге. Воздействие гандбола, плавания на формирование асимметрии ног одинаково: показатель снижается (рис. 90). Занятия плаванием значительно симметрируют проявление психомоторных качеств рук, тогда как у занимающихся гандболом наблюдается повышение асимметрии до уровня 0,35. Данное исследование подтверждает результаты предыдущего.

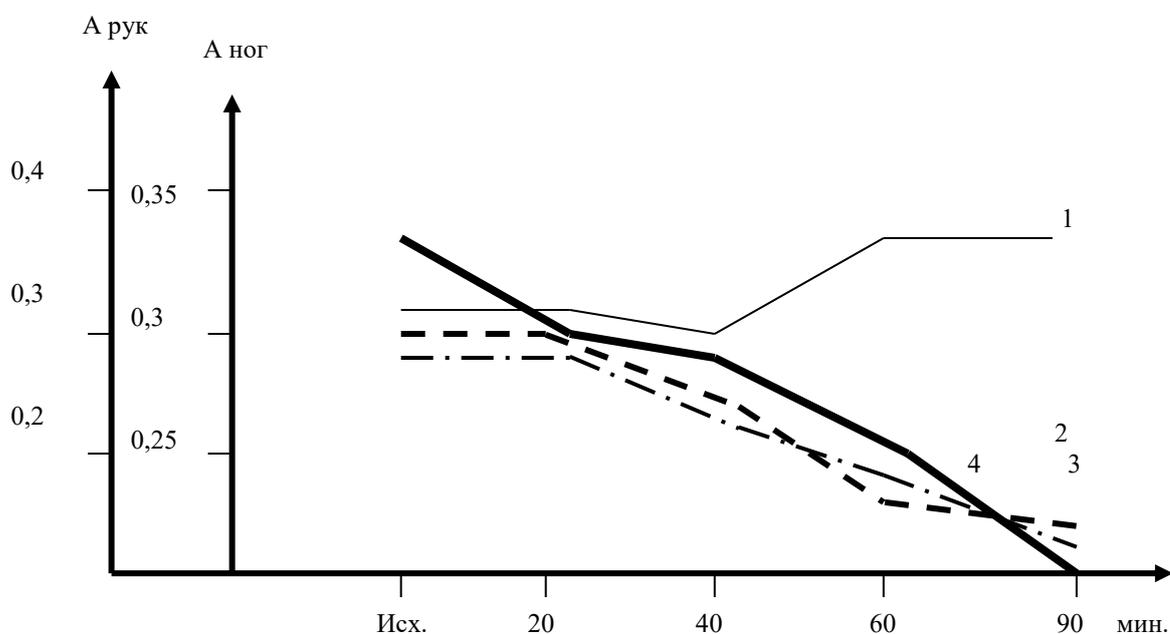


Рис. 90. Изменения асимметрии рук и ног в ходе тренировочного урока по плаванию и гандболу: 1 – А рук у гандболистов, 2 – А рук у пловцов, 3 – А ног у гандболистов, 4 – ног у пловцов



В срочных изменениях проявления асимметрии большое значение имеют спортивные травмы. Именно из-за них происходит быстрая смена доминантной конечности. Однако возможности взаимокompенсаций ограничиваются генетическими предпосылками развития. Изучение локализации травм и основных причин их появления позволят избежать грубых ошибок в подготовке и организации соревновательной деятельности. Изучены индивидуальные карты спортсменов в Адыгейском республиканском и Краснодарском краевом физкультурно-врачебных диспансерах и проведен опрос 714 перворазрядников, кандидатов в мастера спорта и мастеров спорта различных специализаций. В результате исследований определено, что дзюдоисты (n=346) чаще повреждают коленный сустав (34%) и кисти рук (4,8%), причем 56,3% и 63,2% (соответственно) – на ведущих конечностях. Из общего числа травм, полученных на соревнованиях, в 48,6 % случаев травмируется атакующая и в 51,4 % случаев – атакуемая конечность.

В то же время атакующие спортсмены травмируют чаще доминантную ногу (68,3%) и кисть (84,2%), у атакуемых в большей мере страдает субдоминантная нога (56,8%) и доминантная кисть (63,4%). Из общего числа повреждений «неведущей» стороны тела 70% связано с выполнением недостаточно изученного либо неподготовленного приема. У боксеров (n=274) травмы коленных суставов составляют 24,08%, травмы кисти – 35,77%. Более 80% случаев повреждения кисти падает на «ведущую» сторону. Причем, как правило, травмируется атакующая конечность. Повреждения коленного сустава происходят примерно одинаково и у атакующих, и у атакуемых. Чаще (68,2%) риску подвергается впереди стоящая нога.

В беговых легкоатлетических дисциплинах (n=193) чаще повреждаются бедро (43,52%), стопа (39,05%) и коленный сустав (20,72%). Травмы относительно равномерно распределяются на обе стороны. Анкетирование и логическое рассуждение дают основание предполагать, что «ведущая» (по силе) нога повреждается при отталкивании, а «ведомая» – при приземлении (однако данная гипотеза осталась непроверенной).

Из травм и повреждений, полученных футболистами (n=639), 70,89% приходится на долю коленного сустава и 7,82% – на долю стопы. Причем большинство травм коленного сустава «ведущей» ноги (по координированности) приходится на моменты нанесения удара по мячу.

Интересно, что стопа травмируется чаще (63,3%) на опорной ноге. По-видимому, основные причины травм, локализующихся в разных местах, неоднородны. Коленный сустав «ведущей» ноги травмируется при выполнении действий спортсменом, а стопа – при выполнении действий соперником.

Предполагалось, что наиболее уязвимым звеном опорно-двигательного аппарата спортсменов, специализирующихся в тяжелой атлетике (n=442),

является рука. Однако это не подтвердилось (23,53%). Наиболее уязвимым оказался коленный сустав (37,78%). Причем несколько чаще подвергаются опасности «неведущие» (по показателям силы) конечности. Частота травм у спортсменов, имеющих высокий уровень асимметрии, больше, что косвенно доказывает необходимость развития симметрии обеих половин тела. У гандболистов (n=215) наибольшее число травм (46,98%) выпадает на коленный сустав, на руки (24,56%) и на стопы (10,70%). Доминантная и субдоминантная нога (и колено, и стопа) травмируется примерно с одинаковой частотой. Наибольшее число травм рук и при атаке и при защите случается у «ведущей» руки. Вместе с тем причины их появления у атакующих и атакуемых игроков различны. Из всех травм, полученных нападающими игроками, около 73% являются следствием недостатков в технике выполнения движений, а более 20% – результатом ошибок или умышленной грубости соперника. У защищающихся основная причина травм (около 76%) – столкновения и падения.

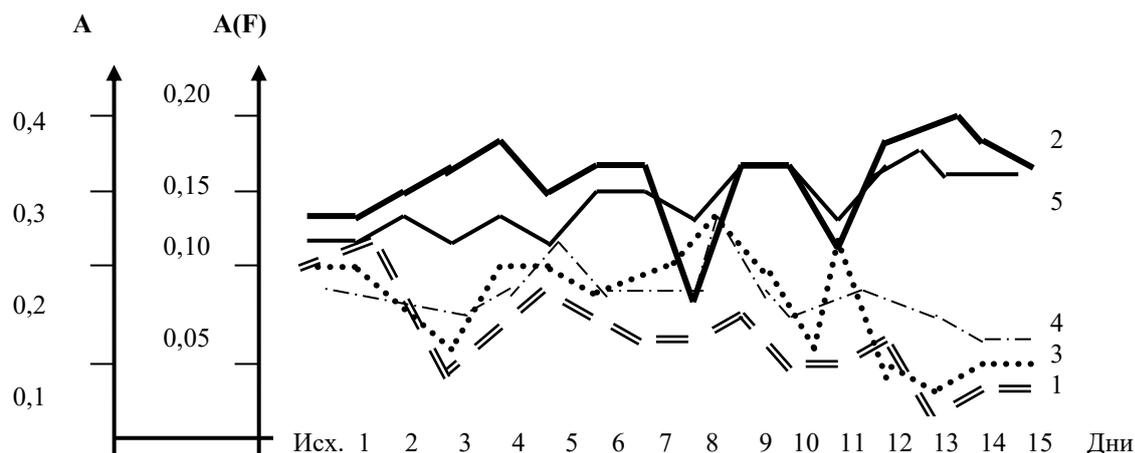
При занятиях баскетболом (n=123) чаще всего травмируются коленные суставы (более 60%) и стопы (более 10%). Локализуются травмы на правой и левой ноге примерно одинаково часто. Травмы руки (79,50%) чаще происходят на доминирующей. Причем опасности травмы «ведущей» руки в равной мере подвержены и защищающиеся, и нападающие.

Изучение локализации и причин появления травм позволяет констатировать: при симметричном использовании конечностей травмируются в равной степени и доминантная и субдоминантная; при асимметричном использовании (чаще всего это касается рук) у атакующих более характерной является травма доминантной конечности, а у защищающихся – субдоминантной.

Одним из вопросов, требующих изучения, является влияние утомления, непривычных внешних условий на проявление асимметрии.

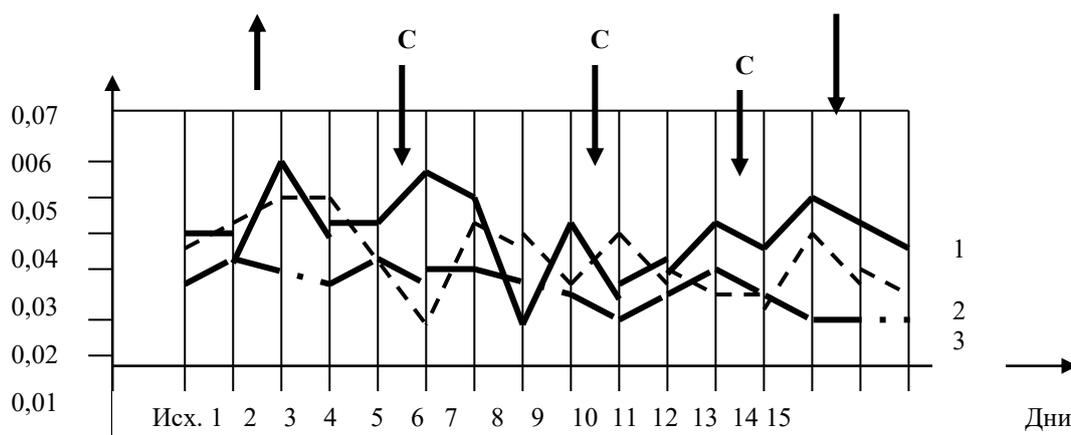
В некоторых источниках (В.В. Бойко, 1987) имеются упоминания о том, что необычные условия приводят к увеличению асимметрии. Однако изучение литературы дает и обратные примеры (М.С. Мосиенко, 1982). Для проверки данной гипотезы проведено исследование динамики асимметрии артериального давления, быстроты (по теппинг-тесту), точности, координированности рук при движении вправо и влево и динамометрии кистей у студентов факультета физического воспитания Адыгейского государственного педагогического института во время прохождения практического курса «Лыжный спорт» (рис. 91).

Выявлялись изменения асимметрий под воздействием непривычной обстановки, непривычных физических упражнений и соревнований.

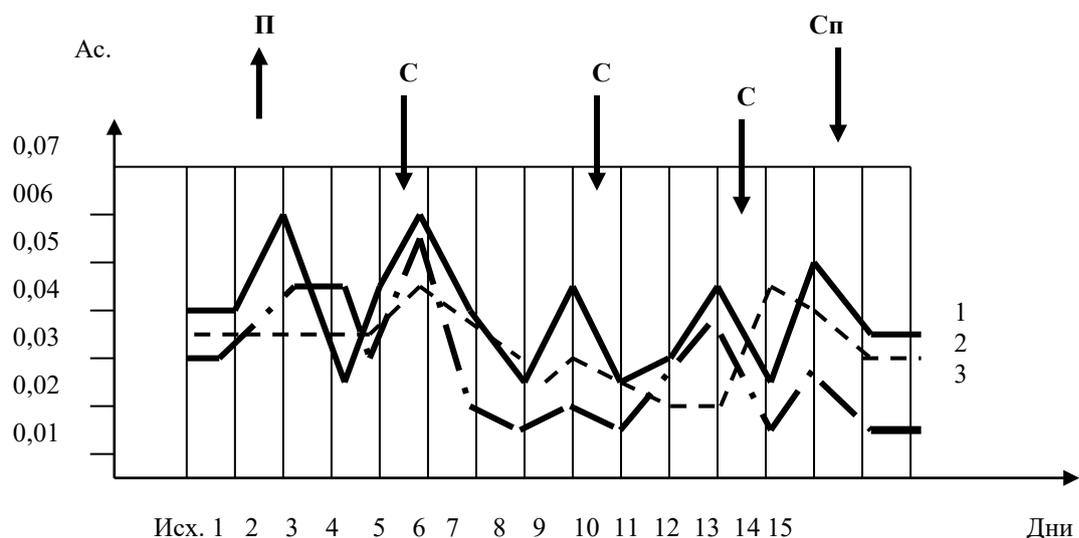


**Рис. 91. Динамика асимметрии психомоторных качеств у спортсменов в ходе занятий лыжным спортом: 1 – кол-во ошибок вправо, 2 – кол-во ошибок влево, 3 – быстрота (по теппинг-тесту), 4 – сила кистей, 5 – точность ударов. П – подъем, С – соревнования, СП – спуск**

Исследования проводились в горных условиях. Сразу по прибытии на высоту резко возрастает асимметрия систолического и диастолического давления (рис. 92, 93) (обед второго дня). Привыкание к высоте приводит к нормализации показателей, но наступает это только к утру следующего дня. Ответная реакция при спуске на равнину такая же (13-й день – обед и вечер). Это позволяет сделать вывод о том, что изменения атмосферного давления, связанные с перепадами высот, провоцируют асимметрию кровяного давления. Однако такие проявления свойственны не всем испытуемым. У 2,88% из них наблюдалось снижение асимметрии систолического давления, а у 2,4% – снижение асимметрии диастолического давления. Вместе с тем только у двоих (0,96%) снизилась асимметрия по обоим показателям.



**Рис. 92. Динамика асимметрии систолического давления: 1 – показатели в середине дня, 2 – утренние показатели, 3 – вечерние показатели. П – подъем, С – соревнования, СП – спуск**



**Рис. 93. Динамика асимметрии диастолического давления:**  
 1 – показатели в середине дня, 2 – утренние показатели, 3 – вечерние показатели. П – подъем, С – соревнования, СП – спуск

Под воздействием нагрузок асимметрия увеличивается, а при восстановлении снижается. Так, всплески асимметрии систолического и диастолического давления совпадают с днями максимальных нагрузок (5-ый, 8-ой, 11-ый), то есть наблюдаются в дни проведения соревнований.

Предстартовые показатели (утро этих дней) также выше обычных. Причем наибольшие изменения приходятся на первое соревнование. Все это в совокупности позволяет сделать вывод: изменение внешних условий, предстоящие соревнования и утомление в видах спорта, оказывающих симметрирующее воздействие, приводят к увеличению асимметрии артериального давления. Вместе с тем цикл симметрирующих нагрузок в условиях восстановления снижает асимметрию как систолического, так и диастолического давления ( $p < 0,05$ ).

Координированность движений рукой вправо и влево также испытывает влияние перепада атмосферного давления, асимметрия здесь увеличивается. Однако в ответ на симметрирующую работу точность выполнения координированных движений доминантной и субдоминантной конечностью уменьшается, что приводит к уменьшению асимметрии (5, 8, 11-й дни).

В период восстановления точность «ведущей» руки возрастает более высокими темпами, и это обуславливает увеличение асимметрии. Асимметрия силы кистей не изменяется ( $p > 0,05$ ) ни при подъеме, ни при спуске. В условиях адаптации под воздействием упражнений данный показатель повышается, а при восстановлении снижается. Это доказывается характером динамики во время максимальной нагрузки (5, 8, 11-й дни). Воздействие цикла симметрирующих нагрузок привело к уменьшению асимметрии по сравнению с исходным уровнем ( $p < 0,05$ ). Характер изменения асимметрий в точности ударов при нагрузке

совпадает с изменениями разности силы кистей. Однако эти показатели реагируют на изменение высоты снижением асимметрии. Причем показатели левой руки остаются практически неизменными ( $p > 0,05$ ), а правой – достоверно снижаются ( $p < 0,05$ ).

В суточной периодике изменения дневных и вечерних показателей асимметрии совпадают и отражают характер срочной адаптации по закону обратного реагирования. То есть при симметрирующем воздействии вечерние и дневные показатели асимметрии увеличиваются. Утренние пробы отражают характер длительной адаптации и совпадают с направлением воздействия (при симметрирующей нагрузке – снижение асимметрии, и наоборот). Анализ полученных данных свидетельствует о том, что утверждение о провоцировании асимметрии необычными условиями деятельности не совсем корректно. Одно и то же явление для разных функций организма может выступать и как стимулятор асимметрии, и как симметрирующий, и как нейтральный фактор. В частности, предстоящие соревнования по непривычной спортивной дисциплине провоцируют асимметрию артериального давления и являются нейтральным фактором относительно точности ударов, быстроты и силы, а воздействие специальных упражнений лыжников одновременно снижает асимметрию в силе кистей, быстроте и стимулирует – в координации движений рук.

В условиях срочной адаптации чрезмерная нагрузка в доминантную сторону приводит к значительному утомлению спортсмена, что тормозит обучение двигательным действиям или процесс совершенствования двигательных навыков. Это доказывается рядом исследователей (Е.К. Аганянц с соавт., 2000; Н.А. Фомин, В.П. Филин, 1986 и др.). Избежать чрезмерного утомления в видах спорта, предполагающих систематическое использование одной стороны тела (метание диска и копья, толкание ядра, фехтование и др.), можно, если включать в систему тренировочных средств упражнения, выполняемые субдоминантной стороной тела.

Принципиальная возможность достижения эффекта активного отдыха при молатеральных нагрузках доказана И.М. Сеченовым. Однако остается открытым вопрос: при каких нагрузках и в каком объеме включать в тренировочный урок упражнения в неудобную сторону? Для ответа на него было проведено 2 взаимосвязанных эксперимента, в которых приняли участие 38 юношей 18-20 лет, занимающихся различными видами спорта. Выявлялись изменения показателей силы кистей, быстроты одиночного движения, теппинг-тест правой и левой рукой при двукратной стандартной (2 Вт/кг веса) и прогрессирующей (5мин – 0,5 Вт/кг веса через каждые 3 мин) нагрузках на «ведущую» руку при пассивном и активном (работа с небольшой, по собственному выбору интенсивностью) отдыхе. Длительность отдыха составляла 20-30-40% времени активной работы. Нагрузка задавалась на велоэргометре типа

ВЭ-0,1. Анализ показал отсутствие достоверных изменений изучаемых показателей при 20% длительности активного отдыха как при стандартной, так и при прогрессирующей нагрузке.

При стандартной нагрузке наиболее эффективным оказался промежуток активного отдыха равный 40% длительности работы. Пассивный отдых приводит к снижению изучаемых показателей как после первой, так и после второй нагрузки. Активный отдых также не обеспечивает полного восстановления.

Нагрузка на правую руку приводит к уменьшению показателя асимметрии. Активный отдых после нагрузки способствует не только улучшению силовых показателей, но и сохранению первоначального уровня асимметрии. Подобный характер изменений сохраняется и при выполнении теппинг-теста, хотя различия между исходным и конечным уровнем при активном отдыхе достоверны при  $p < 0,05$ . В степени восстановления после прогрессирующей нагрузки при 30- и 40-процентном активном отдыхе достоверных различий обнаружено не было ( $p > 0,05$ ). Это позволяет говорить о достаточности 30% объема нагрузки в субдоминантную сторону в условиях тренировочного урока для достижения эффекта активного отдыха. При активном отдыхе восстановление происходит быстрее и у большего количества занимающихся. Полученные данные свидетельствуют о необходимости использования субдоминантной конечности в тренировочном процессе в видах спорта, требующих выполнения молатеральных двигательных действий.

#### **4.6. Влияние режимов учебной деятельности на физическое состояние и проявление симметрии-асимметрии**

В настоящее время вопрос влияния новых образовательных технологий на растущий и развивающийся организм младших школьников по-прежнему остается недостаточно изученным.

Современный инновационный учебный процесс своей технологией, объемом информации, спецификой физиолого-гигиенической организации занятий предъявляет к учащимся большие требования, которые, как правило, выходят за пределы адаптационных и функциональных возможностей ученика, особенно в младшем школьном возрасте. Такое несоответствие социальных, образовательных и биологических программ развития приводит к перенапряжению организма, снижению резервов его систем, ухудшению биологической надежности и, как следствие, к нарушению процессов роста и формообразования. Все это не может не сказаться отрицательно на дефинитивных показателях организма, состоянии здоровья и успешности обучения. Поэтому своевременное внедрение в систему образовательных учреждений рациональных технологий обучения может значительно уменьшить информационные и психоэмоциональные перегрузки.

Осуществлено лонгитюдинальное исследование психофизиологического развития ребенка в условиях интеграции новых образовательных и физкультурно-оздоровительных технологий и дана комплексная системная оценка влияния суммирующего объема интенсивных умственных и физических нагрузок на естественный ход онтогенеза.

Эксперимент проводился совместно с А.В. Шахановой и М.М. Хасановой на базе начальной школы № 29 города Майкопа. В нем приняло участие 129 детей второго класса, которые были задействованы в эксперименте тогда, когда обучались в первом классе.

Экспериментальная унифицировано–дифференцированная программа физического воспитания младших школьников включала следующие направления: оздоровительно-образовательное, телесно-развивающее, тренировочное и оздоровительно-спортивное. При этом в программе доминировал оздоровительно-образовательный аспект. Воспитание двигательных способностей шло по двум основным линиям. Одна из них связана преимущественно с последовательным, систематическим решением в ежедневном режиме двигательных задач по формированию двигательных умений. Другая связана с продолжительным (в течение 1 месяца) углубленным разучиванием отдельных сложных двигательных действий с целью выработки достаточно прочных двигательных навыков и обеспечения значительного тренировочного эффекта, необходимого для избирательно направленного развивающего воздействия на те или иные физические способности (силу, быстроту, выносливость, гибкость, координацию движений).

Принимая во внимание массу накопленных знаний в области изучения влияния учебной и физической нагрузок на организм младших школьников, необходимо отметить некоторые противоречия и расхождения в фактах и их объяснении. Недостаточно изучен эффект от интенсификации учебной и двигательной деятельности, а следовательно, недостаточно раскрыты механизмы адаптации к повышенной нагрузке в условиях принципиально новых концептуально-методологических основ школьного образования.

Проведенный анализ медицинских карт детей, обучающихся в условиях развивающей образовательной среды, позволил выявить среди всего обследуемого массива более чем 80% детей с функциональными отклонениями в состоянии здоровья.

Отмечен особенно большой процент нервно-вегетативных нарушений. У 30-40% учащихся есть отклонения в работе сердечно-сосудистой системы. При этом у девочек выявлен рост нарушений сердечно-сосудистой деятельности во втором классе в районе 11,1%. У мальчиков наблюдается противоположная картина – снижение числа учащихся с повышенным артериальным давлением; на втором

месте находятся функциональные нарушения желудочно-кишечного тракта; на третьем месте – аллергические реакции.

Больше 40% детей, занимавшихся по системе Л.В. Занкова, чаще 4 раз в год болеют ОРЗ и ОРВИ. Данный факт может являться результатом снижения иммунореактивности вследствие общего ослабления организма на фоне переутомления.

По анамнезу из медицинских карт учащихся можно заключить, что в условиях повышенной двигательной активности на первом месте находятся нарушения нервной системы: 95% против 92,5% в условиях традиционной организации двигательной активности.

Боли и неприятные ощущения в области сердца, сердцебиения, перебои, а также повышение артериального давления отмечены у 42% детей (против 40,7% в условиях стандартной двигательной активности).

Расширенный двигательный режим позволяет значительно повысить устойчивость к аллергическим воздействиям.

Нарушения желудочно-кишечного тракта отмечены у 71% детей (против 59% в условиях стандартной двигательной активности). Таким образом, введение интенсивного двигательного режима усугубляет рост числа заболеваний пищеварительного тракта.

В целом функциональное состояние детей в условиях инновационных образовательных и двигательных моделей проблематично, несмотря на то что в экспериментальной школе регулярно осуществляют компенсаторно-санаторное лечение учащихся.

Таким образом, имея низкий уровень здоровья перед поступлением в школу, в процессе систематического обучения, в условиях постоянной перегрузки учебными занятиями (по 5-6 уроков ежедневно) дети утрачивают его еще больше. Поэтому на начальных этапах обучения должны быть компенсированы недостатки в подготовке детей к переходу в школу, созданы условия для легкой их адаптации. Необходим период, когда происходило бы введение ребенка в обучение.

Сравнительный анализ показателей длины, массы тела, окружности грудной клетки у учащихся 7-8 лет со стандартными нормативами в оценочных таблицах показал, что при традиционных и инновационных обучающих программах фактическое развитие сравниваемых соматических показателей оценивается во всех классах как «среднее».

При увеличении объема двигательной активности соматические показатели были выше, но темпы прироста массы тела в годовой динамике ниже, особенно у мальчиков. Данный факт указывает, что суммирующий объем физических и умственных нагрузок вызывает большее напряжение механизмов энергоснабжения.

Проведенная в начале учебного года вне учебной и физической нагрузок (до занятий) индивидуальная оценка адаптационного потенциала системы кровообращения показала, что во втором классе с расширенным двигательным режимом отсутствовал контингент детей с неудовлетворительным характером адаптации (табл. 31).

Таким образом, регулярная мышечная деятельность в контексте интенсивных учебных занятий не приводит к снижению адаптивных возможностей и развитию утомления. Известно, что нарастание проявления утомления может вести к постепенному снижению степени адаптации организма к учебным и физическим нагрузкам (В.П. Казначеев с соавт., 1976; Р.А. Калюжная, 1977).

Однако нельзя забывать, что адаптационный потенциал – это интегральный показатель, зависящий от уровня функционирования всех звеньев сердечно-сосудистой системы.

Поэтому нельзя исключить, что поддержание адаптивных возможностей на столь высоком уровне осуществляется за счет определенного напряжения отдельных параметров сердечно-сосудистой системы, а также регуляторных систем и прежде всего центральной нервной системы (Р.А. Калюжная, 1977).

В классе с традиционным двигательным режимом к концу учебного года удовлетворительный уровень адаптации был зарегистрирован у 82,6% детей, тогда как у 17,4% детей (против 4,3% в начале учебного года) отмечено напряжение механизмов адаптации. Это свидетельствует о неблагоприятной тенденции изменения состояния организма у определенной части детей к концу учебного года при интенсивном режиме учебных нагрузок и ограничении двигательной деятельности. Имеется риск снижения функциональных возможностей организма. Этим детям нужно отнести к группе риска, так как у них даже при отсутствии нагрузки выявляют ранние признаки развития предпатологических явлений, которые могут перерасти в стабильные хронические формы, если не проводить оздоровительно-профилактические мероприятия.

Известно, что система кровообращения является индикатором состояния здоровья ребенка и адаптационных возможностей организма в целом. Рядом авторов функциональное состояние таких детей определяется как донологическое при отсутствии выраженных специфических отклонений в состоянии здоровья.

Чем больше величина АП, тем ниже адаптационные возможности. Хотя среднестатистические величины абсолютизируют количественную оценку функциональных возможностей организма и не всегда отражают сущностные характеристики возрастных преобразований, нивелируя индивидуальные особенности, тем не менее, определение среднестатистических параметров позволяет решать ряд практических задач и определять адаптивную направленность.

Таблица 31.

**Показатели ( $M \pm m$ ) адаптационного потенциала (АП) системы кровообращения у учащихся 2-го класса  
в динамике учебного года при различных формах организации физического воспитания  
(2Б –ЭР; 2В – ТР) в условиях развивающего обучения по программе Л.В.Занкова**

Класс	Пол /число обследован	Время	АД (мм рт. ст.)		ЧСС уд/мин	Индекс адаптации	Норм. масса тела (нм, кг)	Дельта м $\Delta M$	Индекс Б	АП
			Max	min						
2 Б	М n =10	осень	92,9 $\pm$ 2,3	60,3 $\pm$ 2,1	94,2 $\pm$ 3,9	186,6 $\pm$ 3,9	30,1 $\pm$ 0,8	1,4 $\pm$ 1,6	-13,7 $\pm$ 3,9	1,7 $\pm$ 0,04
2 Б	М n =9	весна	94,3 $\pm$ 1,3	55,7 $\pm$ 1,9	94,3 $\pm$ 3,7	188,0 $\pm$ 3,7	30,6 $\pm$ 0,9	0,8 $\pm$ 1,7	-14,9 $\pm$ 3,8	1,7 $\pm$ 0,1
2 Б	Д n =13	осень	85,4 $\pm$ 2,1**	54,2 $\pm$ 1,6*	98,5 $\pm$ 3,1*	177,5 $\pm$ 5,1	29,2 $\pm$ 0,7	-0,9 $\pm$ 0,7	-13,5 $\pm$ 2,3	*1,4 $\pm$ 0,1
2 Б	Д n =10	весна	83,4 $\pm$ 2,3**	49,3 $\pm$ 2,2**	80,8 $\pm$ 4,8*	168,4 $\pm$ 4,2	31,8 $\pm$ 0,8	-3,7 $\pm$ 1,1	-32,2 $\pm$ 4,7	*1,3 $\pm$ 0,1
2 В	М n =6	осень	94,8 $\pm$ 4,2	55,2 $\pm$ 2,1	98,8 $\pm$ 4,6	190,5 $\pm$ 7,3	28,3 $\pm$ 1,1	0,4 $\pm$ 1,5	-13,2 $\pm$ 1,8	1,8 $\pm$ 0,1
2 В	М n =6	весна	103,2 $\pm$ 5,2	61,5 $\pm$ 4,7	96,2 $\pm$ 9,2	203,8 $\pm$ 9,8	28,8 $\pm$ 1,4	-0,6 $\pm$ 2,02	-17,7 $\pm$ 5,5	1,9 $\pm$ 0,1
2 В	Д n =17	осень	88,5 $\pm$ 2,9**	58,6 $\pm$ 2,3*	89,3 $\pm$ 5,1**	181,8 $\pm$ 6,1	28,8 $\pm$ 0,7	-0,9 $\pm$ 1,7	-22,6 $\pm$ 4,7	**1,5 $\pm$ 0,1
2 В	Д n =17	весна	98,0 $\pm$ 3,8**	57,8 $\pm$ 3,02**	85,5 $\pm$ 5,8**	194,8 $\pm$ 7,3	30,4 $\pm$ 0,7	-1,5 $\pm$ 1,9	25 $\pm$ 5,6	1,7 $\pm$ 0,1

*Примечание: \* – различия в показателях АП между мальчиками и девочками достоверны при  $p < 0,05$ ; \*\* - достоверны при  $p < 0,01$ ; различия по сравнению с исходным уровнем в начале учебного года достоверны только у девочек, обучавшихся в классе с традиционным двигательным режимом ( $p < 0,05$ ).*

Анализ годовой динамики АП показывает как у мальчиков, так и у девочек, независимо от объема их двигательной активности, удовлетворительную степень адаптации к условиям повседневной деятельности. Это позволяет оценить режим обучения во 2 классе как адекватный функциональным возможностям сердечно-сосудистой системы учащихся данного возрастного периода. Но всё-таки более стабильное функциональное состояние сердца и сосудов наблюдалось к концу учебного года у девочек и мальчиков, обучавшихся в классе с расширенным двигательным режимом, тогда как в классе с традиционным режимом отмечался некоторый спад функциональной активности сердечно-сосудистой системы в условиях относительного покоя, о чем свидетельствует увеличение АП к концу учебного года как у девочек ( $p < 0,05$ ), так и у мальчиков ( $p < 0,05$ ).

Независимо от характера двигательной активности у всех обследуемых девочек отмечены достоверно лучшие ( $p < 0,01$ ) оценки АП. Это указывает на более высокую адаптивную способность организма девочек, в отличие от мальчиков, к ранним интенсивным умственным нагрузкам. При этом величина и направленность адаптационного потенциала при динамическом наблюдении у девочек, обучавшихся в условиях повышенного объема учебных и физических нагрузок, свидетельствуют о благоприятной тенденции изменения уровня здоровья. К концу учебного года величина адаптационного потенциала у них даже несколько снизилась ( $p < 0,05$ ), что отражает более высокую сопротивляемость организма к утомлению при обучении по развивающим программам.

Для детей с ухудшением показателей адаптационного потенциала, которое четко проявляется к концу года даже при отсутствии нагрузок функционального характера, требуется пересмотреть существующую в данной школе программу оздоровительно-профилактических мероприятий. Объем и интенсивность физических упражнений не должны вызывать гиперкинезию, которая может привести к перенапряжению механизмов адаптации и ухудшить состояние здоровья детей. Адекватность нагрузок возрасту, полу, напротив, будет способствовать благоприятной направленности изменения величины АП в динамических наблюдениях.

Анализ результатов показал, что в начале учебного года во 2-м классе у школьников, обучавшихся по программе Л.В. Занкова в условиях расширенного двигательного режима, отсутствовали достоверные различия вне нагрузки в величинах ЧСС, СО и МОК ( $p > 0,05$ ) между мальчиками и девочками (табл. 32, 33). Вместе с тем несколько более высокие ( $p > 0,05$ ) показатели ЧСС и МОК отмечены у девочек по сравнению с мальчиками этого класса на фоне более низких значений СО. На снижение у девочек систолического объема косвенно

указывает и более низкий уровень пульсового давления (ПД) (табл. 34). Как правило, при уменьшении мощности сердечных сокращений систолический объем падает. В этом случае повышение ЧСС является важным адаптационным механизмом увеличения МОК. Отсюда следует, что основным типом адаптации сердца девочек в возрасте 8 лет является его хронотропная реакция при малом приросте инотропной.

В целом, базальные значения изучаемых параметров гемодинамики в начале года у обследованных школьников второго класса, занимавшихся в условиях сенсорно-моторной обогащенной среды, свидетельствуют о более высоких функциональных возможностях ССС у мальчиков. В этой связи необходимо подчеркнуть, что более высокое значение МОК у девочек по сравнению с мальчиками в большей степени обеспечивалось не за счет величины СО, а за счет ЧСС. Известно, что лимитирующим звеном при физической и умственной работе является именно увеличение ЧСС и уменьшение СО (И.О. Тупицин, 1982; В. Saltin, 1964).

К концу учебного года ЧСС у мальчиков практически осталась на том же уровне, но при этом значительно возросло ПД (с  $32,6 \pm 1,0$  мм рт. ст. до  $38,6 \pm 1,9$  мм рт. ст.,  $p < 0,01$ ). Это связано с тем, что АД<sub>max</sub> незначительно возросло ( $p < 0,05$ ), а АД<sub>min</sub> значительно снизилось ( $p < 0,01$ ). Такая направленность изменения АД<sub>max</sub> указывает на то, что не произошло существенного увеличения систолического объема крови. Это подтверждается динамикой показателей СО и МОК.

Величины СО и МОК резко снижаются у мальчиков к концу учебного года ( $p < 0,01$ ). Последнее в известной мере отражает процессы соотношения механических и метаболических проявлений сердечной функции: у них оказываются к концу года несколько замедленными метаболические сдвиги, обеспечивающие срочный эффект адаптации.

Следует заметить, что в конце года, равным образом как и в начале года, абсолютные величины СО и МОК у мальчиков, как и у девочек из класса с экспериментальной моделью физического воспитания, были значительно выше не только по сравнению с детьми из класса с традиционным двигательным режимом, но и выше существующих в физиологической практике нормативных величин (С.Б. Тихвинский, 1991). Значит, они изначально имели высокие функциональные возможности сердечно-сосудистой системы. Тем не менее, к концу года адаптивная ситуация у детей в условиях расширенного двигательного режима существенно ухудшилась на фоне прогрессирующей кумуляции утомления.

Таблица 32.

**Показатели ( $M \pm m$ ) функционального состояния сердечно-сосудистой системы и годовой адаптивности учащихся 2-го класса в условиях организации раннего развивающего обучения по Л.В.Занкову при экспериментальном (2Б) и традиционном (2В) двигательных режимах**

КЛАСС	ПОЛ / ЧИСЛО ОБСЛЕДОВАННЫХ	ВРЕМЯ ИССЛЕДОВАНИЯ	АД МАХ (ММ РТ. СТ.)			АД МИН (ММ РТ. СТ.)			ЧСС (УД/МИН)			ПД (ММ РТ. СТ.)			ТЕСТ РУФЬЕ	ПКР
			ДО НАГРУЗКИ	(±) ОТКЛ. ОТ НОРМЫ	ПОСЛЕ НАГРУЗКИ	ДО НАГРУЗКИ	(±) ОТКЛ. ОТ НОРМЫ	ПОСЛЕ НАГРУЗКИ	ДО НАГРУЗКИ	(±) ОТКЛ. ОТ НОРМЫ	ПОСЛЕ НАГРУЗКИ	ДО НАГРУЗКИ	(±) ОТКЛ. ОТ НОРМЫ	ПОСЛЕ НАГРУЗКИ		
2Б	М N=10	ОСЕНЬ	92,9± 2,3	-2	102,2± 1,6	50,00± 2,1	+9,4	60,3± 1,5	94,2± 3,9	+13,4	112,2± 2,8	32,6± 1,0	+30,9	59,9± 2 ,1	19,0± 0,9	0,6±0,2
2Б	М N=10	ВЕСНА	94,3± 1,3	-5,1	102,2± 2,7	55,7± 1,8*	-3,5	57,0± 2,8**	94,3± 3,7	+16,4	111,4± 4,4	38,6± 1,9**	+55,6	51,5± 2,1**	17,2± 1,5	1,2± 0,9**
2Б	Д N=12	ОСЕНЬ	**86,6±2, 5	-13,4	*98,6± 2,3	*55,0±1,9	-17	57,2± 2,1	*98,1± 3,5	+15,4	111,8± 3,8	31,6± 1,4	+1,2	**41,4±1,7	17,8± 1,2	0,8± 0,2
2Б	Д N=12	ВЕСНА	**83,4±2, 2	-17,5	**101,9±2, 5**	**49,3±2, 2**	-15,6	54,0± 2,2*	**80,8±4, 8**	-2,7	97,6± 6,4*	*34,1±1,7	+28,6	**35,9±1,8 **	**14,0± 0,9**	**0,5± 1,0*
2В	М N=8	ОСЕНЬ	94,8± 4,2	-1,6	99,8± 3,8	55,3± 2,1	+0,5	59,6± 1,6	95,8± 4,8	+8,4	104,5± 4,1	37,4± 1,8	+55,8	40,2± 1,5	9,3± 1,1	0,4±1,2
2В	М N=8	ВЕСНА	83,8± 4,9**	-14,7	89,7± 1,8**	48,6± 1,9**	-14,9	48,7± 1,7	86,1± 6,4**	+6,2	104,5± 3,3	35,2± 1,7	-38,5	41,0± 1,6	8,4± 0,8	0,4±0,1
2В	Д N=18	ОСЕНЬ	90,3± 3,1	-9,7	101,4± 2,4	57,7± 2,2	+3,2	*56,6±1,9	*88,2± 4,9	+3,7	**111,4±2, 9	*32,6±1,4	+22,0	37,8± 1,8	9,0± 0,7	0,4±0,2
2В	Д N=18	ВЕСНА	98,0± 3,2**	-19,8	106,4± 3,1**	**57,8± 3,01**	-13,2	**57,6±1, 9**	*90,0± 4,7		105,6± 3,5	**29,5±0, 9*	+13,4	**33,8±1,5 **	9,1± 3,2	0,4±0,2

ПРИМЕЧАНИЕ: (СЛЕВА)\* – ДОСТОВЕРНОСТЬ РАЗЛИЧИЙ  $P < 0,05$  В ПРЕДЕЛАХ ОДНОЙ ВОЗРАСТНО-ПОЛОВОЙ ГРУППЫ В НАЧАЛЕ И В КОНЦЕ ГОДА; \*\* -  $P < 0,01$ ;  
(СПРАВА)\* – ДОСТОВЕРНОСТЬ РАЗЛИЧИЙ  $P < 0,05$  МЕЖДУ МАЛЬЧИКАМИ И ДЕВОЧКАМИ ОДНОГО КЛАССА В РАЗЛИЧНЫЕ ПЕРИОДЫ ГОДА; \*\* -  $P < 0,01$ .

Таблица 33.

**Показатели ( $M \pm m$ ) функциональных и адаптивных возможностей сердечно-сосудистой системы в динамике учебного года у учащихся 2-го класса в условиях развивающего обучения по Л.В.Занкову при традиционном режиме двига-тельной активности**

КЛАСС	ПОЛ /ЧИСЛО ОБСЛЕД.	ВРЕМЯ	КВ		ВИ		СО (МЛ)		МОК (Л/МИН)	
			ДО НАГРУЗКИ	ПОСЛЕ НАГРУЗКИ	ДО НАГРУЗКИ	ПОСЛЕ НАГРУЗКИ	ДО НАГРУЗКИ	ПОСЛЕ НАГРУЗКИ	ДО НАГРУЗКИ	ПОСЛЕ НАГРУЗКИ
2Б	М N=10	ОСЕНЬ	2,6±0,3	2,8±0,2	35,5±3,1	46,6±1,9	77,1±1,6	71,2±1,5	7,2±0,4	7,9±0,3
2Б	М N=10	ВЕСНА	2,5±0,1	2,6±0,1	41,8±2,9	49,1±4,2	70,1±1,4**	66,8±2,8**	6,5±0,2	7,3±0,3
2Б	Д N=13	ОСЕНЬ	*2,8±0,4	2,7±0,1	**44,1±1,8	46,9±2,3	75,9±0,8	73,1±1,6	7,3±0,2	8,0±0,2
2Б	Д N=13	ВЕСНА	*2,2±0,2*	2,4±0,4**	**27,5±8,5**	**36,5±3,0**	72,2±1,9**	**72,5±2,7	*5,6±0,2	7,1±0,6

ПРИМЕЧАНИЕ: \*(СЛЕВА) – ДОСТОВЕРНОСТЬ РАЗЛИЧИЙ ПРИ  $P < 0,05$  В ПРЕДЕЛАХ ОДНОЙ ВОЗРАСТНО-ПОЛОВОЙ ГРУППЫ В НАЧАЛЕ И В КОНЦЕ УЧЕБНОГО ГОДА;

\*\* –  $P < 0,01$ ;

\*(СПРАВА) – ДОСТОВЕРНОСТЬ РАЗЛИЧИЙ  $P < 0,05$  МЕЖДУ МАЛЬЧИКАМИ И ДЕВОЧКАМИ ОДНОГО КЛАССА В РАЗЛИЧНЫЕ ПЕРИОДЫ ГОДА;

\*\*–  $P < 0,01$ .

Таблица 34.

**Показатели ( $M \pm m$ ) функциональных и адаптивных возможностей сердечно-сосудистой системы в динамике учебного года у учащихся 2-го класса в условиях развивающего обучения по Л.В.Занкову при традиционном режиме двигательной активности**

Класс	Пол /число обслед.	Время	КВ		ВИ		СО (МЛ)		МОК (Л/МИН)	
			до нагрузки	после нагрузки	до нагрузки	после нагрузки	до нагрузки	после нагрузки	до нагрузки	после нагрузки
2В	М N=7	осень	2,7±0,4	2,7±0,2	41,1±4,0	43,0±3,2	52,3±3,0	50,4±2,8	4,9±0,4	5,2±0,4
2В	М N=7	весна	2,6±0,4	2,7±0,2	42,1±6,2	53,5±2,8	69,3±2,6**	65,3±2,4**	5,9±0,6	6,7±0,3
2В	Д N=18	осень	2,8±0,2	3,1±0,2	**30,4±5,9	43,5±2,1	**46,8±1,4	**74,1±1,6	4,0±0,2	**8,2±0,3
2В	Д N=18	весна	3,2±0,2	3,4±0,2	41,5±3,3**	47,5±1,1	**72,8±1,0**	72,4±1,2	6,2±0,3**	7,4±0,2

ПРИМЕЧАНИЕ: \*(СЛЕВА) – ДОСТОВЕРНОСТЬ РАЗЛИЧИЙ ПРИ  $P < 0,05$  В ПРЕДЕЛАХ ОДНОЙ ВОЗРАСТНО-ПОЛОВОЙ ГРУППЫ В НАЧАЛЕ И В КОНЦЕ УЧЕБНОГО ГОДА; \*\* –  $P < 0,01$ ;

\*(СПРАВА) – ДОСТОВЕРНОСТЬ РАЗЛИЧИЙ  $P < 0,05$  МЕЖДУ МАЛЬЧИКАМИ И ДЕВОЧКАМИ ОДНОГО КЛАССА В РАЗЛИЧНЫЕ ПЕРИОДЫ ГОДА; \*\* –  $P < 0,01$ .

Результаты тестирования это подтверждают. Показатели теста Руфье и ПКР, используемые для интегральной оценки функциональных возможностей ССС при мышечной деятельности, были также несколько ухудшены у мальчиков к концу учебного года. Следует подчеркнуть, что вегетативное равновесие при этом не менялось, так как показатели ЧСС до и после нагрузки находились на стабильном уровне в течение учебного года.

Вопреки традиционному мнению, получены убедительные данные, что у мальчиков и девочек 2-го класса, занимавшихся по системе Л.В. Занкова, независимо от двигательного режима обучения учебная нагрузка к концу года вызывает снижение сосудистого тонуса. Это следует из динамики АД<sub>min</sub> в течение учебного года. Лишь у части учеников (30% среди мальчиков и 16,6% среди девочек) наблюдается повышение сосудистого тонуса, что свидетельствует об особенно выраженном у этой категории детей «школьном стрессе» (Р.А. Калюжная, 1977). При этом более высоким уровнем адаптации обладают девочки, имевшие повышенный объем двигательной активности в течение учебного года.

Цикл исследований, проведенный с применением стандартных физических нагрузок, показал, что к концу учебного года в условиях физических нагрузок МОК у мальчиков из класса с экспериментальной моделью физического воспитания увеличился достоверно в 1,1 раза ( $p < 0,05$ ). Однако произошло это в основном за счет ЧСС, тогда как величина СО, наоборот, имела ярко выраженную тенденцию к снижению ( $p < 0,01$ ). Весьма сходная картина наблюдалась у мальчиков и в начале учебного года.

Все вышеизложенное говорит о напряженном функционировании сердечно-сосудистой системы у мальчиков во все периоды учебного года и особенно в конце года на фоне суммирующего объема учебных и физических нагрузок.

У девочек наблюдался более рациональный тип работы сердца. В частности, у них зарегистрированы более высокие значения СО и МОК. Показатели теста Руфье и ПКР также указывают на более высокие рабочие возможности девочек. Наиболее ярко это проявляется в весенний период.

Можно заключить, что у девочек под влиянием суммирующего объема нагрузок в условиях интенсивной умственной и мышечной деятельности совершенствуются адаптационные механизмы, и они лучше приспособляются не только к физическим, но и к учебным нагрузкам. Тогда как у мальчиков на фоне активной познавательной и мышечной деятельности адаптационные перестройки сердечной деятельности в течение года происходили по менее благоприятному типу.

Изменение гемодинамических показателей у учащихся 2 класса, занимающихся также по программе Л.В. Занкова и в условиях традиционного двигательного режима, показывает, что в осенний период нет принципиальных различий в базальных показателях ЧСС у мальчиков. Тогда как у девочек, не занимавшихся регулярно физической культурой, исходные значения ЧСС были более низкие ( $88,2 \pm 4,9$  против  $98,1 \pm 3,5$  уд/мин у девочек с регулярными физическими нагрузками,  $p < 0,01$ ). К концу учебного года у мальчиков сохранялась та же тенденция в динамике ЧСС, а у девочек, не занимавшихся регулярно физической культурой, отмечались более высокие показатели ЧСС ( $p < 0,01$ ).

Это указывает, что рост преобладания вагусных влияний на сердце и совершенствование механизмов экономизации более выражены у девочек, обучавшихся в условиях постоянной гиперкинезии. Последнее подтверждается и более лучшими показателями у них ПКР во все обследуемые периоды учебного года.

Вместе с тем обращает на себя внимание тот факт, что как у мальчиков, так и у девочек, обучавшихся в условиях традиционного двигательного режима, были зарегистрированы лучшие показатели физической работоспособности в условиях теста Руфье.

Если у учащихся, занимавшихся регулярно физической культурой, работоспособность можно оценить как «плохую» и только у девочек к концу учебного как «удовлетворительную», то у не занимавшихся физической культурой учащихся работоспособность оценивается как «средняя» на фоне более низких показателей СО, МОК, ПКР. С физиологических позиций это означает, что столь высокий показатель работоспособности организм достигает в связи с высоким напряжением функции вегетативных физиологических систем и прежде всего сердечно-сосудистой, т.е. возрастает «энергетическая и физиологическая стоимость» физической работы. Это тоже достаточно тревожный симптом перенапряжения организма.

Однако при анализе индивидуальной динамики рабочих возможностей в условиях теста Руфье установлено, что к концу учебного года у девочек с повышенным двигательным режимом в 81,8% случаев приспособляемость к нагрузкам и функциональные возможности сердечно-сосудистой системы оцениваются как «хорошие и удовлетворительные». Практически это еще раз подтверждает благоприятный характер адаптации у девочек.

Исследования показали, что как у мальчиков, так и у девочек с повышенным уровнем двигательной активности СО практически не меняется в течение года,

оставаясь стабильно высоким. Тогда как у учащихся с традиционным двигательным режимом, напротив, наблюдалось резкое скачкообразное повышение СО к концу учебного года. Известно, что возраст 9 лет как у девочек, так и у мальчиков, является узловым в гемодинамике, когда отмечается значительный прирост СО ( $p < 0,01$ ). Надо полагать, что в условиях систематической мышечной деятельности идет несколько более раннее становление качественных преобразований функции кровообращения. По-видимому, СО у занимавшихся регулярно физическими упражнениями уже к началу второго класса достигает более высоких параметров и остается практически стабильным в течение года.

Вегетативный индекс Кердо (ВИ) (нормативные значения в приложении) у мальчиков в условиях систематической гиперкинезии составлял вне нагрузки в начале года  $35,5 \pm 3,1$ , а в конце –  $41,8 \pm 2,9$  ( $p < 0,01$ ). Как уже отмечалось выше, этот индекс отражает состояние вегетативного баланса и уровень функциональных возможностей сердечно-сосудистой системы.

В данном случае динамика показателя ВИ указывает на снижение рабочих возможностей сердца в течение года. После физической нагрузки ВИ значительно возрастает ( $p < 0,01$ ), особенно в конце учебного года, что характеризует низкие функциональные возможности и говорит о наличии напряжения регуляторных механизмов сердечной деятельности – резкого повышения тонуса симпатического звена. Тогда как симпатикотония подчеркивает недостаточную функциональную зрелость вегетативной нервной системы, а также недостаточную функциональную зрелость сердца и сосудов.

Другой показатель, отражающий выносливость сердечно-сосудистой системы (КВ), также указывает на низкие функциональные возможности сердечной деятельности мальчиков.

Такой комплексный интегральный подход к оценке сердечно-сосудистой системы позволяет сделать заключение о неблагоприятной адаптивной направленности развития сердца и сосудов у мальчиков на фоне интенсивной учебной и регулярной мышечной деятельности в режиме дня. Следует подчеркнуть, что у мальчиков в условиях традиционного двигательного режима показатель ВИ был даже несколько хуже в сравнении с мальчиками, имевшими иной двигательный режим. Особенно ярко это проявилось в конце года в условиях тестирующих физических нагрузок. У них также оказался хуже в условиях физических нагрузок показатель КВ к концу учебного года. Все это явно указывает на более низкие рабочие возможности сердечно-сосудистой системы у мальчиков, хотя регулярные занятия физическими упражнениями несколько

регулируют развитие тренированности и выносливости сердечно-сосудистой системы, тем не менее, необходимо внести определенные коррективы в структуру взаимодействия познавательной и двигательной деятельности у мальчиков в возрасте 8-9 лет.

У девочек, занимавшихся по интегральной программе, показатель ВИ в начале года был хуже, чем у мальчиков этого же класса. В то же время реакция сердца девочек на физическую нагрузку оценивается по нормативной таблице как нормативная, тогда как у мальчиков – как симпатикотоническая, т.е. менее благоприятная для организма.

Проведение физиолого-гигиенического анализа действующих программ развивающего обучения и физического воспитания школьников в возрасте 8-9 лет позволяет заключить, что такая интеграция активной образовательной и двигательной деятельности наиболее адекватна для девочек, тогда как для мальчиков требуется определенная коррекция данной формы обучения с учетом особенностей физиологического статуса их организма.

В процессе применения интенсивного режима двигательной деятельности в совокупности с активным учебным процессом происходит кумуляция утомления с естественной адекватной на него реакцией – торможением возбуждательных процессов. То есть непрерывное возбуждение одних и тех же функциональных систем приводит к запуску механизма охранительного торможения, предотвращающего переутомление.

Из сказанного ясно, что реализуемая в нашем исследовании модель двигательного режима лишь отчасти решает коррекционно-профилактические задачи. Необходим подбор адекватных упражнений для занятий физической культурой, которые способствовали бы, с одной стороны, компенсации «двигательного голода» ребенка, а, с другой – не вызывали бы перенапряжение организма, что также негативно влияет на образовательный процесс. При этом комплекс упражнений должен быть многообразен и динамичен в зависимости от роли и места урока физической культуры в режиме учебного дня.

По мнению Н.А. Зарубы с соавт. (1997), понятие эффективности учебной деятельности включает как характеристику успешности обучения, т.е. успеваемость, так и средство ее достижения индивидуумом. «Цена» деятельности, в том числе и учебной, – это общая сумма всех физиологических и психических затрат организма, обеспечивающая должный уровень освоения знаний, умений и навыков. Если она оказывается избыточно высокой, то для получения заданного результата требуется перенапряжение психофизиологических механизмов, что неизбежно может привести к нарушению

процессов роста и развития и отрицательно сказаться не только на физиологическом, но и социальном статусе в последующие годы. Поэтому, несмотря на массовую пропаганду развивающих форм обучения, необходимо отметить, что система обучения по Л.В. Занкову требует пересмотра некоторых ее положений, усовершенствования технологии преподавания и организации учебно-воспитательного процесса.

Исследования показали, что кардио-респираторная система является наиболее оперативно реагирующей системой на учебные и физические нагрузки. Абсолютные величины СО и МОК у учащихся из класса с экспериментальной моделью физического воспитания были значительно выше не только по сравнению с детьми из класса с традиционным двигательным режимом, но и выше существующих в физиологической практике нормативных величин. Базальные значения изучаемых параметров гемодинамики в начале года у обследованных школьников второго класса, занимавшихся в условиях сенсорно-моторной обогащенной среды, свидетельствуют о более высоких функциональных возможностях ССС у мальчиков, когда более высокое значение МОК у девочек, по сравнению с мальчиками, в большей степени обеспечивалось не за счет величины СО, а за счет ЧСС. Известно, что лимитирующим звеном при физической и умственной работе является именно увеличение ЧСС и уменьшение СО (С.Б. Тихвинский с соавт., 1991).

К концу учебного года показатели СО и МОК у мальчиков резко снижаются ( $p < 0,01$ ), происходит ухудшение адаптивной ситуации. Это в известной мере отражает процессы соотношения механических и метаболических проявлений сердечной функции, когда метаболические сдвиги оказываются несколько замедленными, а от этого зависит срочный эффект адаптации. Показатели теста Руфье и ПКР, используемые для интегральной оценки функциональных возможностей ССС при мышечной деятельности, были также ухудшены у мальчиков к концу учебного года. Тогда как у девочек наблюдался более рациональный тип работы сердца: у них зарегистрированы более высокие значения СО и МОК. Показатели теста Руфье и ПКР также указывают на более высокие рабочие возможности девочек в весенний период.

Можно заключить, что у девочек под влиянием суммирующего объема нагрузок в условиях интенсивной умственной и мышечной деятельности совершенствуются адаптационные механизмы, и они лучше адаптируются к суммарному объему физических и умственных нагрузок. Это указывает, что в условиях постоянной гиперкинезии рост преобладания вагусных влияний на сердце и совершенствование механизмов экономизации более выражены у

девочек. Последнее подтверждается и более лучшими показателями у них ПКР во все обследуемые периоды учебного года. Тогда как у девочек, не занимавшихся регулярно физической культурой, отмечался к концу учебного года рост напряжения сердечно-сосудистой системы.

Вегетативный индекс Кердо (ВИ), отражающий состояние вегетативного баланса и уровень функциональных возможностей сердечно-сосудистой системы, также указывает на снижение рабочих возможностей сердца у мальчиков к концу года. После физической нагрузки ВИ значительно возрастает, особенно в конце учебного года, что характеризует низкие функциональные возможности и указывает на напряжение регуляторных механизмов сердечной деятельности – резкое повышение тонуса симпатического звена.

Другой показатель, отражающий выносливость сердечно-сосудистой системы (КВ), показывает низкие функциональные возможности сердечной деятельности мальчиков.

В целом комплексный интегральный подход к оценке сердечно-сосудистой системы позволяет сделать заключение о неблагоприятной адаптивной направленности развития сердца и сосудов у мальчиков на фоне интенсивной учебной и регулярной мышечной деятельности в режиме дня. Следует подчеркнуть, что у мальчиков в условиях традиционного двигательного режима показатели ВИ, КВ были в конце учебного года хуже в сравнении с мальчиками, имевшими расширенный двигательный режим. Все это явно указывает на поиск оптимизации режимов двигательной активности, особенно для мальчиков. Регулярные занятия физическими упражнениями в контексте программы Л.В. Занкова несколько регулируют развитие тренированности и выносливости сердечно-сосудистой системы, но не снимают проблемы. Необходимо внести определенные коррективы в структуру взаимодействия познавательной и двигательной деятельности у мальчиков.

У девочек, выполнявших регулярную двигательную нагрузку при аналогичной образовательной программе отмечены достоверно лучшие ( $p < 0,01$ ) показатели адаптивного потенциала (АП). Величина и направленность адаптационного потенциала в годовой динамике у девочек свидетельствует о благоприятной тенденции изменения уровня здоровья, более высокой сопротивляемости организма к утомлению при обучении по Л.В. Занкову. Это указывает на более высокую адаптивную способность организма девочек, в отличие от мальчиков, к ранним интенсивным умственным и физическим нагрузкам.

Становится ясно, что неправильно подобранный режим обучения по инновационным моделям без учета возрастно-половых особенностей, исходного уровня состояния здоровья детей и биоритмальной кривой умственной и физической работоспособности ведет к резкому напряжению вегетативных центров регуляции к концу учебного года. Это находит подтверждение в работах разных авторов. В частности, О.А.Никифорова с соавт. (1997), определяя адекватность нагрузок предлагаемых системой современного образования, установили, что детям с III группой здоровья нежелательно обучение по инновационной программе с повышенными нагрузками в начальной школе. По мнению М.В. Антроповой (1995), в процессе напряженной умственной деятельности снижаются качественные и интегральные параметры умственной работоспособности, происходит резкое замедление зрительно-моторных и моторных реакций, повышается частота выхода хронотропных характеристик сердечного ритма за пределы зоны адаптивных изменений, наблюдаются низкие значения коэффициента эффективности кровообращения, что, бесспорно, отрицательно сказывается на уровне здоровья школьников, особенно детей с ослабленным здоровьем.

Как бы ни ратовали сейчас за образовательную направленность, за интеллектуализацию учебного процесса, реальным остается факт необходимости поиска путей расширения объема двигательной активности, особенно в контексте раннего интенсивного обучения. Это определяющее условие не только физического развития, состояния здоровья, но и успешности обучения. Мы разделяем позицию тех авторов, кто считает, что двигательная активность должна рассматриваться как элемент стиля жизни ребенка, как диагностический и прогностический инструментальный проблем оздоровления детей средствами физической культуры, как важнейшее средство естественного оздоровления (В.Д. Сонькин, В.В. Зайцева, 1998). Но при этом не менее определяющей является проблема нормирования двигательной активности.

Расчет вурфа окружности груди (табл. 35) и наблюдение за ее состоянием в течение учебного года показал, что показатель стабильно находится в зоне допустимых отклонений от идеального значения в обеих группах и в течение всего наблюдаемого периода.

Более того, индивидуальные разбросы значений вурфа также стабильны, о чем говорит неизменность величин квадратического отклонения.

Можно полагать, что вурф тотальных размеров тела, являющийся отражением состояния формы, определяет еще и уровень консервативности.

Таблица 35.

**Изменения показателя вурфа окружности груди и его процентное отклонение от идеального значения у участников эксперимента**

Группа	Пол	Показатели вурфа ( $X \pm g$ )				Достоверн. различий (P)
		Осень		Весна		
		W	% откл.	W	% откл.	
Экспериментальная	М	1,330 $\pm 0,018$	1,76 $\pm 0,40$	1,334 $\pm 0,028$	2,32 $\pm 0,43$	>0.05
	Д	1.336 $\pm 0.021$	2.10 $\pm 0.63$	1.336 $\pm 0.024$	2.10 $\pm 0.53$	>0.05
Контрольная	М	1.334 $\pm 0.019$	1.96 $\pm 0.59$	1.334 $\pm 0.020$	1.96 $\pm 0.71$	>0.05
	Д	1.338 $\pm 0.023$	2.21 $\pm 0.33$	1.335 $\pm 0.025$	2.0 $\pm 0.44$	>0.05

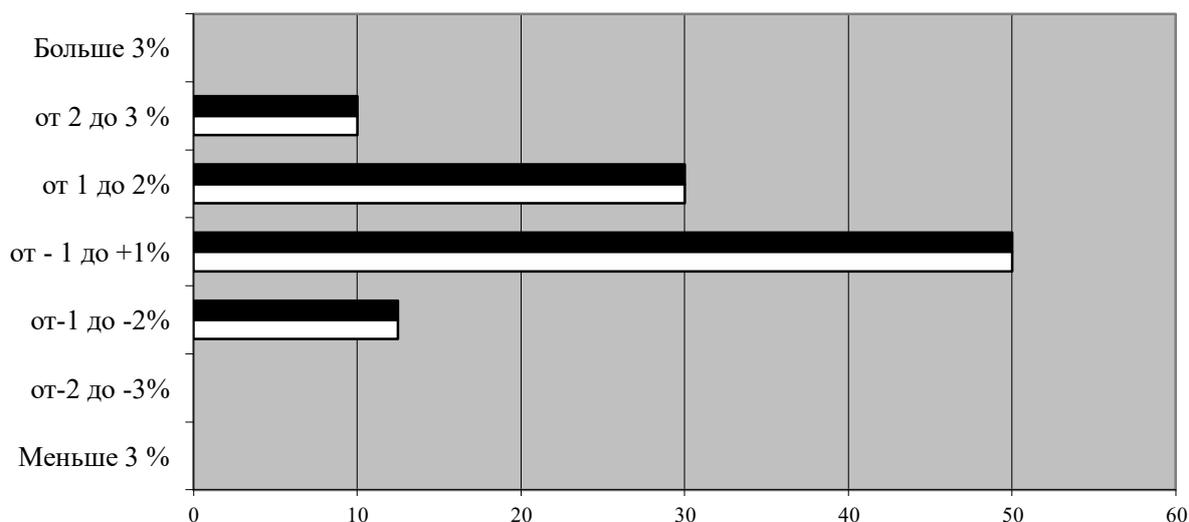
Поэтому каких-либо заметных изменений здесь не обнаруживается. Распределение детей по группам в зависимости от процента отклонения вурфа обхватных размеров от идеального значения показал:

1. Ни в одной группе за наблюдаемый период вурф не выходил за уровень трехпроцентного отклонения.

2. Все дети, попавшие в ту или иную группу, сохранили свою принадлежность к ней, за исключением одного мальчика, перешедшего из группы с отклонением от -1 до -2% в группу с отклонением от -2 до -3, а также одной девочки из экспериментальной группы, перешедшей из группы с отклонением  $\pm 1$ , в группу с отклонением от -1 до -2%. (Причины подобных единичных изменений W неясны, но, на наш взгляд, они объясняются возрастными изменениями соотношений размеров тела в ходе полового созревания.).

3. Подавляющее большинство детей попадает в группу с минимальным отклонением вурфа (в качестве примера на рисунке 94 представлены данные по распределению мальчиков-участников эксперимента по группам).

4. Количество детей, имеющих отклонение вурфа в сторону больших значений показателя, превышает количество тех, кто имеет более низкие значения показателя. Некоторая асимметричность в заполнении групп с такой же тенденцией наблюдается и по другим показателям вурфа в периоде восходящей ветви онтогенеза, затем эта асимметрия устраняется. Причину подобного явления установить не удалось.



**Рис. 94. Наполняемость групп по отклонению показателя вурфа обхвата груди у мальчиков экспериментальной группы**

Анализ показателя вурфа артериального давления в состоянии покоя (табл. 36) показывает, что:

1. Средние значения во всех группах и вне зависимости от времени учебного года находятся в пределах допустимого отклонения от идеальной величины.

2. Несмотря на отсутствие достоверных различий между показателями, полученными в разные периоды, все же отчетливо проявляется тенденция увеличения отклонения вурфа от идеального значения после напряженного учебного года. То обстоятельство, что обнаруженные изменения количественно недостоверны, на наш взгляд, является следствием недостаточности количества наблюдений и малой вариабельности признака.

И у мальчиков, и у девочек контрольной группы отклонения вурфа от идеального в конце учебного года более значительны, чем в экспериментальной (хотя это различие математической статистикой не подтверждается).

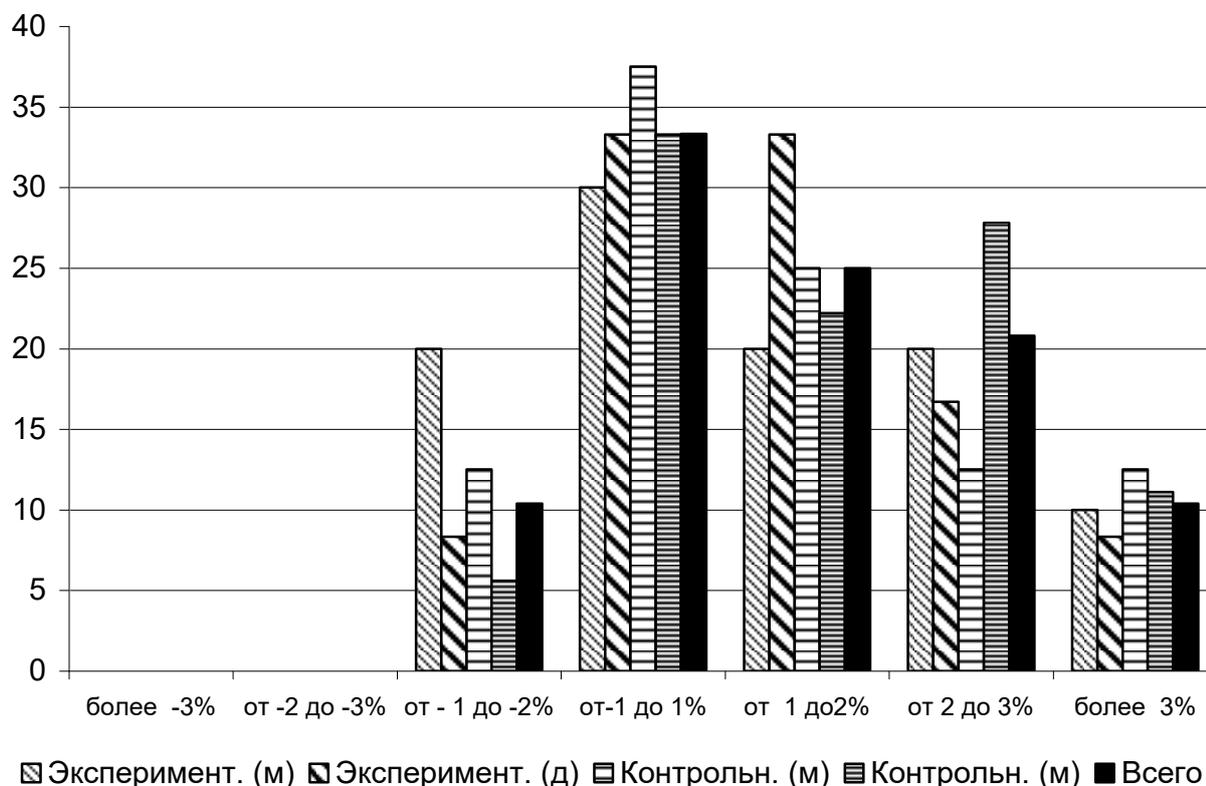
3. Относительно вурфа обхватных размеров вурф артериального давления более интенсивно изменяется, отражая тем самым возможности срочной изменчивости функций.

Распределение детей на группы по индивидуальному отклонению вурфа артериального давления в состоянии покоя осенью практически ничем не отличается от той картины, которую наблюдаем по вурфу обхвата груди. Однако весенние результаты имеют отличия (рис. 95).

Таблица 36.

**Средние показатели вурфа артериального давления и ее отклонения от идеального значения в покое и при дозированной физической нагрузке в периоды учебного года в экспериментальной и контрольной группах**

Группа	Пол	Показатели вурфа ( $X \pm g$ )							
		В состоянии покоя				После стандартной нагрузки			
		Осень		Весна		Осень		Весна	
		W	% откл.	W	% откл.	W	% откл.	W	% откл.
Экспериментальная	М	1,301 $\pm 0,21$	0,62 $\pm 0,82$	1,346 $\pm 0,32$	2,86 $\pm 1,14$	1,346 $\pm 0,94$	2,86 $\pm 2,11$	1,396 $\pm 1,06$	6,70 $\pm 2,03$
	Д	1,287 $\pm 0,06$	1,66 $\pm 1,12$	1,345 $\pm 0,26$	2,81 $\pm 1,74$	1,396 $\pm 0,98$	4,0 $\pm 3,07$	1,443 $\pm 1,13$	10,3 $\pm 3,1$
Контрольная	М	1,309 $\pm 0,38$	0,0 $\pm 1,8$	1,362 $\pm 0,28$	2,1 $\pm 1,33$	1,337 $\pm 0,74$	2,15 $\pm 1,84$	1,421 $\pm 1,87$	8,55 $\pm 2,81$
	Д	1,282 $\pm 0,36$	2,1 $\pm 0,73$	1,348 $\pm 0,67$	2,9 $\pm 1,4$	1,396 $\pm 0,82$	4,00 $\pm 1,95$	1,424 $\pm 1,64$	8,75 $\pm 2,35$



**Рис. 95. Распределение участников эксперимента по группам, в зависимости от величины отклонения вурфа артериального давления в покое от идеального на заключительном этапе учебного года**

Наблюдаемая по другим показателям асимметрия в сторону большей наполняемости групп с увеличенным вурфом здесь резко возрастает. Особенно наглядно это проявляется у девочек. В экспериментальной группе одинаковое количество девочек попадает в группу отклонения  $\pm 1\%$  и в группу от 1 до 2%. В контрольной группе практически равномерно заполняются три квалификационные ячейки:  $\pm 1\%$ , от 1 до 2% и от 2 до 3%. Перераспределение детей из группы  $\pm 1\%$  в другие отражает процессы метаболических проявлений сердечных функций и означает, что у младших школьников в условиях ранних и интенсивных по объему умственных нагрузок и при традиционном двигательном режиме, и в условиях повышенной двигательной активности происходит снижение адаптационных резервов энергетики.

То есть процессы, определяющие работоспособность и общую выносливость организма, начинают функционировать в регрессивной фазе.

Исходя из этого, следует подчеркнуть, что повышение двигательной активности, безусловно, позитивно влияет на состояние функциональных систем (что видно из характера заполнения ячеек), однако это не может снять того негативного воздействия, которое оказывается запредельными умственными нагрузками, тем объемом учебной нагрузки, которая предлагается сегодня образовательными программами. Снижение отрицательных влияний учебной нагрузки возможно при комплексном подходе, содержащем как минимум:

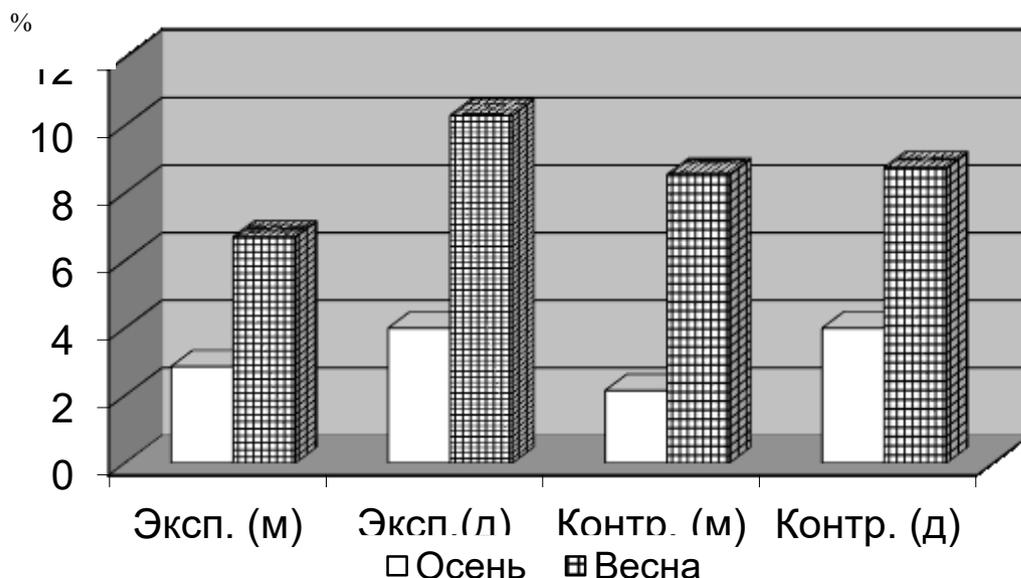
- уменьшение потока учебной информации;
- оптимизацию учебной деятельности;
- оптимизацию режима дня и режима питания;
- обеспечение достаточного уровня двигательной активности.

Верность данного заключения подтверждается и тем, что 10,4% детей оказались в группе, в которой отклонение вурфа превышает 3%, то есть значение, определенное нами в предыдущих исследованиях как состояние патологии.

Для утверждения о том, что в результате воздействия учебной нагрузки более 10% детей оказываются в группе с патологией ССС, оснований недостаточно. Возможно, это начальные микроскачки и в последующем произойдет инверсия показателя. Однако то, что более 31% детей (особенно это выражено у девочек) попадают в группу с околопредельным напряжением в деятельности ССС (то есть в группы от 2 до 3% и свыше 3% отклонения), сомнений не вызывает.

Резкое увеличение разброса вурфа под воздействием нагрузки – закономерное явление. Следовало ожидать, что с увеличением возраста и вызванного этим улучшения уровня физической подготовленности в конце учебного года ответная реакция на стандартную нагрузку уменьшится. Но

происходит совершенно иное. Отклонение вурфа в результатах весенних исследований в несколько раз превышает осенние пробы (рис. 96). Таким образом, напряженность ССС, образуемая под воздействием неадекватных умственных нагрузок, подтверждается и при рассмотрении динамики вурфа артериального давления после дозированной нагрузки. Кроме того, следует заметить, что половые различия здесь оказывают большее влияние, нежели влияние режима деятельности.



**Рис. 96.** Изменение вурфа артериального давления под воздействием дозированной нагрузки у участников эксперимента в начале и конце учебного года

Подводя итоги данному фрагменту исследования, следует подчеркнуть:

1. При ежедневных регламентированных занятиях физической культурой по Л.В. Занкову учащиеся 2-го класса, особенно мальчики, демонстрируют более высокие показатели физической подготовленности в сравнении с учащимися, занимавшимися по Л.В. Занкову при традиционной организации двигательной деятельности. В целом это отражает более благоприятные тенденции в состоянии здоровья в условиях расширенного двигательного режима.

2. В условиях интеграции новых образовательных и физкультурно-оздоровительных форм обучения девочки, в отличие от мальчиков, имели к концу учебного года значительно лучшие, чем в начале года, показатели ВИ, КВ, АП, отражающие состояние вегетативного баланса, уровень напряженности регуляторных механизмов и выносливости сердечно-сосудистой и дыхательной систем. Это указывает на отсутствие дезадаптации (утомления) и расширение

диапазона, в котором может быть оптимально реализована умственная и двигательная деятельность. Для мальчиков требуется поиск более адекватной формы организации физкультурно-оздоровительной деятельности в условиях развивающего обучения.

3. В условиях расширенного двигательного режима у школьников 2-го класса системы Л.В. Занкова стабильно совершенствуются рефлекторные функции нейромоторного аппарата, улучшаются показатели недельной и годовой динамики сенсомоторных реакций, устанавливается оптимальный баланс активационно-тормозных процессов регуляции. Все это указывает на улучшение состояния психофизиологического статуса и положительную тенденцию в динамике здоровья в условиях интенсифицированных образовательных и физкультурно-оздоровительных технологий.

Вместе с тем требуется дальнейший поиск онтогенетического соотношения между двигательными и образовательными компонентами в режиме дня ребенка в условиях инновационных программ обучения.

#### **4.7. Особенности проявления мануальной асимметрии у левшей (левша в спорте, быту и трудовой деятельности)**

Подавляющее большинство людей использует для выполнения мануальных действий, представляющих трудность в координационном отношении, правую руку. Поэтому порядок вещей, расположение приборов на станках и машинах и вообще все в быту и на производстве рассчитано на правшей.

Как себя чувствуют левши в этом непривычном мире, рассчитанном на предоставление комфорта большинству?

Несправедливость к левшеству заложена даже в языке. Синонимами слову «правый» в русском языке являются слова «невинный», «хороший», «первый». По данным С. Спрингера и Г. Дейча (424), во многих языках «леворукий» или «левый» всегда имеют хотя бы одно отрицательное значение (итальянское «левый», «лживый»; французское «левый», «неуклюжий»; английское «левый», «слабый»).

Какова причина такого негативного отношения к левшам? На наш взгляд, она не столько в преимуществе правшей, сколько в недостаточной приспособленности левшей к созданному большинством людей (правшей) комфортному для себя миру вещей. Сознательно или бессознательно родители и воспитатели пытаются приспособить не мир вещей к левшам, а левшей к миру вещей. Это подтверждается результатами проведенного нами анкетирования.

Из 264 респондентов-левшей 82,58% в дошкольном возрасте подвергались давлению с целью переучивания. Наиболее распространенными методами являлись перевязывание руки (32,3%), привязывание левой руки к туловищу (29,36%), натирание кисти доминантной руки перцем (19,27%), уколы при использовании «ведущей» руки (6,51%). В школьном возрасте негативное отношение к использованию левой руки проявляли как родители, так и педагоги. Около 36% опрошенных подтвердили факты насмешек со стороны школьных товарищей.

В результате достаточно организованного социального давления чуть более 42% респондентов пишут правой рукой, хотя ложку при еде, молоток при забивании гвоздей держат левой, этой же рукой выполняют бросковые движения.

В литературных источниках приводятся факты, свидетельствующие о том, что левшество имеет патологическую причину происхождения. В пользу этой теории говорят данные о большом количестве их среди больных шизофренией, олигофренией, эпилепсией, алкоголизмом и др. (В.В. Аршавский, 1998; А.Д. Дмитриева, 1990 и др.)

Однако с подобными выводами не согласно подавляющее большинство исследователей (М.М. Безруких, 1996; Н.Н. Брагина, Т.А. Доброхотова, 1994 и др.), хотя факты преобладания среди определенных групп больных лиц с эффектом доминантности левой руки подтверждается. На наш взгляд, некоторые нейросоматические заболевания левшей (алкоголизм, наркомания, диабет, колиты, артриты и др.) являются не врожденными, а приобретенными в результате неудобств, преодолеваемых ими в жизни. То есть не левшество в большинстве случаев является причиной заболевания, а преобладание левшей среди больных является следствием воздействия среды.

Сколько же левшей среди здоровых людей? В результате анкетирования и наблюдения 2800 человек разного возраста мы получили цифру, равную 8,8% по доминированию в письме, рисовании, метательных движениях. Литературные данные по этому вопросу имеют значительный разброс – от 5% до 30% («Знание и сила». – № 1. – 1984). Причинами появления подобного разброса является, с одной стороны, неточность критерия, по которому человека относят к правшам и левшам (В.М. Зациорский, 1979), а с другой – неоднородность рассредоточения левшей по регионам. По Б.В. Огневу (1955, 1976), количество левшей в мире составляет несколько десятков миллионов, а в нашей стране – несколько миллионов человек. При достаточной демократичности воспитания и организации быта часть людей, близких к амбидекстрии, может стать левшами. Подобную гипотезу, высказанную Д.Д. Донским и В.М. Зациорским (1979), мы

уже цитировали. Фенотипическое изменение процентного соотношения людей с различной мануальной доминантой есть результат прежде всего воздействия среды, поощряющей праворукость. Хотя это мнение и небесспорно, но факты, свидетельствующие в его пользу, в литературе встречаются. Так, по данным А. Пейпера (1962), в 4-6-летнем возрасте правшество встречается в 75% случаев. Исходя из противоречий между гипотезой Д.Д. Донского и В.М. Зациорского (1979) и данными А. Пейнера (1962), можно определить, что примерно 15-20% утрачивают уже к 6 годам природную леворукость, а некоторые из них становятся скрытыми левшами. Данные наших исследований также свидетельствуют о снижении количества выраженных левшей, а также амбидекстриков, тяготеющих к левшеству, в процессе обучения в школе.

В природе левшества и его трансформации в онтогенезе неясны и интересны случаи упорного левшества. Например, Л.Г. Членов (1952) описывает упорную семейную леворукость, которая прослеживалась в течение 200 лет, несмотря на активные попытки ее подавления. В шотландско-ирландской семье Керр рождалось так много левшей, что в 1470 году в их замке построили винтовую лестницу, рассчитанную на них (Л. Понте, 1988). Почему же в одних случаях леворукость подавляется, а в других нет? По-видимому, эффект переучивания зависит от уровня левшества и пластичности нервной системы.

Значительное меньшинство жителей нашей планеты – левши. Тем не менее, они занимают ведущие позиции в ряде видов деятельности, в частности, в некоторых спортивных дисциплинах. В результате проведенного нами исследования обнаружено, что среди чемпионов и призеров первенства СССР, Европы за период с 1978 по 1982 год и на Олимпийских играх 1980 года 27,4% дзюдоистов предпочитали левостороннюю стойку и проводили 39,6% оцененных приемов в левую сторону.

Подобные факты упоминаются и в исследованиях других авторов. Так, Л. Понте (1988) отмечает, что многие из лучших бейсболистов, теннисистов и баскетболистов были левшами. В.И. Огуренков и А.В. Родионов (1975) считают, что высоких достижений в фехтовании, теннисе достигают леворукие спортсмены, что на соревнованиях самого высокого ранга боксеры-левши завоевывают 30-40% всех золотых медалей. (Это при том, что они составляют около 10% всего населения.)

Складывается мнение, что по уровню развития психомоторных и физических качеств спортсмены с левой мануальной доминантой опережают правшей. Для того чтобы разобраться в этом, обратимся к результатам собственных исследований.

Сравнительный анализ достоверности различий относительной силы кистей, точности движений и скорости выполнения теппинг-теста левшей и правшей мужского пола показал, что с возрастом разница во владении правой рукой уменьшается, а левой, наоборот, увеличивается.

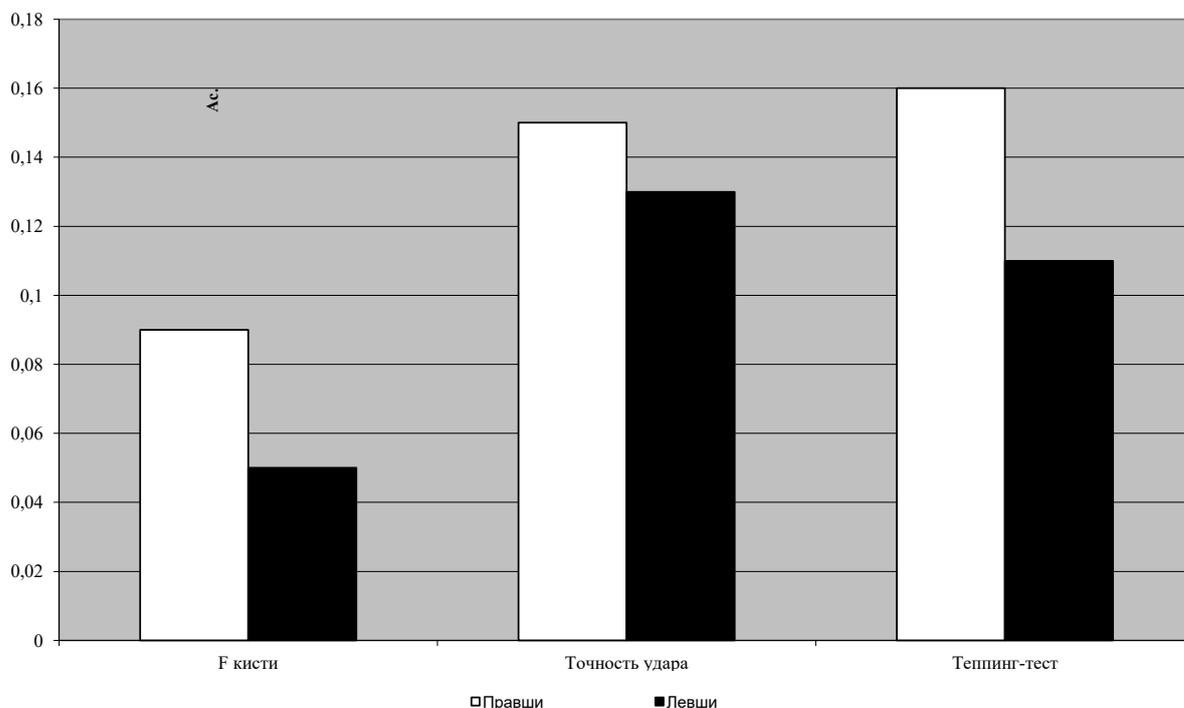
По всем показателям во всех возрастных группах определено отсутствие достоверных различий между показателями доминантных рук. Интерес представляет факт нивелирования различий между показателями правой руки.

Подобное явление – результат систематического воздействия среды на формирование умений и навыков работы правой рукой у левшей.

Причины увеличения расхождений показателей левых рук – это, с одной стороны, невозможность для леворуких преодоления генетической программы, а с другой – отсутствие необходимости использования левой руки правшами в процессе выполнения большого числа мануальных действий.

Исходя из анализа данных, можно сделать вывод о том, что возрастная программа развития левшей и правшей существенных различий не имеет (поэтому качество владения доминантной рукой практически одинаково во всех возрастных группах).

Вместе с тем различия между уровнями асимметрий левшей и правшей достоверны и по относительной силе кисти ( $p < 0,01$ ), и по точности удара ( $p < 0,05$ ), и по скорости выполнения теппинг-теста ( $p < 0,01$ ) (рис. 97).



**Рис. 97. Различия в показателях асимметрии между правшами и левшами**

Напрашивается вопрос: почему же, не отставая в развитии доминантной руки, левши все же имеют, как правило, более низкую производительность труда в ряде видов трудовой деятельности, почему некоторые специальности им практически недоступны? Анкетирование 1354 женщин в возрасте от 20 до 45 лет показало, что 85,71% из них имеют эффект доминантности правой и 2,43% левой руки. Амбидекстры составляют 10,86% респондентов.

Подобное распределение существенно расходится с данными литературных источников. Нам представляется, что такое положение определяется воздействием профессии или же спонтанным профессиональным отбором. Среди опрошенных 312 парикмахеров (рис. 98) не было выявлено ни одного левши или амбидекстрика; рабочие строительных специальностей имеют выраженную латеральную доминанту; среди музыкантов практически нет левшей; среди работников умственного труда были представители всех групп.

Все сказанное выше характерно и для мужчин (n=1657) (рис. 99). Среди обследованных токарей 15,38% амбидекстры, но нет левшей, хотя процент латентных левшей среди мужчин (10,36%) достоверно выше, чем среди женщин.

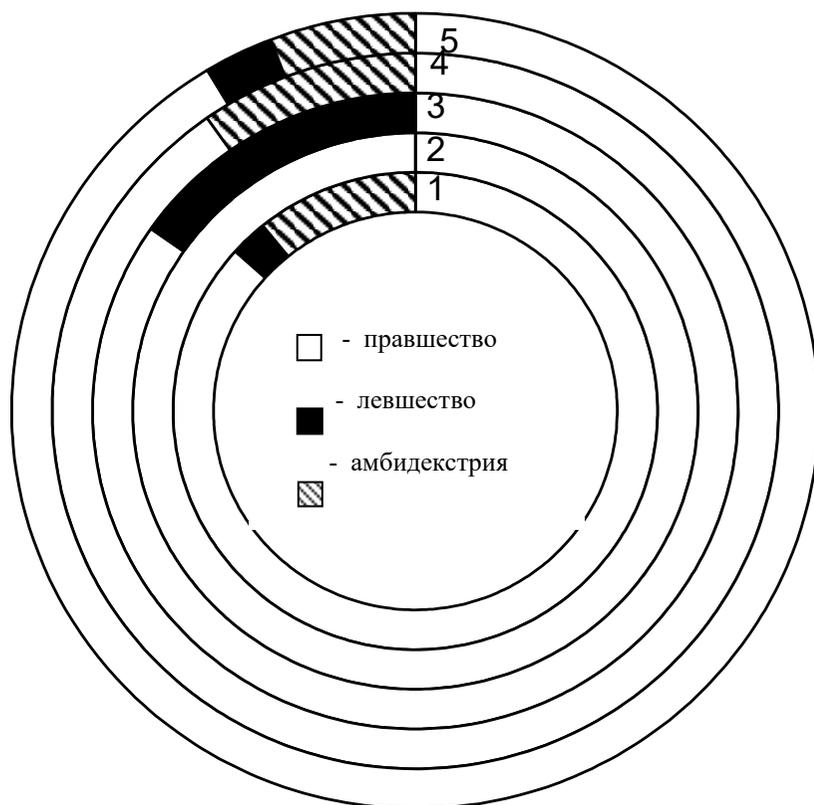
Для определения влияния профессиональной деятельности на формирование руки в анкету были внесены вопросы о выполнении двигательных действий в детстве. Сравнивались показатели в детстве и в зрелом возрасте.

Теоретически изменение руки могло произойти в девяти направлениях (первым называется исходный показатель, вторым - конечный):

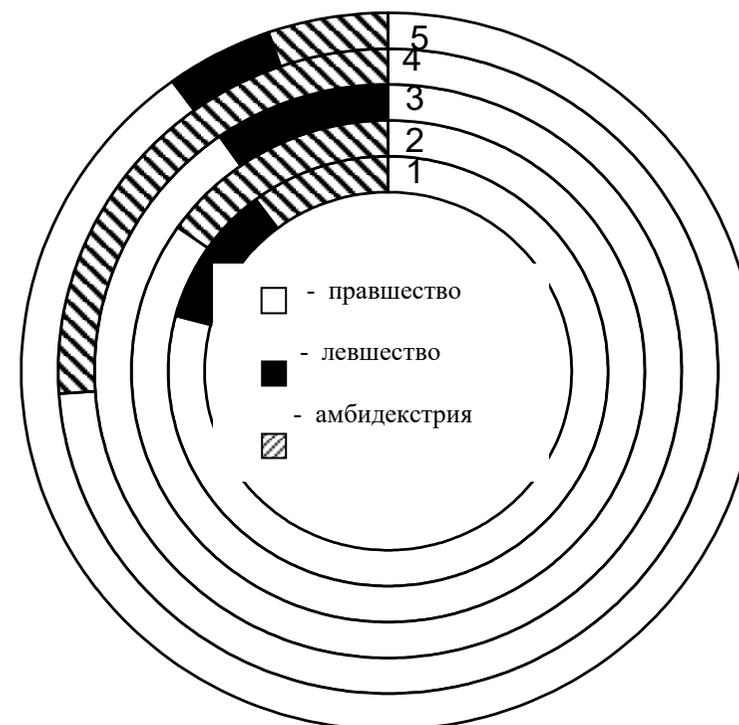
- |        |        |        |
|--------|--------|--------|
| 1) D-D | 2) D-L | 3) D-A |
| 4) A-A | 5) A-D | 6) A-L |
| 7) L-L | 8) L-D | 9) L-A |

Нам представляется, что чем более демократичен вид деятельности, тем представители большего числа групп должны работать по данной специальности. Анализ изменения руки в процессе трудовой деятельности (рис. 100) позволяет определить профессии, в которых происходит спонтанный отбор праворуких (парикмахеры), праворуких и амбидекстры (токари). Эти специальности не изменяют доминантности руки.

Строительные специальности таких жестких требований к отбору не предъявляют. Однако в процессе трудовой деятельности четко определяется доминирующая рука. Видимо, здесь не имеет особого значения, какая рука «ведущая». Вместе с тем у представителей рассматриваемых профессий количество амбидекстров, ставших впоследствии правшами, значительно больше (и у мужчин, и у женщин), чем ставших левшами. Нам кажется, причины подобного явления – в бытовой деятельности.



**Рис. 98. Проявление левшества, правшества и амбидекстрности у женщин разных профессий (в процентах)**  
 1 – общее кол-во женщин, 2 – парикмахеры, 3 – строители, 4 – музыканты, 5 – работники умственного труда; без штриховки – правши, сплошная штриховка – левши, косая штриховка – амбидекстрики.



**Рис. 99. Процентное соотношение левой, правой и амбидекстрности среди мужчин разных профессий (в процентах)**  
 1 – общее кол-во мужчин, 2 – токари, 3 – строители, 4 – музыканты, 5 – работники умственного труда; без штриховки – правши, сплошная штриховка – левши, косая штриховка – амбидекстрики.

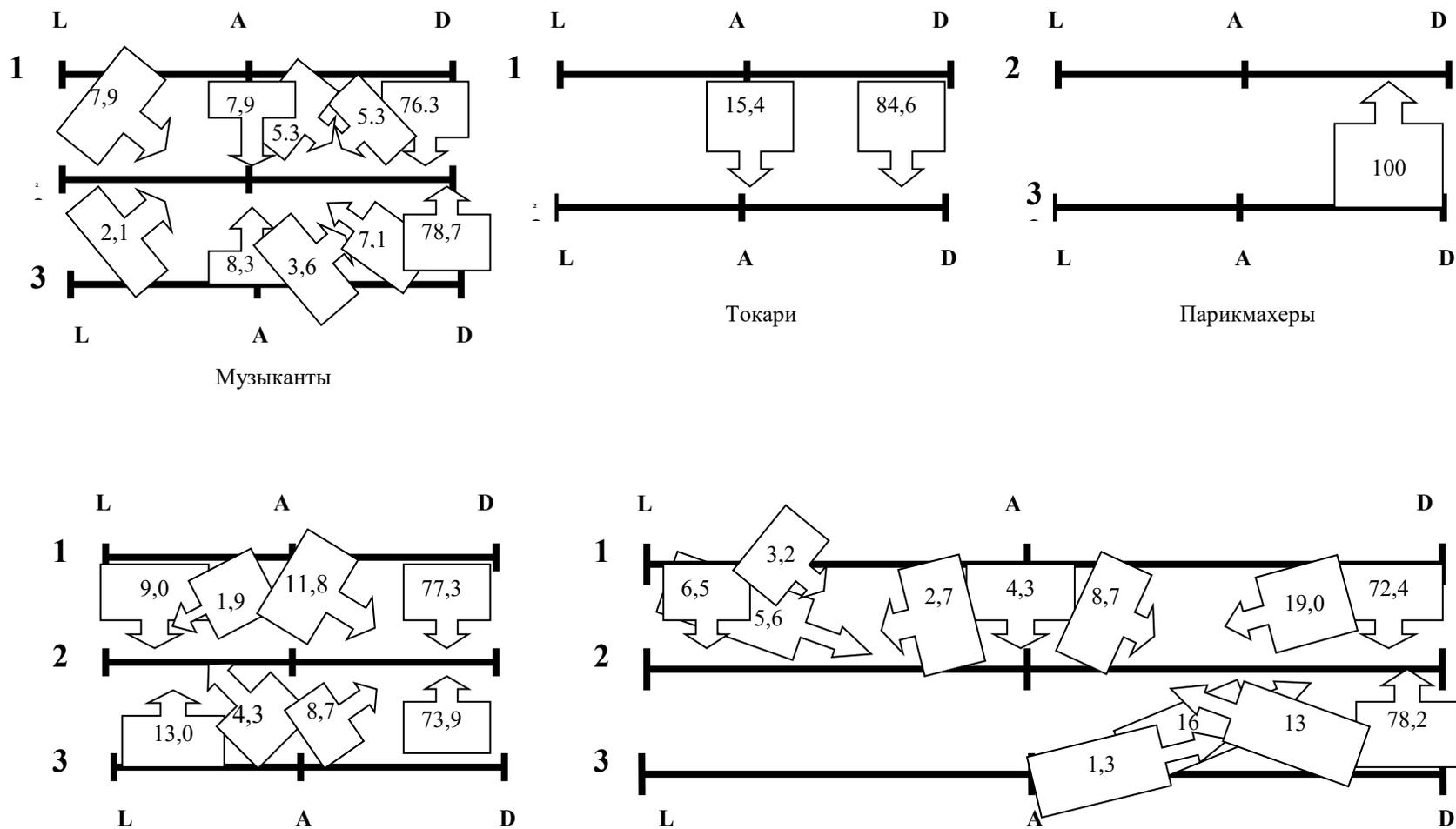


Рис. 100. Изменение рукости в процессе трудовой деятельности (в стрелках – процентное соотношение):  
 1 – мужчины (исходные данные), 2 – конечный результат, 3 – женщины (исходные данные)

Среди музыкантов проявлений левшества не обнаружено. Однако нельзя говорить о наличии здесь специального отбора, так как леворукие дети впоследствии под воздействием специальных упражнений становятся амбидекстрами. Характерно, что амбидекстрия наблюдается и у лиц с выраженной доминантой правой руки в детстве. Все это позволяет констатировать, что игра на музыкальных инструментах способствует равномерному развитию рук.

У лиц умственного труда выраженных тенденций не обнаружено. Все сказанное выше доказывает существование профессий, в которых левши чувствуют себя более уверенно, и профессий, овладеть которыми им трудно. Очевидно, что ответы на вопрос о более низкой производительности труда левшей следует искать во взаимодействии двух сторон, образующих реальное единство процесса труда и средств производства. Ряд механизмов, станков, оборудования, а также музыкальных инструментов совершенно не приспособлены для леворуких. При таком положении дел невысокая производительность левшей во многих видах деятельности не является следствием их недостаточной работоспособности.

Более того, следствием праворукой технологии является и большее число травм, получаемых левшами на производстве. Из проанализированных 1368 автомобильных аварий, происшедших на территории Республики Адыгея, 82,46% совершено правшами и 17,54% левшами; однако, если сопоставить эти данные с общим количеством правшей и левшей, то получится, что вероятность аварии у левшей в 2,19 раз выше, чем у правшей.

По данным литературных источников, производственный травматизм среди левшей наполовину выше, чем среди людей с эффектом доминанты правой руки. Это – следствие явления, названного К. Неммер (1960) «насилием праворукой культуры».

Следует более внимательно относиться к проблеме адаптации леворуких к внешним условиям. Здесь существует, на наш взгляд, два основных направления: 1) учет левшества в процессе профессионального отбора; 2) учет потребностей леворуких при создании новых машин и технологий.

Обществу, заинтересованному в гармоническом развитии всех его членов, в выявлении и реализации всех потенциальных возможностей людей, важно знать и использовать особенности функциональной организации не только большинства, но и меньшинства населения, то есть левшей.

Завершая обсуждение проблемы взаимодействия симметрий-асимметрий в процессе двигательной адаптации, следует подчеркнуть:

1. По воздействию на морфологическую и двигательную асимметрию выделяются четыре группы видов спорта:

- а) снижающие асимметрию;
- б) формирующие оптимальный уровень асимметрии;
- в) увеличивающие асимметрию до генетически обусловленных границ;
- г) не оказывающие влияние на формирование асимметрий.

При длительном применении упражнения первой группы снижают асимметрию до генетически допустимого предела. Существует верхний предел асимметрии, выход за пределы которого снижает спортивный результат. Вторая группа упражнений воздействует избирательно. У спортсменов, имеющих высокий уровень асимметрии, наблюдается дрейф показателя в сторону симметрии, у спортсменов, имеющих симметричное развитие, асимметрия увеличивается.

2. Возрастная динамика морфофункциональной и двигательной асимметрии характеризуется сдвигом в сторону лучшего развития правой стороны тела. Квалификационная динамика не повторяет возрастную. Ее характер определяется воздействием вида спорта. В частности, в видах спорта, требующих оптимума асимметрии, спортсмены высокого класса отличаются более симметричным развитием.

3. Латеральные предпочтения в бытовых элементарных движениях отражают общее воздействие праворукой культуры общества, тогда как в специальных движениях находит отражение направленность и специфичность тренировочного процесса.

4. При симметрирующей работе результаты проявляются в движениях, сформированных в последнюю очередь, то есть чем раньше сформированы латеральные предпочтения, тем тяжелее их изменить.

5. Изменения показателей функциональной и двигательной асимметрии в условиях срочной адаптации происходят по закономерности обратного реагирования: изменение асимметрии в противоположную сторону от знака в условиях срочной адаптации приводит к увеличению функциональной асимметрии в длительной адаптации, и наоборот, усиление асимметрии в условиях длительной адаптации – к симметрии физического развития при длительной адаптации.

6. Срочные изменения асимметрий человека зависят от взаимоналожения двух основных переменных:

- направленности и содержания воздействия;
- исходного уровня асимметрии.

7. Резкие изменения значений асимметрии могут возникнуть, как правило, вследствие спортивной травмы. У спортсменов в атаке травмируется чаще доминантная конечность, у защищающихся – в одинаковой степени и доминантная, и субдоминантная.

8. Формирование асимметрий зависит от: а) константных факторов (основной – генотип); б) последовательно ритмически или аperiodически повторяющихся внешних факторов (фактор времени и обусловленное им возрастное развитие, сезонные и суточные колебания работоспособности и др.); в) ритмически или аperiodически повторяющихся относительно постоянных внешних факторов (трудовая деятельность, обучение и воспитание, занятия спортом и т.п.); г) системного ряда никогда не повторяющихся факторов.

Последняя группа факторов в силу несистематичности возмущающего воздействия оказывает влияние только на уровне срочной адаптации и лишь на те функции, которые отличаются высокой подвижностью.

9. Степень изменения асимметрий в процессе адаптации определяется:

- силой возмущения и его систематичностью;
- направленностью воздействия;
- силой ответной реакции системы на возмущение, определяемое канвой симметрии;
- местом приложения воздействия и подвижностью нагружаемой функции.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенный анализ результатов многолетних исследований дает основания для того, чтобы утверждать следующее:

1. Проявления симметрии в строении и функционировании организма человека (билатеральная симметрия, симметрия себетожественности, вурф, золотое сечение и др.) являются производными одних и тех же закономерностей. Поэтому их проявления в онтогенезе и в условиях адаптации у людей совпадают.

2. Составными компонентами состояния человека, определяемого как гармоническое (согласие, упорядоченность, соразмерность, уравновешенность, временно-пространственная целостность), являются целесообразное проявление симметрии и ее качественное воспроизведение с определенным ритмом при сохранении вектора развития.

3. Чем выше ответственность функции за жизнь или сохранение жестких констант, тем более высокие требования к ним предъявляются по поддержанию уровня генетически обусловленной симметрии-асимметрии:

- На уровне белковой материи симметрия-асимметрия генетически обусловлены, нарушение их приводит к разрушению жизни.

- На уровне обеспечения физико-химических условий жизни белка симметрия-асимметрия генетически детерминированы. Существенное нарушение показателей (более 10-11%) в условиях срочной и длительной адаптации приводит к патологии или к смерти.

- На уровне, обеспечивающем сохранность симметричных функций, симметрия-асимметрия являются результатом взаимодействия генетического и средового влияния при преобладании роли первого фактора. Дрейф вурфа при срочной адаптации – норма (пределы изменений зависят от места и скорости вработывания функций). Изменения вурфа в условиях длительной адаптации – патология.

- На уровне гибких систем, обеспечивающих сохранение и функционирование вышележащих иерархических структур, симметрия-асимметрия являются результатом взаимодействия генетического и социального при преобладании второго фактора. Нарушение симметрии в условиях срочной и длительной адаптации – норма, но инверсия затруднена.

4. Защитный эффект адаптации проявляется:

а) в усилении стабильности симметрии функций, что снижает «цену» адаптации;

б) в увеличении способности достижения максимальной асимметрии (энтропии) функций при максимальных нагрузках.

5. Организм, сохраняющий устойчивость симметрии функций и обладающий способностью их максимального изменения для обеспечения высоких адаптивных возможностей, является здоровым. Количество здоровья измеряемо:

а) минимальным процентным отклонением жестких констант (не более 0,5%) и вурфа (1,309+3%) в покое и при дозированной нагрузке;

б) максимальным процентным отклонением жестких констант (до 10-11%) и вурфа при максимальной нагрузке.

Отклонение вурфа для каждой функции индивидуально в силу гетеротропности и гетерохронности проявления.

6. Показатели симметрии-асимметрии на уровнях, обеспечивающих жизнь и сохранность симметричных функций, у здоровых людей между собой тесно взаимосвязаны, функциональные асимметрии, подверженные значительному средовому влиянию, такого однообразия не проявляют.

7. Правшество или левшество определяются в основном генетическими предпосылками. Воздействие внешних условий может выступать либо как стрессор, либо как стимулятор, либо как нейтральный фактор в формировании асимметрий.

8. По уровню мануальной асимметрии выделяются следующие группы:

1) левши ( $A_c$  = от -1 до -0,5);

2) амбидекстрики, склонные к левшеству ( $A_c$  = от -0,49 до -0,25);

3) амбидекстрики ( $A_c$  = от -0,25 до +0,25);

4) амбидекстрики, склонные к правшеству ( $A_c$  = от 0,25 до 0,5);

5) правши ( $A_c$  = от 0,51 до 1).

Динамика количества попаданий в различные группы по уровню мануальной асимметрии характеризуется постепенным уменьшением наполняемости групп левшей, левшей, склонных к амбидекстрии, и амбидекстриков.

9. В индивидуальном развитии у детей наблюдается дрейф функциональной и двигательной асимметрии в сторону правшества под воздействием «праворукой культуры» и особенно под воздействием системы обучения и воспитания.

Выделяются три периода формирования латеральных предпочтений:

3 – 5 месяцев – период неустойчивой симметрии;

5 – 7 месяцев – период неустойчивой правосторонней асимметрии;

7 месяцев – 4 года – период формирования устойчивого правшества.

Морфологические и функциональные асимметрии в развитии проходят три фазы:

- а) устойчивой симметрии;
- б) неустойчивой асимметрии;
- в) стабилизации асимметрии.

В гомеорезусе четко выделяется возраст повышения (до 14 лет) и снижения (после 31 года) адаптационных возможностей. При сохранении базального уровня симметрии функций в первом и третьем периодах наблюдаются более низкие показатели энтропии функций при нагрузках.

10. Координационный дискомфорт, испытываемый левшами и амбидекстриками, склонными к левшеству (асимметрия от -0.4 до -1), при обучении письму правой рукой и формировании двигательных навыков в сторону латеральной субдоминанты замедляет процесс развития. Различий в уровне физического развития и степени владения доминантной рукой у взрослых левшей и правшей не обнаруживается. Степень развития субдоминантной конечности у левшей выше, что является следствием влияния «праворукой культуры» общества.

11. Сбивающие факторы (непривычные движения, эмоциональное напряжение, сопротивление соперника и т.п.) провоцируют увеличение двигательной и функциональной асимметрии. Однако чем выше уровень подготовленности, тем меньше влияние этих факторов.

12. Изменения показателей функциональной и двигательной асимметрии в условиях срочной адаптации происходят по закономерности обратного реагирования: изменение асимметрии в противоположную сторону от знака в условиях срочной адаптации приводит к увеличению асимметрий в условиях длительной адаптации, и наоборот, усиление асимметрии в условиях срочной адаптации приводит к симметрии развития в длительной адаптации. Срочные изменения асимметрий зависят от взаимоналожения двух переменных:

- направленности и содержания воздействия;
- исходного уровня асимметрии.

13. Биоэлектрическая активность постуральной мускулатуры при удержании вертикальной позы проявляется в форме динамической симметрии и динамической асимметрии. Динамическая симметрия биоэлектрической активности мышц при удержании вертикальной позы включает биоэлектрические симметрии мускулатуры голени, бедра и спины. Динамическая симметрия биоэлектрической активности характеризуется стабильностью биоэлектрических сигналов, проявляющихся в форме равномерного типа ЭМГ.

14. Биоэлектрическая активность постуральной мускулатуры проявляется в форме равномерного, волнообразного и залповидного типов паттернов ЭМГ.

Равномерный тип характеризует проявление динамической симметрии биоэлектрической активности, а волнообразный и залповидный типы – проявлением динамической асимметрии.

15. Пространственно-временной порядок движения в суставах при выполнении приседания в пауэрлифтинге проявляется в форме динамической симметрии и динамической асимметрии. При динамической симметрии пространственно-временной порядок угловых перемещений в ходе разгибания в суставе является обратным пространственно-временным порядком угловых перемещений при сгибании. Графическая траектория пространственно-временного порядка, характеризующая проявление динамической симметрии движения в суставе, имеет форму параболы. Проявление динамической симметрии движения в суставе наблюдается вплоть до преодоления 60% отягощения. Нарушение динамической симметрии происходит за счет изменения пространственно-временного порядка разгибания в суставе, при этом пространственно-временной порядок углового перемещения при сгибании остается стабильным при всех применяемых отягощениях.

16. Согласованность угловых перемещений в механизме управления двигательной функцией проявляется в форме динамической симметрии и динамической асимметрии. Динамическая симметрия согласованности движения в суставах представляет порядок угловых перемещений, обусловленный совпадением линейной зависимости угловых перемещений при сгибании в суставах с линейной зависимостью угловых перемещений при разгибании. Динамическая симметрия согласованности движения в суставах проявляется у всех спортсменов в ходе преодоления отягощений до 70%.

17. Проявление динамической асимметрии согласованности движения в суставах при выполнении приседания в пауэрлифтинге отображается на графиках угловых синкенезий в расхождении графической траектории зависимости угловых перемещений при разгибании в суставах от графической траектории зависимости угловых перемещений при сгибании. Увеличение динамической асимметрии согласованности движения в суставах реализуется до момента максимума возможной асимметрии, после чего динамическая асимметрия согласованности угловых перемещений изменяется в сторону динамической симметрии. Достижение момента максимума возможной асимметрии у спортсменов, занимающихся пауэрлифтингом, возможно в ходе преодоления отягощений более 90%. Момент максимума возможной асимметрии на графиках угловых синкенезий проявляется в точке преломления графической траектории согласованности угловых перемещений при разгибании в суставах в направлении

графической траектории согласованности угловых перемещений при сгибании в суставах.

18. Устойчивыми признаками физического развития в период полового созревания в 11-15 лет являются: вектор и центильный коридор развития тотальных размеров тела, удельный вес тела, связь мышечного компонента тела с количеством массы тела, индекс развития С.А. Пушкарева, а также соотношение морфологических признаков, подчиняющихся закономерностям золотого сечения и вурфу.

В процессе полового созревания устойчиво определяются корреляционные связи между:

- сердечным индексом и удельным весом тела, половым развитием, систолическим объемом сердца, минутным и ударным объемом крови, работоспособностью (по PWC 170);

- минутным объемом крови и ударным объемом крови, показателем PWC 170;

- диастолическим давлением в покое и минутным объемом крови,

- систолическим давлением в покое и ударным объемом крови.

19. Изменчивыми признаками в период полового созревания являются: уровень физического развития и функционального развития и сенситивные периоды их формирования, вектор развития функциональных показателей, а также индексы Кетле и Пинье. Данные признаки в процессе онтогенеза переходят на новые, более высокие уровни.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Абрамов В.В., Абрамова Т.Я. Асимметрия нервной, эндокринной и иммунной систем. - Новосибирск: Наука, 1996. - 97 с.
2. Агаджанян Н.А. Адаптация и резервы организма. - М.: Физкультура и спорт, 1983. - 316 с.
3. Аганянц Е.К., Бердичевская Е.М., Гронская А.С., Перминова Т.А., Огнерубова Л.Н. Функциональные асимметрии в спорте: место, роль и перспективы исследования. - Журнал "Теория и практика физической культуры", 2004.
4. Аганянц Е.К., Бердичевская Е.М., Косолапов П.А. Возрастные особенности силовых и скоростных характеристик произвольных движений в связи с индивидуальным профилем межполушарной асимметрии // Физиология мышечной деятельности: Тез. докл. Междунар. конф. - М., 2000. - С.6-8
5. Аганянц Е.К., Бердичевская Е.М., Трембач А.Б. Очерки по физиологии спорта: Учеб. пособие для вузов физ. культ. / Под ред. Е.К. Аганянц. – Краснодар: Экоинвест, 2001. – 204 с.
6. Алатырев В.И., Аристова Е.С. Функциональная асимметрия поверхностных мышц спины у лиц разного возраста при занятиях физкультурой и болях в области позвоночника // Физиология человека. - 1994. - Т. 20. №2. - С. 88-93.
7. Александров И.И., Чаговец Н.Р., Ленкова Р.И. Энергетическая структура спортивной работоспособности гребцов на различных этапах годового цикла тренировочного цикла.// Теория и практика физической культуры. - 1988.- N 8. - С. 45-49.
8. Алипов Д.А. О деятельности дыхательной и сердечно-сосудистой систем в процессе тренировочных занятий на высотах 1700 - 2350 м. В сб. Адаптация спортсменов к работе при разном кислородном режиме. - М.: Физическая культура и спорт, 1969. - С. 44-50.
9. Ан С.В. Симметрия и асимметрия в строении тела и факторы, их определяющие // Сборник научных работ I-го Международного конгресса по интегративной антропологии, (25–29 сент. 1995). - Тернополь, 1995. - С. 38–39.
10. Ананьев Б.Г., Рыбалко Е.Ф. Особенности восприятия пространства у детей. - М.: Просвещение, 1964. - 186 с.
11. Ананьев Б.Г. Избранные психологические труды: В 2 т. - М.: Педагогика, 1980. - Т. 1. - 380 с.
12. Ананьев Б.Г. Человек как предмет познания. – Л.: Изд.-во ЛГУ, 1968. - 428 с.
13. Андреев Л.И. Особенности проявления двигательных возможностей девочек-подростков разного телосложения // Новые исследования по возрастной физиологии. – М.: Педагогика, 1976. - №2. - С. 18-21.
14. Анохин П.К. Очерки по физиологии функциональных систем. - М.:

Медицина, 1975. - 625с.

15. Антология мировой философии: В 4 т. - М., 1969. - Т. 1. - 458 с.

16. Антропова М.В., Кузнецова Л.М. Психофизиологические и вегетативные показатели у медлительных и подвижных подростков // Физиология человека. – 1995. – Т. 21. - № 5. – С. 68-74.

17. Аракелян В.Б., Мартиросов Э.Г., Широковец Е.А., Геселевич В.А., Мурадян Г.Л. Изменения некоторых показателей газообмена и температуры тела у борцов при форсированном снижении веса тела. //Теория и практика физической культуры. - 1978. - N 1. - С.19-23.

18. Аршавский В.В. Особенности типов полушарного реагирования и уровень тревожности у праворуких и леворуких индивидов в различных регионах России и Латвии // Физиология человека. – 1998. - Т. 24. - № 1. - С. 134-137.

19. Аствацатуров М.И. О происхождении праворукости и функциональная асимметрия мозга // Научная медицина . - 1923. - №11. - С. 21-30.

20. Ахутина Т.В. Нейропсихология индивидуальных различий детей как основа использования нейропсихологических методов в школе // 1-я Международная конференция памяти А.Р. Лурия / Под ред. Е.Д. Хомской, Т.В. Ахутиной. - М.: Изд-во МГУ, 1998. - С. 201-208.

21. Бабенко В.В. Валеология зрительной системы: Методическое руководство. - Ростов н/Д.: УНИИ валеологии РГУ, 1999. - 39 с.

22. Бабенко В.В. Механизмы зрительной сегментации: Автореф. дис. ... д-ра биол. наук. - Ростов н/Д., 2001.- 31 с.

23. Бальсевич В.К., Калинин В.М., Шкиперский В.С. Возрастные особенности реакции кислотно-основного равновесия крови у юных спортсменов на Гарвардский степ-тест. //Теория и практика физической культуры. - 1980. - № 10. -С 33-35.

24. Бать О.Г., Ханин М.А. Оптимальная термоизоляция гомойотропных// Термодинамика и регуляция биологических процессов. - М.: Наука, 1984. - С. 173-181.

25. Бегмат И.А., Галенко-Ярошенко А.П., Чермит К.Д. Возрастная динамика вовлеченности монокулярных систем в создании бинокулярного образа // Приложение к журналу «Бюллетень экспериментальной биологии и медицины». - М.: Изд-во РАМН, 2001. - С. 60-64.

26. Безруких М.М., Князева М.Г. Если ваш ребенок - "левша". - Тула: Актоус, 1996. - 78 с.

27. Безруких М.М., Хрянин А.В. Особенности функциональной организации мозга у праворуких и леворуких детей 6-7 лет при выполнении зрительно-пространственных заданий разного уровня сложности // Физиология человека. - 2003. - №3. - С. 33-40.

28. Бердичевская Е.М. Комплексный анализ латеральных предпочтений в онтогенезе // Актуальные вопросы физической культуры и спорта: Труды НИИ проблем физической культуры и спорта КубАФК. - Краснодар, 1998. - С. 144-152.

29. Бердичевская Е.М. Профиль межполушарной асимметрии и двигательные качества // Теория и практика физической культуры. – 1999. - №9. – С. 21-26.
30. Бердичевская Е.М. Профиль межполушарной асимметрии и двигательные качества. - Журнал "Теория и практика физической культуры", 1999, №9, с.43-46.
31. Бердичевская Е.М. Роль функциональной асимметрии мозга в возрастной динамике двигательной деятельности человека: Автореф. дис ... мед. наук. - Краснодар, 1999. - 56 с.
32. Бердичевская Е.М. Функциональная асимметрия мозга. В кн.: Физиология человека: учебник для магистрантов и аспирантов / под ред. Е.К.Аганянц. - М.: Советский спорт. -2005. - с.307-328.
33. Бердичевская Е.М. Функциональная межполушарная асимметрия и спорт. - В кн.: Хрестоматия "Функциональная межполушарная асимметрия". - М., Научный мир, 2004, с.636-671.
34. Бернштейн Н. А. Очерки по физиологии движений и физиологии активности. - М.: Наука, 1966. – 368 с.
35. Берталанфи Л. фон. Общая теория систем - критический анализ // Исследования по общей теории систем. - М.: Прогресс, 1969. - С. 23-82.
36. Болтянский В.Г., Виленкин Н.Я. Симметрия в алгебре. - М.: Наука, 1967. - 204 с.
37. Бозций. Утешение философией и другие трактаты. - М.: Наука, 1990. - 140с.
38. Брагина Н.Н., Доброхотова Т.А. Левши. - М., 1994. - 380 с.
39. Брагина Н.Н., Доброхотова Т.А. Функциональные асимметрии человека. - М.: Медицина, 1988. - 366 с.
40. Бугаец Я.Е. Динамика биопотенциалов головного мозга при моторном обучении у лиц с функциональной асимметрией верхних конечностей: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. - Краснодар, 2000. - 22 с.
41. Варвулева И.Ю. Взаимозависимость психологических характеристик и типа профиля функциональной межполушарной асимметрии мозга у детей младшего возраста // Материалы конференции молодых ученых Северного Кавказа по физиологии и валеологии, 12-13 октября 2000г. - Ростов н/Д., 2000. - С. 136.
42. Вартанян Г.А. Химическая симметрия и асимметрия мозга. – Л.: Наука, 1991. - 164 с.
43. Вейль Г. Симметрия. - М., 1968. - 358 с.
44. Вернадский В.И. Принцип симметрии в науке и философии // Вопросы философии. - 1966. - №12. - С. 102-112
45. Вернадский В.И. Размышления натуралиста. Пространство и время в живой и неживой природе. - М.: Наука, 1975. - 558 с.
46. Визгин В.П. Методологические принципы физики. - М.: Наука, 1991. -

327 с.

47. Виленский М.Е. Экзаменационная доминанта и работоспособность. В сб.: Физическая культура в научной организации учебного труда студентов. МГПИ им. Ленина. - М., 1972. - С. 38-41.

48. Вильдавский В.Ю., Князева М.Г. Экспериментальное исследование мануальной асимметрии детей и подростков // Новые исследования по возрастной физиологии. - М.: Педагогика, 1987. - №1. - С. 26-28.

49. Вильдавский В.Ю., Князева М.Г. Экспериментальное исследование мануальной асимметрии детей и подростков // Новые исследования по возрастной физиологии. - М.: Педагогика, 1987. - №2. - С. 28-32.

50. Винер Н. Динамические системы физики и биологии // Вестник АН СССР. - 1964. - №7. - С. 43-45. [Перевод статьи в New Scientis. - 1964. - №375].

51. Влияние вариативных образовательных программ на уровень здоровья младших школьников / А.В. Шаханова, К.Д. Чермит, Н.Н. Хасанова и др. // Валеология. – 2001. - №3. - С. 23-28.

52. Воронцов Н.Н., Сухорукова Л.Н. Эволюция органического мира. - М.: Просвещение, 1991. - 298 с.

53. Гарднер М. Этот правый левый мир. - М.: Мир, 1967. – 266 с.

54. Гегель Г. Наука логики: В 3 т. - М., 1970. – Т. 3. - 316 с.

55. Герштейн С.С. Теория относительности и квантовая механика открывает мир античастиц // Соросовский образовательный журнал. - 1998. - №9. - С. 79-85.

56. Гинзбург В.В. Об асимметрии конечностей человека // Природа. - 1947. - №8. - С. 42 -46.

57. Глен Доман. Гармоническое развитие ребенка. – М.: Аквариум, 1996. - 441 с.

58. Голоухова Г.Н., Иорданова Ю.А. Сенсомоторные асимметрии у детей с нарушениями умственного развития //Современные проблемы и перспективы развития региональной системы комплексной помощи ребенку: Сб. материалов междунар. науч.-практ. конф. – Архангельск: Изд-во Поморского гос. ун-та, 2000. - С. 124-128.

59. Гольдштейн А.Б. Изменения некоторых функций опорно-двигательного аппарата в процессе физического воспитания у детей и подростков с отклонениями в состоянии здоровья. В кн.: Физическое воспитание школьников с отклонениями в состоянии здоровья. /Ред. Крячко И.А. - М.: Медицина, 1969. -С. 36-38.

60. Гончарова Г.А., Бутко А.Д. О влиянии современных тренировочных нагрузок на организм пловцов. В сб.: Врачебные наблюдения за спортсменами в процессе тренировки. М.: Физическая культура и спорт. 1966. - С. 179 – 191.

61. Гончарова Г.А. Морфофункциональная характеристика сердца юных спортсменов. //Теория и практика физической культуры. - 1988. - № 6. - С. 24 - 26.

62. Горохов А.Л. Исследование кислотно-щелочного равновесия

мочевины в крови у спортсменов. // Теория и практика физической культуры. - 1976. - № 1. - С. 22-26.

63. Горшков В.П., Фомин Н.А., Кузнецов В.Н. Возрастные особенности кислотно-щелочного равновесия крови у легкоатлетов. // Теория и практика физической культуры. - 1975. - № 4. - С. 37-39.

64. Готт В.С. Философские проблемы современной физики. - М.: Высшая школа, 1972. - 412 с.

65. Готт В.С. Философские вопросы современной физики. - М.: Высшая школа, 1988. - 469 с.

66. Готт В.С. Философские проблемы современного естествознания. - М.: Высшая школа, 1974. - 441 с.

67. Гужаловский А.А. Этапность развития физических (двигательных) качеств и проблема оптимизации физической подготовки детей школьного возраста: Автореф. дис. ... д-ра пед. наук. - М., 1979. - 58 с.

68. Гурова Е.В. Некоторые особенности асимметрии анализаторных систем головного мозга // Функциональная асимметрия и адаптация человека. - М.: Изд-во НИИ психотерапии МЗ РСФСР, 1976. - С. 56-59.

69. Даутов Ю.Ю. Выявление артериальной гипертонии и новые аспекты коррекции ранних форм гипертонической болезни: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. - Краснодар, 1994. - 16 с.

70. Двирский А.С. Влияние наследственных и генотипических факторов на проявление леворукости // Функциональная асимметрия и адаптация человека. - М.: Изд-во НИИ психотерапии МЗ РСФСР, 1976. - С. 26-27.

71. Деглин В.Л. Лекции по функциональной асимметрии мозга человека. - Амстердам; Киев: Изд-во АПУ, 1996. - 66 с.

72. Делокаров К.Х. Мировоззренческие основания современной цивилизации и ее глобальный кризис // Общественные науки и современность. - 1994. - №2. - С. 96.

73. Дембо А.Г. Актуальные проблемы современной медицины. - М.: Физкультура и спорт, 1980. - 367 с.

74. Дембо А.Г. Некоторые вопросы патологического сердца // Теория и практика физической культуры. - 1976. - №11. - С. 27-30.

75. Дмитриева Н.В. Симметричный подход к анализу электрокардиограммы // Известия АН СССР. Сер. биологическая. - 1989. - № 3. - С. 450-457.

76. Дмитриева Н.В. Симметричный подход к оценке функционального состояния организма человека // Известия АН СССР. Сер. биологическая. - 1990. - №1. - С. 52-65.

77. Доброхотова Т.А. Функциональная асимметрия мозга. - М., 1988. - 207 с.

78. Доброхотова Т.А. Эмоциональная патология при очаговом поражении головного мозга. - М., 1974. - 316 с.

79. Доброхотова Т.А., Брагина Н.Н. Асимметрия мозга и асимметрия сознания человека // Вопросы философии. - 1993. - № 4. - С. 123-134.

80. Доброхотова Т.А., Брагина Н.Н. Загадки неправорукого меньшинства человечества // Вопросы философии. - 1980. - №1. - С. 124- 134.

81. Доброхотова Т.А., Брагина Н.Н. Пространственно- временные факторы в организации нервно--психической деятельности // Вопросы философии. - 1975. - №5. - С.45-53.

82. Доброхотова Т.А., Брагина Н.Н. Функциональная асимметрия и психопатология очаговых поражений. - М., 1977. - 313 с.

83. Дубинин Н.П. Биологические и социальные факторы в развитии человека // Вопросы философии. - 1977. - № 2. – С. 64-68.

84. Дубов А.П. Симметрия функциональных процессов. – М.: Знание, 1980. - 83 с.

85. Дубров А.П. Симметрия биоритмов и реактивности. - М.: Медицина, 1987. - 176с.

86. Зальцман А. Г., Меерсон Я. А. О роли правого и левого полушарий головного мозга в процессах восприятия зрительной информации // Физиология человека. - 1990. - №5 (16). - С. 29-34.

87. Захарова Н.Г., Каплина Э.С. Эффективность различных методов физического воспитания страдающих ревматизмом в неактивной фазе. //Теория и практика физической культуры. - 1976. - N 5. - С. 42-46.

88. Здоровье и физическая подготовленность школьников как фактор эффективности инновационных образовательных программ / А.В. Шаханова, К.Д. Чермит, Н.Н. Хасанова и др. // Международная научно-практическая конференция «Биосфера и человек»: Материалы конференции. – Майкоп: Изд-во АГУ, 2001. - С. 311-315.

89. Ильин Е.П. Дифференциальная психофизиология. – СПб.: Питер, 2001. - 464 с.

90. Иорданская Ф.А., Кузьмина В.Н., Болотов Б.П. Функциональная готовность и состояние здоровья спортсменов в процессе долговременной адаптации к напряженным физическим нагрузкам. //Теория и практика физической культуры.. - 1988. - N 11. - С.32-36.

91. Иорданская Ф.А., Кузьмина В.Н., Калачева О.К., Чебураев В.С., Джумаев Х.К. Комплексная медико-биологическая методика определения специальной тренированности гимнастов //Теория и практика физической культуры. - 1984. - N 8. - С. 21-23.

92. Исследование механизмов формирования, развития и сохранения психофизического здоровья учащихся в динамике обучения по инновационным образовательным и физкультурно-оздоровительным программам / А.В. Шаханова, К.Д. Чермит, Н.Н. Хасанова и др. // Валеология . - 2002. - №3. - С. 9-15.

93. Казаков М.Б. Материалы врачебно-педагогических наблюдений за боксерами. В сб.: Врачебные наблюдения за спортсменами в процессе тренировки. -М.: Физическая культура и спорт, 1954. - С. 126-136.

94. Казначеев В.П., Чуприков А.П. Функциональная асимметрия и

адаптация человека // Функциональная асимметрия и адаптация человека. - М.: Изд-во НИИ психотерапии МЗ РСФСР, 1976. - С. 134-138.

95. Калинин В.М. Проблема гомеостаза в спорте: кислотно-основное состояние крови при адаптации к мышечной деятельности // Теория и практика физической культуры. - 1996. - №2. - С. 26-30.

96. Калинин В.М., Латышев В.И., Степанко М.М. Кислотно-основное состояние крови у спортсменов при мышечном покое // Теория и практика физической культуры. - 1980. - № 5. - С 16.

97. Карпман В.Л., Парин В.А. Сердечный выброс // Физиология кровообращения. Физиология сердца. - Л.: Наука, 1980. - С. 116-187.

98. Карпман В.Л., Хрущев С.В., Борисова Ю.А. Сердце и работоспособность спортсмена. - М.: Физкультура и спорт, 1978. - 254 с.

99. Карчикян С.И. К вопросу о происхождении праворуконости // Труды военно-медицинской академии им. Кирова. - Л., 1947. - Т. 38. - С. 57-59.

100. Карягина Н.В. Латеральное лимитирование нагрузки в процессе тренировки спортсменов: Автореф. дис. ... канд. пед. наук. - Краснодар, 1996. - 22 с.

101. Квашук П.В., Корженевский А.Н. Влияние нагрузок различной интенсивности на функциональное состояние лыжников-гонщиков // Теория и практика физической культуры. - 1989. - №1. - С. 27-30.

102. Келитов М.Ю. О природе и функциях философских дефиниций (историко-логический анализ) // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Общественные науки. - Ростов н/Д., 1997. - № 4. - С. 61-67.

103. Ковалев А.М. Наиболее общие законы природного мира // Вестник Московского университета. Сер. 7. Философия. - 1998. - № 3. - С. 34-51.

104. Ковалев А.М. Наиболее общие законы природного мира // Вестник Московского университета. Сер. 7. Философия. - 1998. - № 4. - С. 18-32.

105. Колков А.И., Харин В.Д. Гармония и регулирование жизнедеятельности человека. - Кемерово, 2001. - 264 с.

106. Колчинская А.З. Кислородные режимы организма ребенка и подростка. - Киев: Наукова думка, 1973. - 316 с.

107. Компонеец А.С. Симметрия в микро- и макромире. - М.: Наука, 1978. - 206с.

108. Коперник Н. Очерки нового механизма мира // Польские мыслители эпохи возрождения. - М., 1960. - 368 с.

109. Корженевский А.Н., Мотылянская Р.Е., Невмянов А.М. Анализ результатов неспецифических проб и тестов у представителей разных специализаций // Теория и практика физической культуры. - 1981. - №11. - С.21-24.

110. Коробко В.И., Примак Г.Н. Золотая пропорция и человек. - Ставрополь: Кавказская библиотека, 1993. - 174 с.

111. Корочкин Л.И. Взаимодействие генов в развитии. - М.: Наука, 1977. - 360 с.

112. Краснова А.Ф., Максимова Л.В., Малышева Н.М., Трофимец Ю.И. Использование методов биохимического контроля в мотоспорте. // Теория и практика физической культуры. - 1984. - № 12. - С 21-24.

113. Кудаев Э.А. Динамика линейных размеров сердца мальчиков и юношей в онтогенезе при различном уровне двигательной активности // Теория и практика физической культуры. - 1996. - № 3. - С. 40- 43.

114. Кудряшев Н.А. Симметрия алгебраических и дифференциальных уравнений // Соросовский образовательный журнал. - 1998. - №9. - С. 104-110.

115. Кураев Г.А., Бабенко В.В. Бинокулярная экспозиционная острота зрения как показатель раннего развития зрительного утомления при работе с компьютером // Валеология. - 1999. - №1. - С. 31-39.

116. Кураев Г.А., Бахтин О.М. Влияние слуховой дисфункции на формирование функциональной межполушарной асимметрии мозга // Валеология. - 2002. - №1. - С.50-55.

117. Кураев Г.А., Иваницкая Л.Н. Взаимосвязь развития тонкой моторики и высших психических функций ребенка: Обзор научной литературы // Валеология. - 1999. - №3. - С.46-49.

118. Кураев Г.А., Пожарская Е.Н. Диагностика школьной зрелости: Методические указания по спецкурсу "Валеология". - Ростов н/Д.: Изд-во УНИИ валеологии РГУ, 1999. - 36 с.

119. Кураев Г.А., Пожарская Е.Н. Методы оценки психомоторики и сенсорной организации индивида: Методические указания. – Ростов н/Д.: Изд-во УНИИ валеологии РГУ, 1999. - 35 с.

120. Кураев Г.А., Чораян И.О. Влияние личностных характеристик на параметры адаптивности и изменение психоэмоционального тонуса при умственных и физических нагрузках // Валеология. - 2001.- №1. – С. 4-13.

121. Лебедев В.М. Теоретическое и прикладное значение феномена асимметрии в спорте // Теория и практика физической культуры. - 1975. - № 4 – С..

122. Левченко В. Г. Мониторинг физического состояния школьников и подготовка будущих медицинских работников среднего звена к его проведению: Автореф. дис. ... канд. пед. наук. - Майкоп, 1998. – 20 с.

123. Лейбниц Г.- В. Сочинения: В 4 т. - М.: Мысль, 1982. - Т. 1. - 636 с.

124. Леутин В.П. Адаптационная доминанта и функциональная асимметрия мозга // Вестник АМН. - 1998. - Т. 10. - С. 10-14.

125. Литинский Г.А. Функциональная асимметрия глаз // Русский офтальмологический журнал. - 1929. - Т. 9. - №4. - С. 450 - 466.

126. Логинов А.А. Общие принципы управления (регулирования) в структуре двигательной активности (теоретический анализ) // Вопросы теории и практики физической культуры и спорта. – Минск: Высшейш. шк., 1975. - Вып. 4. - С. 189-227.

127. Ломов Б.Ф. О путях построения теории инженерной психологии на основе системного подхода: Хрестоматия по инженерной психологии / Сост. Б.А.

Душков, Б.Ф. Ломов, Б.А. Смирнов/ Под ред. Б.А. Душкова: Учеб. пособие. – М.: Высшая школа, 1991. –287 с.

128. Лурия А.Р. Высшие корковые функции. - М.: Изд-во МГУ, 1969. - 262 с.

129. Любомирский Л.Е. Возрастные особенности движения у детей и подростков. - М.: Педагогика, 1979. - 216с.

130. Мамгетов К.Ю. Функциональное состояние и физическое развитие детей Республики Адыгея: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. - Краснодар, 1995. - 22 с.

131. Марков В.А. Единство принципов симметрии, инвариантность и относительность в структуре научного знания // Вопросы теории познания диалектического материализма. – Рига: Изд-во Латвийского гос. ун-та им. Стучки, 1977. - С.41-43.

132. Марутаев М. А. Гармония как закономерность природы // Золотое сечение. Три взгляда на природу гармонии. - М.: Стройиздат, 1990. - С. 130-233.

133. Мерлин В.С. Проблемы экспериментальной психологии личности // Проблемы экспериментальной психологии личности. - Пермь, 1970. - С. 77-79.

134. Методы оценки межполушарной асимметрии и межполушарного взаимодействия / Е.Д. Хомская, Н.Н. Привалова, Е.В. Ениколопова и др. - М.: Изд-во МГУ, 1995. - 77 с.

135. Мещряков В.Г. Развитие представлений о гармонии в домарксистской и марксистско-ленинской философии. – Л.: Наука, 1984. - 466 с.

136. Мигдал А.Б. Поиски истины. - М.: Молодая гвардия, 1983. - 240 с.

137. Митин В.В. Морфофункциональные характеристики хоккеистов различных возрастных групп и квалификаций: Автореф. канд. дисс. - М., 1971. - 24 с.

138. Михайлов В.В. Дыхание спортсмена. - М.: Физическая культура и спорт, 1983. - 234 с.

139. Мотылянская Р.Е., Стогова Л.И., Иорданская Ф.А. Физическая культура и возраст. - М.: Физическая культура и спорт, 1967. - 386 с.

140. Мотылянская Р.Е., Найденышев А.С. Итоги врачебных наблюдений за футболистами. В сб.: Врачебные наблюдения за спортсменами в процессе тренировки. - М.: Физическая культура и спорт, 1954. - С.126-132.

141. Муравьева Л.Ф., Невмянов А.М., Цепкова Н.К. Проявление игровой специализации футболистов в адаптации их организма к тестирующей нагрузке// Теория и практика физической культуры. - 1984. - N10. - С. 23 - 24.

142. Муртузалиев М.М. Способы самоорганизации и саморазвития систем // Научная мысль Кавказа. - 1997. - №2. - С. 26-33.

143. Нейропсихология индивидуальных различий (левый - правый мозг и психика): Учеб. пособие / Е.Д. Холмская, И.В. Ефимова, Е.В. Будыка и др. - М.: Российское педагогическое агентство, 1997. - 281 с.

144. Немцова М.Г., Шафеева М.Г. Результаты врачебных наблюдений за велосипедистами-шоссейниками. В сб.: Врачебные наблюдения за спортсменами

в процессе тренировки. - М.: Физическая культура и спорт, 1954. - С. 97-114.

145. Никитюк Б.А. Всегда ли едины механизмы нормального и патологического морфогенезов? Опыт решения вопроса с позиции спортивной морфологии // Российские морфологические ведомости. - 1993. - № 5-8. - С. 30-36.

146. Никитюк Б.А. Очерки теории интегративной антропологии // Приложение к журналу "Интегративная антропология". - 1995. - №1. - Москва; Майкоп: Изд-во АГУ, 1995. - С. 202.

147. Никитюк Б.А. Соматотипология и спорт // Теория и практика физической культуры. - 1982. - №5. - С. 26-28.

148. Никитюк Б.А., Коган Б.И. Антропологические основы детско-юношеского и женского спорта // Новости антропологии и антропоэкологии. - Винница. - 1992. - №3. - С. 31-35.

149. Никифорова О.А., Заруба Н.А., Каленская Е.Н. Изменения функционального состояния организма первоклассников в зависимости от педагогической программы // Валеология. - 1997. - №3. - С. 21-24.

150. О направленности адаптивных перестроек сердца у юных спортсменов / Н.А. Фомин, Н.М. Горохов, А.В. Власов и др. // Теория и практика физической культуры. - 1991. - №5. - С. 18-21.

151. Образцов И.Ф., Ханин М.А., Бать О.Г. Биофизические основы термоизоляции гомойотермных // Доклады АН СССР. - Т. 227. - № 3. - С. 728-731.

152. Образцов И. Ф., Ханин М. А. Оптимальные биомеханические системы. - М.: Медицина, 1989. - 271 с.

153. Овчинников Н.Ф. Принципы сохранения. - М.: Наука, 1966. - 516 с.

154. Овчинников Н.Ф. Симметрия - закономерность природы и принцип познания // Принцип симметрии. - М., 1978. - С. 26-49.

155. Огнев Б.В. Асимметрия и экология // Функциональные асимметрии и адаптация человека. - М.: Изд-во НИИ психотерапии МЗ РСФСР, 1976. - С. 3-6.

156. Огнев Б.В. К вопросу о влиянии внешней среды на состояние и функции организма человека и животных // Вестник АМН СССР. - 1955. - Т. IV. - С. 23-28.

157. Онтогенетические особенности формирования психофизиологических механизмов роста, развития и адаптации детей в условиях вариативных образовательных сред / А.В. Шаханова, К.Д. Чермит, Н.Н. Хасанова и др. // Валеология. - 2002. - №3. - С. 15 - 21.

158. Орлова Г.С., Суркина И.Д., Большухина Л.А., Рябчиков О.П., Фролова М.А. Изменение иммунологической реактивности у лыжников на разных этапах тренировочного процесса. В сб.: Дозологические состояния у спортсменов и слабые звенья адаптации к мышечной деятельности. - М.: ВНИИФК, 1982. - С. 27-36.

159. Охрана здоровья населения России: Материалы межведомственной комиссии Совета Безопасности Российской Федерации по охране здоровья

населения (март-декабрь 1994 г.). - М.: Юридическая литература, 1995. – Вып. I. - 288 с.

160. Павлов И.П. Двенадцатилетний опыт объективного изучения высшей нервной деятельности (поведения) животных. - М., 1951. - 316 с.

161. Пахомов А.Ф., Измальцев А.М. Экспериментальное исследование по рациональному размещению индикаторных устройств в поле зрения оператора // Проблемы общей и индустриальной психологии. - Л.: Изд.-во ЛГУ, 1963. - С. 136-148.

162. Петухов С. В. Биомеханика, бионика и симметрия. - М.: Наука, 1981. - 240с.

163. Петухов С.В. Геометрия живой природы и алгоритмы самоорганизации. - М., 1988. - 56 с.

164. Рабинович Э.З. Температурный гомеостаз при мышечных нагрузках. - М.: ВНИИФК, 1978. - С. 22-41.

165. Равич-Щербо И.В. Роль среды и наследственности в формировании индивидуальности человека. – М.: Педагогика, 1988. - 159 с.

166. Розен Р. Принцип оптимальности в биологии. - М.: Мир, 1969. - 367 с.

167. Симерицкая Э.Г. Мозг человека и психические процессы в онтогенезе. – Л.: Изд.-во ЛГУ, 1985. - 397 с.

168. Скернявичус И.П., Милашюс К.М., Могильская Г.П. Влияние попеременной тренировки на некоторые показатели биохимического состава крови у лыжников-гонщиков. //Теория и практика физической культуры. - 1979.- №3. -С 21-23.

169. Соболевский В.И., Джаранян С.Л., Шамардин В.Н. Динамика физической и умственной работоспособности в зависимости от степени гипертермии организма спортсмена // Теория и практика физической культуры. - 1983. - №2. - С. 26-27.

170. Сперри Р. Глаз и мозг // Восприятие. Механизмы и модели /Под ред. Н.Ю. Алексеенко. - М., 1974. - 366 с.

171. Спрингер С., Дейч Г. Левый мозг, правый мозг. Асимметрия мозга. - М.: Мир, 1983. - 329 с.

172. Степанов В.С. «Симметрия - асимметрия» биомеханической структуры движения: Монография. – СПб.: Изд.-во СПбГАФК им. П.Ф. Лесгафта, 2000. – 94 с.

173. Страж В.А., Кузнецов С.П. Метаболические эффекты повторной кратковременной работы //Теория и практика физической культуры. 1980. - №7. - С. 13-17.

174. Судаков К.В. Системная интеграция функции человека: новые подходы к диагностике и коррекции стрессовых состояний // Вестник Российской академии медицинских наук. - 1996. - № 6. - С. 15-25.

175. Судаков К.В., Фудин Н.А., Мамедов А.М. и др. Системные принципы диагностики и коррекции состояния человека в условиях реального производства. ( Опыт работы МВК “Сапатрон”): Методические рекомендации // Под ред. К.В.

Судакова - М., 1990). - 98 с.

176. Сурова В.В., Матова М.А., Туровская З.Г. Асимметрия зрительного восприятия. - М.: Педагогика, 1988. - 284 с.

177. Суточные ритмы газообмена и кровообращения человека / Под ред. Г.Н. Окуновой. - Новосибирск: Наука, 1987. - 386 с.

178. Тарасов В.А. Мир, построенный на вероятности. - М.: Просвещение, 1984. - 316 с.

179. Ташпулатов М.Г. Исследование биоэлектрической активности мышц рук у грудных детей // Материалы 9-й научной конференции по возрастной морфологии, физиологии и биохимии. - М.: Просвещение, 1969. - С. 2-4.

180. Тихвинский С.Б. Влияние систематических занятий спортом на систему дыхания юных спортсменов//Детская спортивная медицина: Руководство для врачей/Под ред. С.Б. Тихвинского, С.В.Хрущева. – 2-е изд. перераб. и доп. – М., 1991. – С. 119-128.

181. Трапезов О.В. Эволюционирующие системы левосторонне асимметричны?// Философия. - 1996. - №5. - С. 46-51.

182. Туманян Г.С., Мартиросов Э.Г. Телосложение и спорт. - М.: Физкультура и спорт, 1976. - 289 с.

183. Удалова Г. П. Полушарная латерализация распознавания зашумленных зрительных стимулов у человека // Высшая нервная деятельность. - 1990. - №3 (40). - С. 426-434.

184. Урманцев Ю. А. Симметрия природы и природа симметрии. – М.: Мысль, 1974. - 229 с.

185. Ухтомский А.А. Очерки физиологии нервной системы // Ухтомский А.А. Собр. соч.: В 6 т. - Л., 1945. - Т. 4. - С. 130-181.

186. Физиологические ориентиры развития вариативного образования / А.В. Шаханова, К.Д. Чермит, Н.Н. Хасанова и др. // Развитие личности в образовательных системах Южно-Российского региона: Тезисы докладов IX годовичного собрания Южного отделения РАО и XXI региональных психолого-педагогических чтений Юга России. – Ростов н/Д.: Изд-во РГПУ, 2002. – Ч. 2. - С. 192-193.

187. Фитингоф В.П., Ивановская Т.В., Жуковская И.М. Использование системно-структурного анализа ЭКГ в практике валеологической диагностики: Материалы 3 конференции по валеологии. – [Электронный ресурс] // <http://valeo/rsu/ru/conference3/thesis78.html>.

188. Фомин Н.А., Филин В.П. На пути к спортивному мастерству. - М.: Физическая культура и спорт, 1986. -183 с.

189. Фомин Н.А. Физиология человека. - М.: Просвещение: Владос, 1995. - 416с.

190. Фомин Н.А., Горохов Н.М., Власов А.В., Решетов А.В. О направленности адаптивных перестроек сердца у юных спортсменов //Теория и практика физической культуры. -1991. - N5. - С. 18-21.

191. Фомин Н.А. Основы возрастной физиологии спорта. - Челябинск. Ч.1,

1973. 216 с.

192. Харитоновна Л.Г. Физиологические и биохимические аспекты адаптации к интенсивным нагрузкам бегунов на 400 м. с барьерами// Теория и практика физической культуры. - 1991. - №11. - С.9-12.

193. Хрипкова А.Г., Антропова М.В. Адаптация организма учащихся к учебной и физической нагрузкам. – М., 1982. – 222 с.

194. Хрущев С.В. Врачебный контроль за физическим воспитанием школьников. - М.: Медицина, 1977. - 212 с.

195. Хьюбел Д., Визель Т. Центральные механизмы зрения // Мозг. - М., 1982. - С.167-199.

196. Царегородцев Г.И. Диалектический материализм и медицина. - М.: Мысль, 1966. - 217 с.

197. Цветков В. Д. Ряды Фибоначчи и оптимальная организация сердечной деятельности млекопитающих. - Пущино: Изд-во НЦБИ АН СССР, 1984. - 19 с.

198. Цветков В. Д. Системная организация деятельности сердца млекопитающих. - Пущино: Изд-во ПНЦ РАН, 1993. - 134 с.

199. Цветков В.Д. Сердце, золотое сечение и симметрия. – Пущино: Изд-во ПНЦ РАН, 1999. – 152 с.

200. Цепкова Н.К. Влияние характера нагрузки на изменение кислотно-щелочного равновесия крови. В сб. трудов ВНИИФК "Медицинские проблемы высшего спортивного мастерства /Ред. Граевская Н.Д. - М., 1975. - С. 112-127.

201. Цепкова Н.К., Гончарова Г.А. Адаптация юных лыжников к предельным нагрузкам //Теория и практика физической культуры. - 1984. - №2. - С. 20-22.

202. Чаганашвили М.Г., Чутлашвили А.И., Датиашвили А.Г. Изменения веса и температуры тела у борцов в зависимости от объема и интенсивности тренировочных нагрузок // Теория и практика физической культуры. - 1975. - №- 6. - С. 35-36.

203. Чаговец Н.Р., Краснова А.Ф., Ленкова Р.И., Усик С.В., Максимова Л.В., Чумакова М.Г., Шерман Н.Б. Комплексный биохимический контроль при подготовке спортсменов в циклических видах спорта//Теория и практика физической культуры. - 1987. - №1. - С. 17-20.

204. Чаговец Н.Р., Максимова Л.В., Ленкова О.И., Краснова А.Ф. Особенности метаболизма у спортсменов в соревновательном периоде подготовки. //Теория и практика физической культуры. - 1983. - №9. - С. 20-23.

205. Чароян О.Г. Хаос, организация и самоорганизация систем // Научная мысль Кавказа. - 1997. - № 2. - С. 33-37.

206. Чебышев Н., Коган В. Основа развития современной высшей школы // Высшее образование в России. – 1998. - № 2. - С. 17-22.

207. Чермит К.Д. Диалектика симметрии-асимметрии в теории спортивной тренировки // Теория и практика физической культуры . - 1994. - № 8. - С. 29-32.

208. Чермит К.Д. Проявление гармонии на уровнях интегральной индивидуальности человека. // Психология сегодня: Ежегодник. - М., 1996. –Т. 2,

вып. 4. – С. 11-12.

209. Чермит К.Д. Симметрия - асимметрия в спорте. - М.: Физкультура и спорт, 1992. - 256с.

210. Чермит К.Д., Коблев Я.К., Хакунов Н.Х. Проявление правила «золотого вурфа» в строении и функциях спортсмена // Новости антропологии и антропозологии: Ежеквартальный научно-информационный вестник. – Винница. - 1992. -№ 1-2. - С. 43-44.

211. Чермит К.Д., Мамгетов К.Ю. Валеологическая антропология в оценке меры гармоничности развития человека // Очерки интегративной антропологии / Под ред. Б.А. Никитюк. - Майкоп: Адыгея, 1995. - С. 164-182.

212. Чермит К.Д., Мамгетов К.Ю., Мамгетова Л.К. Системно-симметричный метод оценки здоровья человека. – Майкоп: Изд-во Мин. науки и образования, 1994. - 152с.

213. Чермит К.Д., Мамгетова Л.К. Возможности определения гармонии развития человека (постановка проблемы) // Теория и практика физической культуры. – 1996. - № 3. - С. 10-16.

214. Чермит К.Д., Мамгетова Л.К. Симметрия - основной признак гармонического развития человека // Олимпийское движение и социальные процессы: Материалы VII Всероссийской науч.- практ. конф. - Краснодар, 1996. - Т. 2. - С. 186-188.

215. Чермит К.Д., Резников Ю.А., Корягина Н.В. Влияние "праворукой культуры" на формирование асимметрий школьников // Антропологическая психология и гипнология в профессиональной подготовке и оздоровлении человека: Материалы Междунар. конф. - Майкоп, 1992. - С. 70-71.

216. Чермит К.Д., Сташ К.Д., Заболотный А.Г. Методологические основы изучения гармоничности развития человека // Вестник Адыгейского государственного университета: Ежеквартальный научный журнал. – 1999. - №3. - С. 45-51.

217. Чермит К.Д., Тугуз Э.И., Абайдулин Т.Э. Становление индивидуального профиля функциональной асимметрии в возрасте 6 -11 лет//Теоретические и прикладные проблемы медицины и биологии. - Майкоп, 2003. - С. 460-465.

218. Чермит К.Д. Преломление общеприродного принципа «симметрия-асимметрия» в физическом воспитании: Автореф. дис. .. степ. д-ра пед. наук. - М., 1993. - 52с.

219. Черноситов А.В. Неспецифическая резистентность к экстремальным воздействиям в зависимости от характера функциональных межполушарных отношений: Автореф. дис.... д-ра биол. наук. – Ростов н/Д., 1995. - 56с.

220. Шадриков В.Д. Проблемы системного анализа профессиональной деятельности. – М.: Наука, 1982. –185 с.

221. Шапоренко П. Ф., Лужецкий В. А. Гармоническая соразмерность частей тела человека и принцип обобщенного золотого сечения // Морфология. - 1992. - Т. 103, №11-12. - С. 122-130.

222. Шапошников Е.А. Физическое совершенство детей и подростков:

- биологические, математические и эстетические основы. - Рязань, 1993. - 30с.
223. Шафрановский И.И. Симметрия в природе. - Л.: Недра, 1985. - 226 с.
224. Щедрина А.Г. Онтогенез и теория здоровья: методологические аспекты. – Новосибирск: Наука, 1989. - 136с.
225. Экстремальные принципы в биологии и физиологии / М.А. Ханин, Н.Л. Дорфман, И.Б. Бухаров и др. - М.: Наука, 1978. - 316 с.
226. Юшкевич Т.П. Асимметрия в развитии силовых качеств у бегунов на короткие дистанции.// Теория и практика физической культуры. - 1989. - № 3. - С. 33-36.
227. Annem M., Ockwell A. Birth order, birth stress and handedness. - Cortex, 1980. - Vol. 16, №1. – P. 181-187.
228. Annet M. Handed in the Children of Two Left Handed Parents // Quarterly Journal of Experimental Psychology . – 1974. - Vol. 65. – P. 129-131.
229. Annet M. Handedness in families. Ann Hum Genet. - 1973. – Vol. 37. - P. 93-105.
230. Bakan P., Dibb G., Reed P. Handedness and Birth Stress // Neuropsychologia. - 1973.
231. Bale P., Naught-davis P. The Physiques fitness and strength of top class women hockey players // The journal of Sport Medicine and Physical Fitness. - 1983. - Vol. 23, №1.
232. Basso A., Farabola M., Grassi M.P. Ester Aphasia in left-handers. Comparison of aphasia profiles and language recovery in non-righthanded and matched right-handed patients // Brain and Lang. - 1990. – Vol. 38, №2. - С. 233-252.
233. Berlin C., Hughes L., Lowe - Bell S. Right Ear Advantage in Children 5 to 13. - Cortex, 1973. - Vol . 9. - P. 394-402.
234. Cernacek J. S., Podivinsky T. Nieknore charakteristiky ontogenezy motorikej dominancie y postnatalnom voji // Bratisl. Iekar listy. - 1972. - №4. - P. 58.
235. Cernacek J.S., Jagr J.K. Dominancia ruky a nohy v detskue. Bratisl. Lekar listy. - 1968. - №5. - P. 9.
236. Clark M. Lefthandedness laterality characteristics and their educational implikation. – London, 1957.
237. Curie R. Oevres. - Paris, 1908.
238. Сльынчев П. Каранашев Г. Някоп данни за физическо развитие на болгарските спортисти //Трудове на висш. инст. за физ. культ. г. Димитров за 1963/64. - София: Медик. и физкульт., 1964. – Т. 7, кн. 5.
239. Сльынчев П. Комплексни спортивно-медицински наблюдения върху студенти-спортисти ( по данни от отборите ГТО гвещиее за Универсиада в София пред 1961) // Трудове на висшю ист.за физ. культ. г. Димитров за 1963ю Медю и физкюб. - София, 1964. - Т. 7, кн.5.
240. Dempsey J.A., Glednill N., Reddan W.G., Forster H.V., Hanson P.G., Clarmont A.D. " The Marathon", vol. 301, New York, Akademy of sciences, 1977. P. 243-261.
241. Ditchbun R., Ginsbog B. Involuntary eye movements during fixation //

- Journal of Physiology. - 1953. - Vol. 119. - P. 1-17.
242. Gisolfi C., Robinson S. J. Appl Physiol. 1970. Vol29. P. 161 -768.
243. Gregory A.H. Ear dominance for pitch // Neuropsychologia. – 1982. - Vol. 20, №2. - P. 173-176.
244. Hardyck C., Petrinovich L. Left-handedness // Psychological Bulletin. - 1977. - Vol. 84, №3.
245. Hildreth G. The development and training of hand dominance // Journal von. Psychology. – 1949. - Vol.75.
246. James K.P. Arch. Intern. Med.1974, 133 . N5, p. 841-864.
247. Lidwig W. Da.s Rechts. Linksproblem in tierreich und der Menschen. - 1988.
248. Nachmias I. Meridional variation in visual aenity and eye movements during fixation // I. Ort. Soc. Amer. - 1960. - Vol. 50. - P. 569-571.
249. Nachmias I. Two dimensional motions of the retinal image during monecular fixation // I. Ort. Soc. Amer. - 1959. - Vol. 49. - P. 901-908.
250. Pasteur L. Discours prononeйe dans la sйance pubigue tenue par Acadйvit franzaise le 27 avtil 1882. - P. 1882.
251. Pasteur L. Recherchers sur les relations gui penvent exister entre la fome crisfalline, la composition chimigue et lt sens de lf polarization rotatoire. 1848 // Ibid. - P. 81-82.
252. Rasmussen T., Milner B. The Role of Early Left - Brain in determining Lateralization of Cerebral Speech Functions. - New York, 1972.
253. Rife D.S. Handedness with special reference totwince // Genetics. – 1940. – Vol.25.
254. Rife D.S. Handedness and dermatoglyphics in twins // Human Biology. – 1943. – Vol. 18, №1.
255. Rife D.S. Heredity and handedntss // Scient Nonthy. – 1951. - Vol. 73.
256. Sperry R.W. Hemisphere diconntction and unity in conscions a wazeness // American Psychologist. - 1968.
257. Tanner J. The physique of the olympic Athlete. - London, 1964.
258. Thayer R.E. Activation-Deactivation Adjective Check List: Current Overview and Structural Analysis // Psychological Reports. - 1986. – №58. – P. 607-614.
259. Uhrbrock R.C. Laterality in Art // Journal of Aesthetics and Art Criticism, 1973. - №32. - P. 27-35.

*электронное научное издание*

**К.Д. Чермит, А.Г. Заболотный, А.А.Клименко**

# **СИММЕТРИЯ, ГАРМОНИЯ, АДАПТАЦИЯ**

**коллективная монография**

---

изображение на обложке [http:// www.freepik.com/terms\\_of\\_use](http://www.freepik.com/terms_of_use)

Подписано к использованию 03.09.2024 г.  
Объем 20,31 усл. печ. л.; 7 Мб  
ООО «ЭЛИТ». 385020, РФ, Республика Адыгея,  
г. Майкоп, а/я 09.  
E-mail: [elit-publishing@ya.ru](mailto:elit-publishing@ya.ru)