

**Федеральное медико-биологическое агентство Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное учреждение
«Государственный научный центр Российской Федерации –
Федеральный медицинский биофизический центр им. А.И. Бурназяна»
Медико-биологический университет
инноваций и непрерывного образования**

**Самойлов А.С., Рылова Н.В., Биктимирова А.А.,
Жолинский А.В., Тихонова О.А.**

ОСОБЕННОСТИ ЭНЕРГООБМЕНА У ЮНЫХ СПОРТСМЕНОВ

Москва 2023

УДК 347.157:796.01
ББК Р731
О75

Особенности энергообмена юных спортсменов/ Самойлов А.С., Рылова Н.В., Биктимирова А.А., Жолинский А.В., Тихонова О.А. – Москва: ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, 2023. 80 с.

Авторы:

Самойлов Александр Сергеевич – д.м.н., проф., член-корр. РАН генеральный директор ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России

Рылова Наталья Викторовна – д.м.н., проф., заведующая лабораторией спортивной нутрициологии Центра спортивной медицины и реабилитации ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России

Биктимирова Алина Азатовна – к.м.н., заместитель директора Департамента государственного регулирования в сфере спорта Министерства спорта Российской Федерации

Жолинский Андрей Владимирович – к.м.н., директор ФГБУ ФНКЦСМ ФМБА России

Тихонова Ольга Александровна – к.м.н., заведующая лаборатория мультидисциплинарных клинических исследований отдела №2 ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России

Рецензенты:

Казakov Владимир Федорович – доктор медицинских наук, профессор кафедры восстановительной медицины, курортологии и физиотерапии, сестринского дела с курсом спортивной медицины МБУ ИНО ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России

Пустовойт Василий Игоревич – доктор медицинских наук, зав. лабораторией больших данных и прецизионной спортивной медицины Центра спортивной медицины и реабилитации ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России

Многими авторами установлено, что при воздействии интенсивной физической нагрузки процессы клеточного метаболизма претерпевают определенные изменения. В результате дефицита кислорода в клетках в процессе цикла трикарбоновых кислот происходит накопление промежуточных продуктов обмена свободных жирных кислот. Текущие процессы ведут к нарушению функции клетки, и зачастую к ее гибели. Выраженность этих процессов увеличивается по мере возрастания степени гипоксии тканей, так как клеточный метаболизм зависит от адекватности снабжения тканей кислородом, а не только определяется количеством митохондрий и активностью окислительных ферментов в них. Скрытые нарушения клеточной энергетики могут быстро декомпенсироваться, и приводить к снижению активности ферментов митохондриальной дыхательной цепи, вследствие чего возникает широкий спектр метаболических функциональных нарушений. Изучение состояния энергообеспечения организма должно проводиться не только на клеточном уровне, но и на организменном в целом. Так как эффективность процессов тканевого дыхания обеспечивает высокий энергетический потенциал организма, что положительно влияет на выносливость и аэробную работоспособность.

ISBN 978-5-93064-246-9

© ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна
ФМБА России, 2023

© Авторский коллектив, 2023

Содержание

Введение	4
Глава 1. Обзор литературы	6
1.1. Особенности энергетического обеспечения мышечной деятельности у юных атлетов	6
1.2. Определение максимального потребления кислорода у юных спортсменов методом кардиореспираторного нагрузочного тестирования.....	14
Глава 2. Клинический материал и методы	
2.1. Материал исследования.....	21
2.2. Методы исследования	
2.2.1. Общие методы исследования	22
2.2.2. Специальные методы исследования.....	22
2.3. Методы статистической обработки.....	24
Глава 3. Клиническая характеристика наблюдаемых больных.....	25
Глава 4. Результаты исследования состояния карнитинового обмена	38
Глава 5. Изучение показателей аэробной работоспособности спортсменов.....	52
Заключение	63
Выводы.....	65
Список иллюстративного материала	66
Список литературы.....	67
Список используемых сокращений	78

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования

Состояние здоровья школьников и подростков вызывает беспокойство у педиатров. Устранение факторов риска, профилактика заболеваемости постепенно выходят на первый план в работе педиатра [Мальцев С.В., 2010]. Особое внимание при этом уделяется детям, занимающимся спортом, поэтому немалую важность представляет процесс подготовки юных спортсменов к соревнованиям и тренировкам в межсоревновательный период. Также необходимо тщательно подходить к вопросу системности и адекватности тренировочного процесса, психосоматического благополучия юных спортсменов, так как для достижения наилучших результатов спортсмены, как правило, прибегают к усиленным тренировкам [Ключников С.О. и соавт., 2010]. Существенное психологическое давление на юных атлетов, раннее начало занятий спортом и использование чрезмерно интенсивных физических нагрузок определяет перед врачом основную задачу – сохранение и преумножение здоровья детей, занимающихся спортом. [Балыкова Л.А. и соавт., 2014]. Нельзя забывать об индивидуальных особенностях организма каждого ребенка, что важно для сохранения его здоровья, предохранение от перенапряжений, ведущих к срывам и травмам и развитию определенных заболеваний.

Также стоит обратить внимание на риск развития тканевой гипоксии в ответ на интенсивные физические нагрузки. Важно помнить, что функциональные и метаболические процессы, механизмы адаптации и работоспособности имеют возрастные и половые особенности. Благодаря развитию метаболического направления в медицине появилась возможность создания надежного диагностического инструментария, позволяющего оценивать нарушения клеточной энергетике [Сухоруков В.С., 2009].

Многими авторами установлено, что при воздействии интенсивной физической нагрузки процессы клеточного метаболизма претерпевают определенные изменения. В результате дефицита кислорода в клетках в процессе цикла трикарбоновых кислот происходит накопление промежуточных продуктов обмена свободных жирных кислот. Текущие процессы ведут к нарушению функции клетки, и зачастую к ее гибели. Выраженность этих процессов увеличивается по мере возрастания степени гипоксии тканей, так как клеточный метаболизм зависит от адекватности снабжения тканей кислородом, а не только от количества митохондрий и активности окислительных ферментов в них. Поэтому для профилактики перетренированности и срывов адаптации у детей необходим всесторонний подход к изучению энергообеспечения физической деятельности.

Изучение состояния энергообеспечения организма должно проводиться не только на клеточном уровне, но и на организменном в целом. Так как эффективность процессов тканевого дыхания обеспечивает высокий энергетический потенциал организма, что положительно влияет на выносливость и аэробную работоспособность. А в детской практике в диагностике различных состояний особенно важно использование малоинвазивных и эффек-

тивных методов исследования процессов, происходящих под воздействием физической деятельности.

Вышеизложенное определяет цель и задачи настоящего исследования.

Цель исследования

Установить особенности карнитинового энергообмена и показателя аэробной работоспособности у юных спортсменов в зависимости от вида физической нагрузки.

Задачи исследования.

1. Изучить состояние карнитинового обмена у юных спортсменов, занимающихся разными видами физической нагрузки.
2. Оценить митохондриальный потенциал юного спортсмена в зависимости от содержания свободного карнитина и ацилкарнитинов и их соотношения.
3. Оценить возможности аэробной работоспособности юных атлетов в зависимости от типа физической нагрузки.
4. Выявить наличие взаимосвязей между показателями клеточной энергетики и аэробной работоспособности юных атлетов.

ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

1.1. Особенности энергетического обеспечения мышечной деятельности у юных атлетов

В современных условиях активного роста популярности детско-юношеского спорта, спорта высших достижений становится очень актуальным вопрос специализации детей и подростков в спорте, медицинского сопровождения, разработки адекватного тренировочного процесса, соревновательной деятельности и восстановления спортсмена. Успехи спортсменов на самом высоком уровне (олимпийских играх, чемпионатах мира) определяются совершенством организации детского и юношеского спорта. В целях сохранения здоровья юных атлетов на самых ранних этапах необходимо уделять много внимания медицинскому обеспечению детско-юношеского спорта [41]. Этот процесс представляет особый интерес, так как в различные возрастные периоды организм ребенка проходит процесс становления и имеет анатомо-физиологические особенности. На физическое и психосоциальное здоровье подростков оказывают влияние множество внешних факторов [30].

Спортивная медицина – это отдельная специфическая часть медицинской науки и практики, которая отвечает за медико-биологическое обеспечение подготовки спортсменов [16, 18, 59]. Данная область медицины включает в себя определение состояния здоровья и физического развития атлетов, а также диагностику, лечение и профилактику заболеваний и повреждений, связанных с занятиями физкультурой и спортом. Основной целью детской спортивной медицины является гармоничное развитие ребенка в рамках выбранного вида спорта с учетом его возрастных особенностей, функциональных возможностей, физического развития, в том числе полового созревания [35, 41]. В этом должны быть заинтересованы тренеры, врачи-педиатры, спортивные врачи. Особое значение должно придаваться анализу динамики физического развития, особенностям функционирования ведущих систем организма, в том числе опорно-двигательной. Врач совместно с тренером должен участвовать в медико-биологическом отборе в конкретные виды спорта, а также в организации тренировочного и восстановительного процессов с учетом специфики выполняемых упражнений. Медико-биологическая подготовка спортсмена является неотъемлемой частью как тренировочного, так и соревновательного процесса. Поэтому важным разделом спортивной медицины, как клинической дисциплины, является оценка функционального состояния спортсмена - тренированности. Решение этой задачи помогает врачу, тренеру и самому атлету наметить наиболее рациональные пути совершенствования спортивного мастерства [34, 64].

К сожалению, в детско-юношеском спорте существует ряд проблем, связанных с желанием достичь наивысших результатов в течение короткого периода времени. Очень раннее начало специализации детей (в возрасте 4-5 лет начинается отбор детей в таких видах спорта, как гимнастика, фигурное катание), желание тренеров и даже родителей получить результат неред-

ко приводит к истощению резервов детского организма, росту травматизма среди юных атлетов, ухудшению состояния здоровья ребенка [9, 10, 41]. Попытка достичь успеха любым способом зачастую приводит к тому, что в процессе подготовки юных спортсменов начинают использовать различные фармакологические препараты и другие методы. Неадекватные нагрузки, которым подвергается ребенок, рост объема и интенсивности тренировок отрицательно сказываются на функциональном состоянии и здоровье спортсменов задерживают физическое и половое развитие ребенка в силу физиологических особенностей организма [9, 16, 63].

Своевременное выявление факторов, отрицательно сказывающихся и ограничивающих физическую деятельность, умение устранять эти факторы и адекватное применение средств коррекции помогают достичь высоких результатов в спорте и сохранить здоровье спортсмена. Применение различных способов таких как, физическое воздействие, фармакологические средства позволяют повышать работоспособность и способность к быстрому восстановлению ресурсов организма спортсмена после интенсивной физической нагрузки. При использовании различных средств, воздействующих на механизмы энергообеспечения необходимо учитывать индивидуальные особенности организма каждого спортсмена, его спортивные достижения и квалификацию. Неправильное использование этих приемов может оказаться малоэффективным или отрицательно повлиять на здоровье спортсмена [35]. Вопросы адаптации юных спортсменов к физической нагрузке и другим стрессовым ситуациям, повышения работоспособности и скорейшего восстановления организма после нагрузки привлекают внимание специалистов [32]. Важнейшим механизмом, определяющим эти процессы, является продуцирование энергии в клетках.

При воздействии на организм спортсмена интенсивной физической нагрузки течение метаболических процессов претерпевает определенные изменения. В организме процессы энергообмена осуществляются за счет универсальных органелл — митохондрий [8, 40, 60, 61]. Основной путь ресинтеза АТФ — окислительное фосфорилирование с использованием углеводов и липидов в качестве энергетического субстрата [15]. В последние годы теория ремоделирования стала вытеснять представления о митохондриях, как о статичных субстанциях. Так, при определенных условиях митохондрии способны образовывать конгломераты или претерпевать процесс деления, сохраняя при этом общую наружную мембрану [44, 61]. Особое значение в последние годы приобретает понятие митохондриальная патология [66]. Согласно литературным данным, выделяют морфологические, биохимические критерии (цитохимические признаки угнетения активности ферментов СДГ, α -ГФДГ, ЛДГ, снижение уровня карнитина в крови) и клинические симптомы митохондриальной недостаточности (низкая толерантность к физическим нагрузкам, быстрая утомляемость) [60, 61].

Несмотря на то, что окислительная способность мышц определяется количеством митохондрий и активностью окислительных ферментов в них, клеточный метаболизм, в конечном счете, зависит от адекватности снабжения клеток в тканях кислородом [8, 34, 37, 40, 60, 61]. В результате дефицита

кислорода в клетках в процессе цикла трикарбоновых кислот [рисунок 1.1] происходит накопление промежуточных продуктов обмена свободных жирных кислот – ацилкарнитина, ацил-КоА, НАД•Н, угнетается пируватдегидрогеназа, соответственно, возможность утилизации пирувата устраняется, в результате чего он практически полностью превращается в лактат.

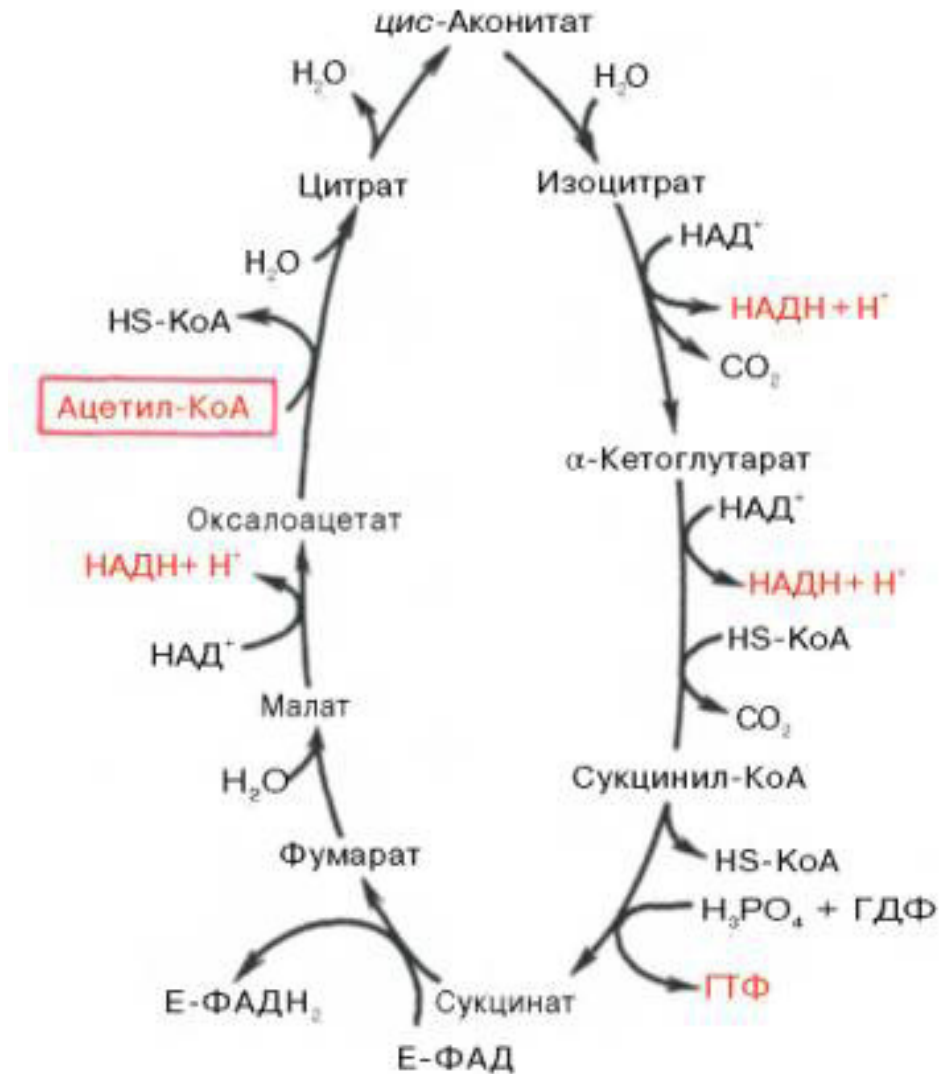


Рисунок 1.1 Цикл трикарбоновых кислот (цикл Кребса)

Лактат накапливается в цитозоле вместе с H^+ , что приводит к снижению внутриклеточного рН и нарушению функции клетки. Помимо этого, промежуточные продукты обмена свободных жирных кислот затрудняют перенос макроэнергических фосфатов через их мембрану, содействуя снижению энергодефицита и дальнейшей активации гликолиза. Выраженность этих процессов увеличивается по мере возрастания степени дефицита кислорода. Это способствует возникновению тяжелого ацидоза, что сначала приводит к функциональным нарушениям, повреждению мембран, а в итоге и к гибели клетки [22, 72, 73]. Таким образом, повреждение клеточных структур можно охарактеризовать последовательностью, представленной на схеме (Рисунок. 1.2).



Рисунок 1.2. Последовательность повреждения клеточных структур.

Карнитин – это вещество, которое необходимо для ведения метаболических процессов в клетке и поддержания сохранности тканей. Большинство клеток организма обладают способностью синтезировать эндогенный карнитин в течение всей жизни. Карнитин поступает с пищей или синтезируется из незаменимых аминокислот лизина и метионина [7, 58].

В стрессовой для клетки ситуации может возникать дефицит карнитина, что в первую очередь отражается на внутриклеточном его содержании (концентрация карнитина в плазме менее 20 мкмоль/л, а в тканях менее 20% от нормы). В условиях гипоксии изменяется метаболизм жирных кислот, который характеризуется нарушением бета-окислением жирных кислот. Этот процесс сопряжен со снижением уровня карнитина, в результате чего происходит внутриклеточное накопление жирных кислот, ацилкарнитинов, ацил-КоА. Повышенная концентрация ацил-КоА подавляет транспорт адениннуклеотидов в митохондриях, уменьшает активность ацил-КоА-синтетазы [11,12]. При дефиците ферментов, осуществляющих транспорт карнитина и его соединений через митохондриальные мембраны, возникает нарушение транспорта карнитина (рисунок 1.3) Дефицит карнитинпальмитоилтрансфераз нарушает транспортировку длинноцепочечных жирных кислот в комплексе с карнитином через митохондриальные мембраны, возникает дефицит ацетил-КоА, что уменьшает активность цикла Кребса [13].

В зависимости от причины дефицита карнитина выделяют первичный дефицит карнитина, обусловленный дефектом транспорта карнитина в клетки и ткани, который возникает при генетически детерминированных дефектах метаболизма карнитина, и имеет аутосомно-рецессивный тип наследования. Ген транспортер карнитина SLC22A5 экспрессируется в сердце, почках и скелетных мышцах. Вторичная недостаточность карнитина характерна для группы наследственных заболеваний обмена веществ, в том числе для болезней транспорта и окисления жирных кислот, органических ацидемий, наблюдается преобладание потерь карнитина над его поступлением. При этих состояниях происходит активное выведение конъюгатов карнитина с токсичными органическими кислотами через мочу, что и обуславливает низкий уровень карнитина

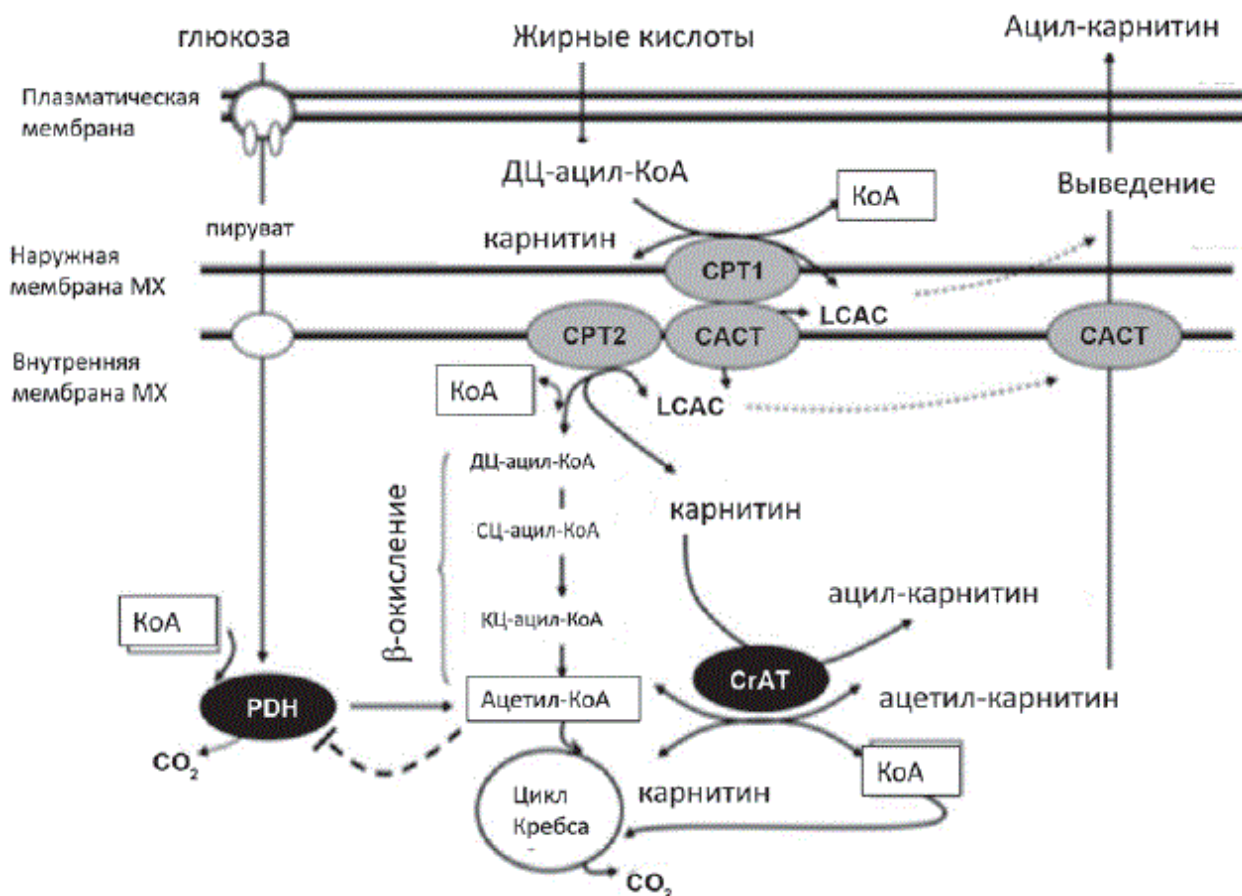


Рисунок 1.3. Участие карнитина в переносе длинноцепочечных жирных кислот через митохондриальную мембрану

в крови и тканях. Вторичный дефицит карнитина, связан с нарушением обмена органических кислот, дефицитом ацил-КоА-дегидрогеназ, дефектами в цепи дыхательных ферментов митохондрий и некоторыми соматическими заболеваниями и патологическими состояниями[11,14]. Симптомы недостаточности карнитина разнообразны и неспецифичны. При этом нарушается работа трех основных систем организма: сердечной мышцы; центральной нервной системы и скелетных мышц[15].

Суточная потребность организма в карнитине варьирует в широких пределах (200-50 мг). Часть её (25%) покрывается за счет эндогенного синтеза, а 75% за счет поступлений извне. Основная доля карнитина поступает в организм с пищей животного происхождения: молоко, мясо, рыба. Эндогенный синтез L-карнитина происходит в печени путем трансформации лизина, донатором метильных групп при этом является метионин. Источником лизина и метионина являются пищевые продукты, а также собственные белки мышечной ткани. В синтезе L-карнитина принимают участие витамины С, В3, В6, фолиевая кислота, железо и некоторые ферменты [15]. 97 % L-карнитина находится в скелетных мышцах и миокарде. Это ткани, которые используют жирные кислоты, в качестве главного источника энергии[16]. Эндогенный синтез карнитина снижается также при гипотрофии, поражении печени и почек, нарушении физического развития. Нарушение питания, поражение гастроудоденальной системы, сопутствующие заболевания, различные стрессовые ситуации не только ухудшают всасывание, но и ускоряют выведение карнитина из организма. Поэ-

тому при организации питания спортсменов необходимо учитывать белковую, энергетическую ценность продуктов, содержание жиров в рационе. Питание юных спортсменов с низким содержанием жиров подавляет запас триглицеридов, что клинически выражается в раннем наступлении утомления в процессе тренировок [17].

Впервые L-карнитин был выделен В.С. Гулевичем и Р. Кримбергом более ста лет назад – в 1905 г. из экстракта мышечной ткани. Структура карнитина была установлена в 1927 г, а его функции были изучены всего пятьдесят лет назад. Оказалось, что витаминоподобная аминокислота, которая способна синтезироваться в организме, является стимулятором окисления жирных кислот в энергетическом центре животной клетки. L-карнитин – это вещество из группы четвертичных аминов, которое играет важную роль в энергетическом обмене клетки: переносит свободные жирные кислоты из цитозоля внутрь митохондрии, таким образом, увеличивается поступление наиболее предпочтительных субстратов для окислительного метаболизма. А в условиях гипоксии данное вещество предотвращает накопление эфиров жирных кислот. При гипоксии тканей содержание L-карнитина снижается [18]. Потребность в L-карнитине зависит от возраста, вида спорта и повышается при физических и психо-эмоциональных нагрузках в 4–20 раз. Ежедневный пищевой рацион, включающий в себя полноценное разнообразное питание, то есть продукты, как животного, так и растительного происхождения, обеспечивает 25% потребности организма в L-карнитине. Поэтому становится необходимым прием препаратов L-карнитина для восстановления его уровня при интенсивных нагрузках [19,20]. При применении препаратов L-карнитина у юных спортсменов увеличивается длительность и интенсивность тренировок, повышается физическая выносливость, занятия становятся более эффективными [21,22]. Сочетанное применение L-карнитина с препаратами коэнзима Q10 приводит к активации митохондриального фермента сукцинатдегидрогеназы, то есть аэробного компонента. В результате комплексного воздействия энерготропных препаратов снижается потребность в дополнительном компоненте образования энергии – анаэробном [4]. При длительной нагрузке в аэробных условиях высвобождаются свободные радикалы, которые негативно влияют на митохондрии, угнетая их деятельность, что сказывается на энергообеспечении всего организма.

Представления о роли нарушений клеточной энергетики в течении самых разнообразных процессов и возможности применения средств коррекции расширяются благодаря развитию метаболического направления в медицине.

Так как при физической нагрузке необходимо более интенсивное обеспечение мышечной деятельности энергией, это ведет к истощению ресурсов организма, переутомлению и развитию энергодефицитного состояния. Проявляться переутомление может общим упадком сил, дисфункциями отдельных органов или систем, переутомлением, нервно-психическим стрессом. Симптомы перенапряжения разнообразны и включают в себя висцеральные проявления: дисфункции сердечно-сосудистой системы в виде нарушения реполяризации миокарда; снижение реактивности иммунной системы, что проявляется частыми респираторными вирусными инфекциями и аллергическими реакциями; уменьшение массы тела и мышечной массы; учащение травм и повреждений

[19]. Несмотря на то, что в такой ситуации организм человека может нормально функционировать, а в частности, спортсмен может демонстрировать неплохие результаты, в дальнейшем это приводит к развитию негативных последствий на психофизиологическом или соматическом уровне, а также к ухудшению спортивных показателей [3, 13]. Становится очевидным, что состояние энергодефицита требует коррекции.

Поддержание здоровья, предупреждение негативного влияния интенсивных физических нагрузок на организм спортсменов, ведущих к травмам и раннему окончанию карьеры, является одной из основных задач, стоящих перед спортивной медициной [1]. Повышение работоспособности, с медицинской точки зрения, состоит в разработке и применении таких средств, которые должны воздействовать на биохимические и функциональные резервы организма и отдалять наступление утомления [15]. Необходимо помнить, что при использовании методов, воздействующих на работоспособность, энергообеспечение и механизмы адаптации к физической нагрузке, важно учитывать индивидуальные особенности развития каждого спортсмена, возраст, пол, его спортивные достижения и квалификацию [9, 15].

При назначении фармакологических средств коррекции необходимо соблюдать рекомендации по их употреблению. Стоит обращать внимание на потребности органов и систем в соответствии с этапами подготовки спортсмена, возможность скорейшего приобретения качеств, присущих выбранному виду спорта (скорость, сила, выносливость, координация), необходимость получения эффекта суперкомпенсации для достижения максимального соревновательного результата [3]. Назначаемые фармакологические препараты должны повышать физическую работоспособность, психическую устойчивость и способность к быстрому восстановлению ресурсов организма и не выходить за рамки запрещенного списка, регламентированного Всемирным антидопинговым агентством [18].

Энерготропная терапия – это комплекс лечебно-профилактических мероприятий, призванных решить проблемы нарушения внутриклеточных процессов энергообмена. Применение средств энерготропной терапии при различных патологических состояниях (поражение сердечно-сосудистой, дыхательной, нервной систем), инфекционных заболеваниях, в том числе и у детей, изучено достаточно подробно. Существует множество примеров успешного, патогенетически обоснованного применения средств коррекции энергодефицитных состояний в клинической практике врача-педиатра. Многими авторами также предпринимаются попытки изучить возможность применения средств метаболической коррекции для повышения адаптационных процессов у юных спортсменов, так как на сегодняшний день приоритетны вопросы оздоровления, формирования здорового образа жизни, привлечение детей и подростков к активным, регулярным занятиям физической культурой и спортом [17,]. В отдельную группу были вынесены рекомендации по применению энерготропных препаратов для:

- 1) повышения адаптационного потенциала организма при повышенных нагрузках;

- 2) реабилитационных мероприятий при различных заболеваниях и повышения компенсаторно-адаптационных возможностей организма [61].

Энерготропными препаратами называются метаболически активные средства, мишенью которых являются механизмы энергетического обмена. Они оказывают воздействие на внутриклеточные процессы анаэробного и аэробного окисления [17, 61]. На биохимическом уровне потребность в них возникает при несоответствии уровня потребления тканями кислорода объему его доставки. К таким веществам относятся L-карнитин, коэнзим Q10, тиамин, янтарная кислота, никотинамид, рибофлавин, малат, витамины группы А, Е, В, цитруллин и другие препараты [5]. В зависимости от этапов клеточного метаболизма, на которые должно воздействовать вещество, выделяют несколько групп препаратов (табл. 1.1). Однако данное разделение является условным, так как представленные средства могут выполнять различные функции в метаболизме клетки [28].

Таблица 1.1. Средства, применяемые при нарушениях клеточного энергообмена [61].

Переносящие электроны	Витамины К1 и К3, коэнзим Q10, янтарная кислота, цитохром С, биофлавоноиды
Кофакторы энергообмена	Витамины группы В, РР, липоевая кислота, биотин, L-карнитин
Уменьшающие степень лактатацидоза	Димефосфон
Антиоксиданты	Витамины С и Е

Также существует классификация В.В. Гацуры (1984), согласно которой в клинической практике применяется несколько групп средств “метаболической” терапии. Они используются соответственно их роли в механизмах адаптации и компенсации сдвигов энергетического обмена.

- активаторы гликолитической энергопродукции (“Тексозофосфат”, гиалуронидаза, инсулин, витаминно-минеральные комплексы);
- активаторы продукции макроэргов в цикле Кребса (сукцинат, аспаркам, глутаминовая кислота);
- модуляторы жирового обмена (никотиновая кислота, эссенциале, антиоксиданты);
- экзогенные макроэргические фосфаты [4].

В практике наиболее целесообразным считается применение комплексов энерготропных препаратов, которые обладают способностью воздействовать на несколько звеньев клеточного энергообмена. Это объясняется тем, что не всегда удается выявить точечное повреждение митохондрий, так как в большинстве случаев симптомы митохондриальной дисфункции проявляются клинически, а на каком именно этапе произошел сбой, сказать сложно. Наличие же эффективного диагностического инструментария, разработка клинических, биохимических, морфологических и молекулярно-генетических критериев митохондриальной недостаточности, позволяет оценивать полисистемность нарушения клеточного энергообмена и воздействовать на него [26].

1.2 Определение максимального потребления кислорода у юных спортсменов методом кардиореспираторного нагрузочного тестирования

Для достижения наилучших результатов и сохранения здоровья в спорте необходимо развивать физическую работоспособность. Физическая работоспособность – это многофакторное явление, определяется как способность человека выполнять заданную работу с наименьшими физиологическими затратами с наивысшими результатами. Работоспособность подразделяют на общую и специальную. Общая физическая работоспособность – это уровень развития всех систем организма и физических качеств. Чем быстрее спортсмен выходит на необходимый уровень подготовленности, тем легче ему удержать уровень работоспособности. Специальная физическая работоспособность – это уровень развития определенных физических качеств и тех функциональных систем, которые непосредственно влияют на результат в избранном виде спорта. Единицы измерения, нормы и факторы в каждом виде спорта индивидуальны. Существует множество факторов, определяющих физическую работоспособность: соматическое благополучие органов и систем, скоростно-силовые и тактико-технические качества спортсмена, вид и уровень двигательной активности, степень развития его биоэнергетических возможностей (аэробных и анаэробных), а также психолого-педагогическая подготовка.

При исследовании общей работоспособности в детской спортивной медицине у юных атлетов необходимо учитывать возрастные особенности становления органов и систем и энергетические потребности организма. Стоит обратить внимание на высокий уровень возбудимости, повышенную реактивность, невысокие функциональные возможности аппарата кровообращения и несовершенную его регуляцию, менее экономичный расход энергии, значительно уменьшенные возможности удовлетворения кислородного запроса, более низкие показатели максимального потребления кислорода (МПК) и сниженные возможности выполнения аэробных нагрузок, выраженные сдвиги вегетативных функций при физической нагрузке и более длительный восстановительный период [1]. Наиболее высокие относительные значения показателя общей физической работоспособности регистрируют у детей 7-9 лет. До 12 лет они остаются относительно стабильными, а в возрасте 13-15 лет отчетливо снижаются.

Работоспособность всех органов и систем, в частности, сердечно-сосудистой и респираторной, определяет выносливость организма спортсмена. Для выполнения длительной работы во всех видах спорта необходимо развитие такого качества, как выносливость. Выносливость специфична и основные ее различия проявляются в зависимости от специфики двигательной деятельности спортсмена. В зависимости от типа и характера выполняемой физической (мышечной) работы различают следующие типы выносливости:

1. статическую и динамическую выносливость, т. е. способность длительно выполнять соответственно статическую или динамическую работу;
2. локальную и глобальную выносливость, т. е. способность длительно осуществлять соответственно локальную работу (с участием небольшого числа мышц) или глобальную работу (при участии больших мышечных групп – более половины мышечной массы);

3. силовую выносливость, т. е. способность многократно повторять упражнения, требующие проявления большой мышечной силы;
4. анаэробную и аэробную выносливость, т. е. способность длительно выполнять глобальную работу с преимущественно анаэробным или аэробным типом энергообеспечения.

В спортивной физиологии выносливость обычно связывают с выполнением таких спортивных упражнений, которые требуют участия большой мышечной массы (около половины и более всей мышечной массы тела) и продолжаются непрерывно в течение 2-3 мин и более благодаря постоянному потреблению организмом кислорода, обеспечивающего энергопродукцию в работающих мышцах преимущественно или полностью аэробным путем. Иначе говоря, в спортивной физиологии выделяют понятие выносливость и определяют её как способность длительно выполнять глобальную мышечную работу преимущественно или исключительно аэробного характера [18].

В упражнениях, энергетическая стоимость которых не превышает максимальных величин аэробного (окислительного) производства энергии, преобладает аэробная выносливость, а с увеличением мощности работы до уровня, когда аэробных источников энергии для ее выполнения уже не хватает, вступает в силу анаэробный компонент выносливости. Аэробная выносливость организма характеризуется, как способность человека длительно выполнять глобальную мышечную работу преимущественно аэробным путем преобразования энергии. Поэтому в видах спорта, требующих проявления выносливости, спортсмены должны обладать большой аэробной производительностью организма, а именно, высокой максимальной скоростью потребления кислорода и способностью длительно поддерживать ее во время выполнения физической нагрузки.

В спортивной физиологии применяется большое количество методик для определения аэробной производительности. Преимущественно эти тесты носят нагрузочный характер. Проведение теста с физической нагрузкой является универсальным методом выявления процессов нарушения толерантности к интенсивной физической нагрузке, в частности, у спортсменов, а также дает возможность оценить уровень физической работоспособности независимо от внешних факторов [2]. [2, 3]. При проведении нагрузочных тестов необходимо соблюдать требования Всемирной организации здравоохранения для обеспечения безопасности спортсмена во время проведения процедуры, а также для получения максимально достоверного результата. При этом применяемая нагрузка должна быть легко осуществимой и повторяемой, не требовать особых навыков выполнения или высокой координации движений, давать возможность изменения интенсивности нагрузки в необходимых пределах. Преимущество также отдается тем видам нагрузки, при выполнении которых регистрация показателей может быть выполнена непосредственно во время тестирования [4, 5]. Полученные данные должны иметь количественное выражение [14]. Проведение нагрузочных тестов позволяет решить широкий круг задач. С их помощью проводится определение общей работоспособности организма и решение вопроса о наиболее успешной специализации детей и подростков в спорте. После получения результатов функциональных проб появляется возможность прогнозирования возможных результатов и разработка эффективных профи-

лактических мер для предотвращения соматических заболеваний, различных повреждений и травм [6, 7].

Наиболее надежным и информативным вариантом дозирования нагрузки и определения выносливости спортсмена является велоэргометрия со ступенчато повышающейся нагрузкой, применение которой обоснованно и физиологически корректно у детей старше 10-12 лет [8]. При велоэргометрии необходимо обеспечить максимальную интенсификацию физиологических систем и вовлечение в процесс 60-70% мышц. Кардиореспираторное нагрузочное тестирование является одним из видов нагрузочных проб с велоэргометрией. Это метод, который широко используется в современной спортивной медицине. Данная проба позволяет оценить функцию сердечно-сосудистой и бронхо-легочной систем, которая заключается в поддержании клеточного дыхания. Эти две системы являются ведущими в процессах аэробного энергообеспечения, то по их показателям можно судить о физической работоспособности организма в целом. Данный функциональный тест также называют эргоспирометрией, и его преимуществом является неинвазивность и простота получения показателей. Таким образом, у спортсмена, прошедшего эргоспирометрию можно определить систему органов, которая ограничивает работоспособность; уровень нагрузки, при которой организм атлета обеспечивает адекватное потребление кислорода; установить количественное значение максимального потребления кислорода (МПК) [1].

Максимальное потребление кислорода (МПК), с точки зрения физиологии, является мерой аэробной мощности и интегральным показателем состояния транспортной системы кислорода (O₂). Аэробная работоспособность у спортсмена тем выше, чем выше уровень МПК. Основной задачей организма во время интенсивной физической нагрузки является адекватное обеспечение тканей кислородом. МПК - это то количество кислорода, которое организм способен усвоить за 1 минуту; данные выражаются в единицах л/мин или в мл/мин/кг [3]. Еще в 1929 году А. Гиллом было впервые отмечено, что способность мышц к выполнению механических усилий может быть оценена с помощью измерения количества кислорода, поглощенного ими в процессе выполнения работы. Максимальное потребление кислорода зависит от двух основных факторов: совершенства кислородтранспортной системы (соматического благополучия сердечно-сосудистой и респираторной систем) и способности скелетных мышц усваивать поступающий кислород. Таким образом, можно предположить, что снижение МПК может быть связано либо с низкими окислительными возможностями работающих мышц, либо с неблагополучием со стороны сердечно-сосудистой и легочной систем [4]. При построении тренировочного процесса для увеличения аэробной производительности следует учитывать три составляющие, которые определяют величину МПК:

- Объем сердечного выброса (в минуту);
- Способностью крови транспортировать кислород (определяется содержанием гемоглобина в красных кровяных клетках – эритроцитах);
- Количество скелетных мышц, задействованных в упражнениях и способность мышц использовать поставляемый кислород.

Из перечисленных факторов, определяющих величину максимального потребления кислорода, наиболее важным, с точки зрения совершенствования тренировок, является роль скелетных мышц. Чем большее количество скелетных мышц задействовано в упражнениях, тем больше потенциал всего организма для повышения МПК. Кроме того, способность мышц потреблять поставляемый кислород определяется и типом мышечного волокна [5]. Известен тот факт, что у спортсменов с одинаковыми величинами максимального потребления кислорода отмечается разные спортивные результаты и достижения. Это объясняется тем, что в соревновательный период в видах спорта на выносливость, результат определяется не столько самой аэробной мощностью, но сколько процентом ее использования в процессе интенсивной мышечной деятельности. Соответственно, высокого результата добиваются те, у кого выше процент использования аэробного потенциала.

Величина МПК также зависит от пола, возраста, вида спорта, физической подготовленности спортсмена, массы и композиционного состава тела и варьирует в широких пределах [6]. Так, МПК у нетренированных лиц мужского пола в среднем составляет 3,5 л/мин или 45 мл/кг/мин, у женщин эти показатели приблизительно равны 2 л/мин или 38 мл/кг/мин. Эти показатели могут улучшаться в ходе тренировочного процесса [7]. Значения МПК Miguel Indurain, пятикратного чемпиона элитной велогонки Тур де Франс достигали значений 88 мл/кг/мин.

Различают абсолютные и относительные показатели МПК. Абсолютные показатели МПК (л/мин) находятся в прямой связи с массой тела. Поэтому в плавании, гребле, конькобежном спорте наибольшее значение имеет именно этот показатель. Относительные же показатели МПК (мл/кг*мин) у высококвалифицированных спортсменов находятся в обратной зависимости от содержания жира в организме [16, 19]. Поэтому, например, бегуны на длинные дистанции или лыжники-марафонцы, как правило, имеют минимальное количество жировой ткани и относительно небольшой вес тела, соответственно у этих спортсменов описываются наибольшие относительные показатели МПК. Таким образом, в видах спорта, требующих большие аэробные затраты возможности спортсмена правильнее оценивать по относительному МПК [16, 19-22].

Аэробная производительность имеет возрастные особенности, что необходимо учитывать при построении тренировочного и восстановительного процессов. Физиологические особенности энергообеспечения мышечной деятельности позволяют нам говорить о лучшей переносимости аэробных нагрузок детьми подросткового возраста. Становлением системы энергообеспечения начинается с 6-летнего возраста, когда увеличиваются окислительные возможности митохондрий, а также повышается интенсивность кровоснабжения мышц. В дальнейшем (в возрасте 7-10 лет) происходит увеличение аэробных возможностей, но прирост относительных и абсолютных величин МПК остается незначительным. Имеются данные, что в младшем школьном возрасте дети обладают выносливостью при интенсивных и длительных физических нагрузках. Однако пубертатный период характеризуется наиболее низкой экономичностью функционирования сердечно-сосудистой системы. В возрасте 12-14 лет необходимо помнить о физиологических особенностях организма

ребенка, в частности, более низкое содержание гемоглобина, которое обуславливает низкие показатели кислородной ёмкости крови [8]. В последующем наблюдается наибольший годовой прирост аэробной производительности у мальчиков в 13-14 лет (МПК вырастает в среднем на 28%). Повышение уровня МПК у подростков связано с интенсивным ростом и прибавкой массы тела. Максимальный прирост абсолютной величины МПК наблюдается с 15 до 16 лет; у девочек наибольший прирост приходится на 12-13 лет (МПК возрастает на 17%). После 16 лет прирост абсолютной величины МПК становится мало заметным. Максимальные абсолютные величины аэробной производительности у мальчиков достигаются к 18 годам, у девочек – к 15. Таким образом, максимальный прирост анаэробной работоспособности приходится на возраст 15 лет, что можно объяснить, в том числе и увеличением количества гликолитических волокон в мышцах [6, 8-10]. Однако время удержания высоких значений МПК у детей и подростков значительно меньше, чем у взрослых. В ряде работ утверждается, что дети и подростки не могут иметь высокие значения МПК в абсолютных единицах и поэтому их работоспособность существенно ниже по сравнению с взрослыми. Увеличение абсолютных величин данного параметра происходит до пубертатного периода, а иногда в возрасте до 25 лет. В связи с этим абсолютные показатели аэробной мощности у детей и подростков не достигают среднего значения в 3,5 л/мин, как у взрослых.

Существует много разнообразных методов определения максимального потребления кислорода. Это прямой и непрямой (прогностический) методы. В их основе лежат рекомендации специальной комиссии ВОЗ по стандартизации тестирования физической работоспособности человека. При обследовании высококвалифицированных спортсменов рекомендуется измерение МПК прямым методом. Основным принципом тестирования является использование нагрузок, вызывающих максимальную мобилизацию системы кислородного обеспечения организма, например, с помощью велоэргометра [16]. Существует различные виды нагрузок при проведении тестов. Для велоэргометрии предпочтительно использовать нагрузки возрастающей мощности «до отказа». При этом в первые две минуты теста исследуемый крутит педали без какой-либо нагрузки, затем происходит ступенчатое увеличение нагрузки каждые 2 - 4 минуты на 25-50 Вт. Мощность повышается до тех пор, пока испытуемый в состоянии продолжать педалирование, то есть «до отказа» [4]. Вращение педалей должно происходить с постоянной скоростью – около 60-80 оборотов в минуту. Непосредственно для определения величины максимального потребления кислорода во время проведения тестов производится анализ выдыхаемого через рот воздуха с помощью газоанализатора Холдена (воздух забирается в мешки Дугласа за определенные отрезки времени) или автоматических анализаторов. Автоматические анализаторы позволяют непрерывно регистрировать концентрацию кислорода и углекислого газа в выдыхаемом воздухе в состоянии покоя, непосредственно во время нагрузки и в восстановительном периоде. Регистрация исследуемых показателей проводится каждую минуту, при каждой регистрации вычисляется дыхательный коэффициент. [17]. Спортсменам, принимающим участие в исследовании, рекомендуется избегать тренировок в день проведения кардиореспираторного нагрузочного тестирования и интенсивных

физических нагрузок накануне. Тест рекомендуется проводить через 2-3 часа после приема пищи, преимущественно в первой половине дня [18].

Помимо МПК аэробная работоспособность зависит также от анаэробного порога (ПАНО) [1]. Порог анаэробного обмена (или лактатный порог) – важнейший индикатор интенсивности работы на выносливость, что диктует необходимость контроля уровня лактата в крови спортсменов в ходе тренировочной и соревновательной деятельности [11]. Таким образом, ПАНО отражает эффективность использования аэробного потенциала организма. Для детей младшего школьного возраста и подростков характерна достаточно высокая эффективность аэробного обеспечения мышечной деятельности в зонах умеренной и большой мощности. Ряд авторов полагает, что для достижения максимальной аэробной работоспособности, интенсивность выполняемой нагрузки должна соответствовать уровню ПАНО. Данное утверждение распространяется как на спортивную, так и на оздоровительную тренировку, в процессе которых развивается общая выносливость организма. ПАНО характеризуется уровнем потребления кислорода при физической нагрузке, выше которого анаэробный механизм синтеза АТФ дополняет аэробный путь. Данный показатель является косвенной характеристикой выносливости, также он является очень вариабельным, так как зависит от многих факторов (режим тренировок, диета, соматическое здоровье спортсмена). Однако на ПАНО не влияет настрой или мотивация атлета, в отличие от прямого метода определения МПК, поэтому целесообразно определять индивидуальный показатель ПАНО.

Большинство упражнений выполняется спортсменом на уровне аэробного обмена, то есть не достигают ПАНО, однако при достижении уровня анаэробного обмена продолжительность занятий существенно снижается, так как возникает состояние так называемого «кислородного долга» [12]. Тренировка на выносливость определяется как упражнения продолжительностью 20 минут или больше с использованием аэробных систем окисления в скелетных мышцах. Во время такого процесса мышцы работают на субмаксимальном уровне, так как при нагрузках высокой интенсивности не происходит тренировка аэробной работоспособности. Мышцы, тренированные таким образом, имеют большую способность извлекать кислород из крови. Это объясняется, в том числе и наличием ферментов, отвечающих за метаболизм жирных кислот, которые являются самым энергетически богатым субстратом [13].

Для определения физической работоспособности в настоящее время также довольно часто используют тест PWC 170 (в переводе с английского Physical Working Capacity - физическая работоспособность). Его значение заключается в определении физической работоспособности при пульсе 170 ударов в минуту. На этом уровне ЧСС работа кислородтранспортной системы происходит на самом оптимальном уровне, также при ЧСС 110-170 уд/мин отмечается линейная зависимость от мощности нагрузки. В основе этого теста лежат два факта: учащение ЧСС при интенсивной мышечной работе прямо пропорционально ее интенсивности (мощности), а также то, что степень учащения ЧСС при всякой нагрузке обратно пропорциональна способности испытуемого выполнять мышечную работу данной интенсивности. Из этих фактов следует то, что ЧСС является надежным критерием для оценки физической работоспособности. Та-

ким образом, величина PWC 170 соответствует такой мощности физической нагрузки, которая приводит к повышению ЧСС до 170 уд/мин. Тест PWC 170 основан на том, что при нахождении величины мощности той нагрузки, при которой ЧСС увеличивается до стандартного уровня (170 уд/мин).

Существует большое количество модификаций проведения теста PWC 170. Одним из наиболее доступных вариантов считается степэргометрический вариант. В ходе исследования испытуемому предлагается выполнить две нагрузки умеренной интенсивности: восхождение на ступеньки высотой от 20 до 50 см. В состоянии покоя у испытуемых определяется исходный уровень ЧСС. Тест проводится без предварительной разминки, каждая нагрузка выполняется по 5 минут с определенной частотой восхождений на ступеньку. После трех минут отдыха выполняется вторая нагрузка. За 30 секунд до окончания времени нагрузки определяются ЧСС. Показатель работоспособности рассчитывается по формуле. Но отдельно взятые значения PWC170 не позволяют судить однозначно о направленности физиологических процессов, обеспечивающих физическую работоспособность спортсмена [23]. При анализе данных, полученных после проведения теста PWC 170, следует учитывать, что в возрасте 10-12 лет взаимосвязь относительных и абсолютных показателей PWC 170 с антропометрическими показателями статистически недостоверна. Поэтому, в возрасте 10-15 лет лучше ориентироваться на относительные значения.

Таким образом, для исследования общей физической работоспособности, а также аэробного её компонента необходимо определение МПК. Для этого рекомендуется применение велоэргометрии (частного ее проявления – каридореспираторного нагрузочного тестирования), что является наиболее доступным и достоверным тестом, так как в процессе работы обеспечивается максимальная интенсификация работы физиологических систем организма. При определении МПК важно учитывать возрастные и анатомо-физиологические особенности организма спортсмена и вид спорта, который требует максимальной аэробной работоспособности. Для получения наивысших значений МПК необходимо уделять внимание совершенствованию системы транспорта кислорода, способности скелетных мышц усваивать поступающий кислород, состоянию сердечно-сосудистой и легочной систем, а также композиционному составу тела. Анализ полученных результатов максимального потребления кислорода дает возможность выявлять наиболее перспективных и тренированных спортсменов, выстраивать тренировочный процесс с учетом потребностей и возможностей организма, а также наблюдать за динамикой функциональных показателей. Для подготовки спортсмена высокого уровня необходимо знание и применение в процессе тренировки физиологических и функциональных особенностей организма. Это дает возможность избегать перетренированности, травм и срывов, а также применять наиболее рациональные средства для восстановления спортсменов.

ГЛАВА 2. КЛИНИЧЕСКИЙ МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1. Материал исследования

Научное исследование включало в себя: отбор юных спортсменов в соответствии с критериями включения и исключения, получение добровольного информированного согласия на обследование, анализ истории развития, оценка физического развития, подробное анкетирование, применение специальных методов исследования (биоимпедансметрия, кардиореспираторное нагрузочное тестирование), а также забор биологического материала для проведения тандемной хромато-масс-спектрометрии.

Определение уровня ацилкарнитина методом тандемной хромато-масс-спектрометрии проводилось на базе лаборатории молекулярной и биохимической диагностики НИКИ Педиатрии ГБОУ ВПО РНИМУ им. Пирогова Минздрава России, г. Москва. Биоимпедансметрия, кардиореспираторное нагрузочное тестирование проводилось на базе кафедры естественно-научных и медико-биологических дисциплин ФГБОУ ВПО «Поволжская государственная академия физической культуры, спорта и туризма», г. Казань.

В исследование было включено 93 спортсмена в возрасте от 12 лет до 17 лет 11 месяцев. Занятия спортом – интенсивная физическая нагрузка не менее 12 часов в неделю в течение последних 6 (или более) месяцев. Спортсмены были разделены на 2 группы согласно «Олимпийской классификации видов спорта». Эта классификация основана на учете основных закономерностей соревновательной и тренировочной деятельности в различных видах спорта. Таким образом, в исследовании приняли участие представители спортивных игр (хоккей на траве) и циклических видов спорта (плавание). Контрольную группу составили 7 учеников лицея-интерната «IT Лицей Казанского (Приволжского) федерального университета», а также 21 ученик общеобразовательной школы №15 г. Казани. Занятия спортом – нерегулярная низкая физическая нагрузка. Уроки физического воспитания проводятся не более 3 раз в неделю.

Критерии включения детей в исследование:

- спортсмены в возрасте от 12 лет до 17 лет 11 месяцев, занимающиеся интенсивной физической нагрузкой не менее 12 часов в неделю в течение последних 6 (или более) месяцев;
- дети в возрасте от 12 лет до 17 лет 11 месяцев, занимающиеся низкой физической нагрузкой нерегулярно для создания контрольной группы.

Критерии исключения детей из исследования:

- спортсмены, не достигшие возраста 12 лет и старше 18 лет.
- дети, занимающиеся спортом нерегулярно или менее 3 раз в неделю, младше 12 лет.
- спортсмены, получавшие энерготропную терапию в течение 6 или менее месяцев до исследования.

2.2. Методы исследования

При исследовании детей, были использованы общеклинические и специальные методы обследования.

2.2.1 Общеклинические методы исследования.

Они включали в себя:

- Сбор анамнеза жизни, включая семейный анамнез;
- Анализ истории развития ребенка (амбулаторная карта, данные медицинских осмотров, диспансеризаций), его физического развития и соматического благополучия;
- Определение объективного статуса больного: оценка общего состояния на момент осмотра, физикальное обследование больного по органам и системам. Оценка клинико-лабораторных показателей (общий и биохимический анализы крови, общий анализ мочи, УЗИ органов брюшной полости);
- Подробное анкетирование, для установления особенностей питания юных спортсменов. Анкета включает в себя вопросы режима дня, кратности и частоты питания, вкусовых пристрастий, применения витаминных комплексов, БАДов, энерготропных препаратов.

2.2.2..Специальные методы исследования.

– Жидкостная тандемная хромато-масс-спектрометрия.

Для лабораторной диагностики нарушений метаболизма ацилкарнитиннов (жирных кислот) применялся метод жидкостной тандемной хромато-масс-спектрометрии с ионизацией в электроспрее. Удобство применения этой методики заключается в том, что имеется возможность использовать сухие пятна крови с длительным сроком хранения после высушивания. Данный метод реализуется на тандемных хромато-масс-спектрометрах фирмы «Agilent 6410». Жидкостные хромато-масс-спектрометры предназначены для высокочувствительного количественного анализа следовых концентраций вещества. Образец крови из пальца исследуемого отбирается на специальную бумагу Watman 903, высушивается на воздухе при комнатной температуре и отсутствии прямых солнечных лучей и отправляется в лабораторию. В лаборатории для проведения анализа из сухого пятна при помощи специального инструмента вырезается проба диаметром 3.1 мм, соответствующая 3.2 мкл крови, обрабатывается согласно общепринятой преаналитической процедуре и вводится в хромато-масс-спектрометр. Затем проводится собственно хромато-масс-спектрометрия, результат автоматически обрабатывается ЭВМ и выводится в виде индивидуального отчёта. Масс-спектрометрия - метод исследования вещества путём определения отношения массы к заряду (качества) и количества заряженных частиц, образующихся при том или ином процессе воздействия на вещество. Преимуществом данной методики является максимальная автоматизированность анализа. Программное обеспечение MassHunter выполняет количественный расчет анализируемых соединений по соотношению их откликов с откли-

ком соответствующего внутреннего стандарта и автоматически генерирует индивидуальный отчет, в котором содержатся концентрации компонентов и их необходимые соотношения. Полученные результаты сравниваются с разработанными нормами концентраций биомаркеров и, при помощи цветовой индикации, отмечаются возможные критические значения. В итоговом протоколе исследования признаки сравниваются с нормальными значениями для возрастной группы. С помощью данного метода исследования определялись следующие показатели (мкмоль/л): свободный карнитин (С0), связанный карнитин и его составляющие, аминокислоты, а также высчитывается индекс соотношения свободного и связанного карнитина.

Кардиореспираторное нагрузочное тестирование

– Измерение максимального потребления кислорода производилось прямым методом. Основным принципом тестирования является использование нагрузок, вызывающих максимальную мобилизацию системы кислородного обеспечения организма, например, с помощью велоэргометра. При кардиореспираторном нагрузочном тестировании использовались нагрузки возрастающей мощности «до отказа» на велоэргометре eVike (Германия). Величина нагрузки на первой ступени составляла 60 Вт (длительность 3 мин) и увеличивалась на 15 Вт на последующих ступенях (с периодичностью 1 мин). В процессе выполнения теста регистрировался показатель максимального потребления кислорода с помощью По правилам тестирования мощность нагрузки повышается до тех пор, пока испытуемый в состоянии продолжать педалирование с оптимальной скоростью (60-70 педалирований в минуту). Непосредственно для определения величины максимального потребления кислорода во время проведения тестов производится анализ выдыхаемого через рот воздуха с помощью автоматического газоанализатора ADInstruments «PowerLab» РТК 14. Автоматические анализаторы позволяют непрерывно регистрировать концентрацию кислорода и углекислого газа в выдыхаемом воздухе, дыхательный коэффициент в состоянии покоя, непосредственно во время нагрузки и в восстановительном периоде. Тест проводился через 2-3 часа после приема пищи, в первой половине дня, при условии отсутствия интенсивных, продолжительных тренировок за 12 часов до исследования.

Биоимпедансометрия.

– Определение композиционного состава тела, в частности измерение количества жировой, мышечной массы, оценка висцерального жира, а также их процентное соотношение. Исследование проводилось с помощью аппарата TANITA BC-543 (Япония). Принцип работы анализатора основан на измерении сопротивления различных тканей организма электрическому току – биоимпеданса, по которому количественно оцениваются компоненты тела. Измерения проводятся путем прохождения тока частотой менее 50 КГц через тело человека. В этой системе два электрода вмонтированы в платформу точных электронных весов. Измерения проводятся стоя, при контакте электродов с босыми ступнями. Для максимальной точности ре-

зультатов исследуемым спортсменам и ученикам школы было рекомендовано соблюдение ряда правил. Исследование проводилось в утренние часы, не раньше, чем через 3 часа после пробуждения и принятия пищи, до выполнения тяжелых физических упражнений при минимальном количестве одежды. Также во время исследования не разрешалось разговаривать и двигаться. Полученные результаты измерялись в следующих единицах: вес – кг, мышечная, костная масса - кг, количество жировой ткани - %.

2.3. Методы статистической обработки

Методы статистической обработки, применяемые для оценки достоверности полученных результатов, проводили при помощи электронных таблиц Microsoft Office Excel 2003. проводился описательный и сравнительный анализ. Для описания значений в группах определялись следующие параметры: среднее арифметическое значение, стандартное отклонения (сигма), ошибки среднего значения (m), а также расчёт минимального (мин) и максимального значений (макс) в каждом вариационном ряду. Сравнительный анализ групп основывался на определении достоверности разницы показателей по t-критерию Стьюдента. t-критерий Стьюдента – это общее название для методов параметрической статистики, основанных на распределении Стьюдента. Наиболее часто используются для проверки статистической значимости различий средних или относительных величин, измеренных в двух выборках. Условием для применения служат нормальность распределения совокупностей, а в случае независимых выборок - еще и равенство дисперсий. Также оценивались корреляционные связи с помощью коэффициента корреляции Спирмена. Коэффициент ранговой корреляции Спирмена – это непараметрический метод, который используется с целью статистического изучения связи между явлениями. В этом случае определяется фактическая степень параллелизма между двумя количественными рядами изучаемых признаков и дается оценка тесноты установленной связи с помощью количественно выраженного коэффициента.

ГЛАВА 3. КЛИНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ИССЛЕДУЕМЫХ ДЕТЕЙ

В работе представлено комплексное обследование и клинические наблюдения 93 детей, занимающихся интенсивной физической нагрузкой три и более раз в неделю в течение последних 6 и более месяцев. Спортивная квалификация включенных в исследование атлетов: I взрослый разряд, кандидат в мастера спорта, мастер спорта. Порядок присвоения и подтверждения спортивных званий и разрядов в РФ определяется нормативным документом - Единой всероссийской спортивной классификацией (ЕВСК). Исследуемые были разделены на 2 группы в соответствии с Олимпийской классификацией видов спорта. Данная классификация была разработана в связи с активным развитием различных видов спорта. Каждый отдельно взятый вид спорта характеризуется спецификой нагрузки, способами ведения соревновательной борьбы, особенностями тактико-технических действий, психолого-педагогической подготовки. Так как все основные виды спорта включены в программу зимних и летних Олимпийских игр, была создана Олимпийская классификация видов спорта. Она основана на учете основных закономерностей соревновательной и тренировочной деятельности, а также на объединении схожих видов и включает шесть групп:

1. Циклические виды спорта
2. Скоростно-силовые виды спорта
3. Сложнокоординационные виды спорта
4. Единоборства
5. Спортивные игры
6. Многоборья

Однако в нашем исследовании мы остановились на двух группах: первая – циклические виды спорта (плавание), и пятая – игровые виды спорта (хоккей на траве).

Контрольную группу составили 27 детей. Набор контрольной группы проводился на базе лицея-интерната «IT Лицей Казанского (Приволжского) федерального университета», а также общеобразовательной школы с углубленным изучением отдельных предметов №15 города Казани. Занятия спортом – умеренная физическая нагрузка нерегулярно или менее 3 раз в неделю. На момент проведения исследования у детей не отмечалось острых инфекционных заболеваний или других активных жалоб. Средний возраст мальчиков составил 16 лет. Средний возраст девочек – 15 лет. Данные о возрасте детей в исследуемых группах приведены в таблице 3.1.

Таблица 3.1 - Распределение детей исследуемой и контрольной групп по возрасту и полу

	Исследуемая группа				Контрольная группа	
	Хоккей на траве		Плавание			
Возраст, лет	дев	мал	дев	мал	Девочки	Мальчики
13-14	1	4	3	5	-	-
15-16	9	8	12	19	20	7
17-18	8	17	-	7	-	-
Средний возраст, лет	16,21±0,29	16,07±0,3	16,07±0,37	15,84±0,25	15	16
итого	19	29	15	31	20	7

Различные виды спорта воздействуют на развитие организма юного атлета и формирование психофизических качеств. Исходя из этого, при оценке физического развития следует учитывать особенности влияния избранного вида спорта на организм. Безусловно, возраст, в котором ребенок начинает заниматься избранным видом спорта, имеет большое значение (таблица 3.2). В возрасте 10-17 лет изменение физических качеств (силы, быстроты, выносливости, скоростно-силовых качеств) происходит неравномерно и определяется характером занятий и полом. Ни один вид спорта не оказывает однопланового влияния на развитие спортивных навыков, однако всегда имеется ведущий признак. Возраст, в котором разрешен доступ к различного видам занятиям, зависит также от распределения атлетов на группы подготовки:

1. Начальной подготовки
2. Учебно-тренировочные
3. Спортивного совершенствования.

Таблица 3.2 – Возраст, в котором разрешен допуск к занятиям

Возраст \ Вид спорта	Начальная подготовка	Учебно-тренировочные занятия	Спортивное совершенствование
Плавание	7-10 лет	7-14 лет	12-17 лет
Хоккей на траве	10-11 лет	12-17 лет	17-18 лет

Для решения вопроса о допуске к занятиям спортом необходимо придерживаться ряда рекомендаций, методических указаний, а также нормативных документов. Так, существуют различные перечни допусков к занятиям в ДЮСШ, высших культурных учебных заведениях и т.д. Плавание относится к циклическим видам спорта. Такие виды спорта акцентировано развивают общую выносливость, так как в данном случае физическая нагрузка продолжается относительно длительное время при помощи аэробной работоспособности. Под воздействием длительной однообразной тренировки в организме спортсмена развиваются приспособительные

механизмы (процесс адаптации к физической нагрузке): повышение эластичности стенок кровеносных сосудов, высокая эффективность и устойчивость работы нервной системы, функциональное развитие мышц сердца. Регулярные аэробные тренировки, которых требуют циклические виды спорта, приводят к улучшению некоторых показателей: массы тела и снижению содержания жировой ткани в организме, увеличивает не только экскурсию грудной клетки и жизненную емкость легких, но и максимальное потребление кислорода. При повышении общей физической работоспособности отдалается наступление утомления. В видах спорта, требующих высокой выносливости, главным фактором физической работоспособности, а также критерием возможности показать высокий результат считают МПК, и часто ограничиваются его определением для исследования работоспособности.

Спортивные игры, в частности хоккей на траве, способствуют гармоничному развитию всех физических качеств спортсмена. При систематических длительных тренировках у атлетов совершенствуется точность движений, улучшаются функции вестибулярного аппарата. Командные виды спорта также способствуют развитию таких качеств, как самодисциплина, психологическая устойчивость, а также умение подчинять свои личные интересы командным.

Для придания оздоровительной направленности спорту и физического совершенствования атлета осуществляется тщательный контроль над состоянием здоровья всех лиц, занимающихся физической культурой и спортом. Правильно организованный врачебный контроль и совместная работа врача и педагога обеспечивает наибольший гигиенический эффект от занятий спортом. В нашей стране существует развитая система медицинского обеспечения и физической культуры и спорта, которая постоянно совершенствуется, в том числе, благодаря изменениям в организационно-правовых нормах отрасли.

Основные задачи, стоящие перед спортивной медициной, решаются центрами медицинской профилактики и включают в себя:

- Диспансеризация определенных контингентов спортсменов;
- Оздоровительные, лечебные, профилактические мероприятия;
- Медицинское обеспечение спортивных соревнований;
- Профилактика спортивного травматизма.

Выявление заболеваемости особенно у спортсменов юного возраста является важным вопросом. Необходимо использование общепринятых и универсальных методик обследования спортсменов, оценки состояния здоровья и возможности заниматься выбранным видом спорта. По результатам врачебного контроля дети делятся на пять групп здоровья, в основу которых положено наличие или отсутствие хронических заболеваний, реактивность организма. Для получения наиболее достоверной информации об атлетах необходимо ретроспективное изучение особенностей его развития, изучение наследственности, перенесенных заболеваний. При необходимости должна быть возможность проведения дополнительных методов исследования, внеплановых осмотров. Такой подход является индивидуальным и позволяет комплексно судить о состоянии здоровья спортсмена.

Существующие врачебно-физкультурные диспансеры преобразовываются в центры медицинской профилактики, открываются центры (кабинеты) спортивной медицины при спортивных обществах и организациях с функциями медицинского обеспечения физической культуры и спорта, лечения и реабилитации. Диспансеры

осуществляют медицинское обеспечение сборных команд страны, региона, города, учащихся детско-юношеских спортивных школ и школ-интернатов.

Углубленное медицинское обследование (далее – УМО) спортсмена проводится в целях получения наиболее полной и всесторонней информации о физическом развитии, оценке состояния здоровья, функциональном состоянии организма спортсмена и показателях его физической работоспособности. По результатам УМО оценивается адекватность нагрузки на организм спортсмена, соответствие предъявляемой нагрузки функциональным возможностям организма спортсменов, правильности режима применения нагрузок, с целью его допуска к занятиям спортом и к участию в соревнованиях.

Программа УМО включает:

- проведение морфометрического обследования;
- проведение общего клинического обследования;
- проведение лабораторно-инструментального обследования;
- оценка уровня физического развития;
- оценка уровня полового созревания;
- проведение исследования и оценка психофизиологического и психоэмоционального статуса;
- оценка влияния повышенных физических нагрузок на функцию органов и систем организма;
- выявление пограничных состояний как факторов риска возникновения патологии (в том числе угрозы жизни) при занятиях спортом;
- выявление заболеваний (в том числе хронических в стадии ремиссии) и патологических состояний, являющихся противопоказаниями к занятиям спортом;
- прогнозирование состояния здоровья при регулярных занятиях с повышенными физическими нагрузками;
- определение целесообразности занятий избранным видом спорта с учетом установленного состояния здоровья и выявленных функциональных изменений;
- медицинские рекомендации по планированию и коррекции тренировочного процесса в годовом цикле тренировок с учетом выявленных изменений в состоянии здоровья.

Врачебный контроль в детско-юношеском спорте – это система медицинских наблюдений, направленная на эффективное использование средств и методов физического воспитания, на укрепление здоровья, совершенствование физического и спортивного развития. Он состоит из следующих разделов:

- Врачебное освидетельствование юных атлетов;
- Врачебно-педагогическое наблюдение в процессе занятий;
- Врачебно-спортивная консультация;
- Санитарно-гигиенический надзор за местами занятий;
- Санитарно-просветительская работа;
- Медицинское обеспечение спортивных мероприятий;
- Организация восстановительного процесса.

В детско-юношеской спортивной школе медицинский контроль осуществляет врач при непосредственном сотрудничестве с центром медицинской профи-

лактики, где осуществляется плановая первичная и повторные диспансеризации. Непосредственно врачом школы осуществляются контрольные наблюдения функционального состояния спортсмена, а также решается вопрос о допуске к занятиям после перенесенных заболеваний.

Периодичность, объем и содержание врачебного наблюдения определяются контингентом спортсменов, возрастом, этапом подготовки, спортивной квалификацией. Однако обследование спортсменов в условиях диспансера проводится не реже одного раза в год.

Лицам, начинающим заниматься спортом, необходимо пройти первичное (углубленное) врачебное обследование. Оно включает в себя определение состояния здоровья, физического развития, приспособляемости организма к различным видам физической нагрузки. По итогам обследования должны быть разработаны рекомендации по методике тренировок. На данном этапе обязательно должны быть выполнены следующие пункты обследования:

- Выявлены общий, социальный и спортивный анамнез, перенесенные заболевания, травмы, оперативные вмешательства;
- Антропометрия, оценка физического развития;
- Физикальный осмотр по органам и системам, в том числе определение ЧСС, АД, частоты и ритма дыхания, жизненной емкости легких, а также состояния нервной системы;
- Обследование с помощью инструментальных методов: ЭКГ, эхокардиография, УЗИ органов брюшной полости и малого таза;
- Применение лабораторных тестов: общие анализы крови и мочи, биохимический анализ крови.

В процессе *повторных* врачебных обследований определяется влияние постоянных физических нагрузок на организм атлета, функциональное состояние органов и систем, а также состояние тренированности. После различных соматических заболеваний, спортивных травм, длительных перерывов в занятиях, отсутствии положительной динамики в спортивных показателях по просьбе самого атлета или его тренера проводится *дополнительное* врачебное обследование для решения вопроса о допуске к занятиям и соревнованиям. Объем и методы этого вида обследования обусловлены конкретными задачами. Необходимо помнить, что проведение *текущего* наблюдения в условиях тренировки помогает предотвратить симптомы усталости, перетренированности. Во время такого осмотра определяются активные жалобы спортсмена, его самочувствие, реакции организма на нагрузку, восстановление.

В своей работе при отборе спортсменов для занятий разными видами спорта, например, офтальмолог должен руководствоваться следующими методическими рекомендациями о противопоказаниях к занятиям спортом лиц с заболеваниями глаз «Допуск к занятиям физической культурой и спортом при заболеваниях органа зрения» (Министерство здравоохранения и социального развития Российской Федерации Федеральное медико-биологическое агентство, Федеральное государственное учреждение «Центр лечебной физкультуры и спортивной медицины ФМБА», Российская ассоциация по спортивной медицине и реабилитации больных и инвалидов. Таким образом, диагноз миопия слабой степени не является противопоказанием для занятий плаванием и хоккеем на траве.

Врачебно-физкультурные диспансеры и центры спортивной медицины также проводят научно-методическую работу. Приоритетными на сегодняшний день направлениями в области научных исследований в спортивной медицине являются: диагностика функционального состояния и здоровья спортсменов различных возрастных групп и видов спорта; методологические подходы и технологии изучения действия физических нагрузок и тренировок на спортсменов; изучение механизма адаптации к экстремальным воздействиям в спорте высших достижений; разработка методов профилактики заболеваний и травм; повышения физической работоспособности спортсменов.

В ходе проведенного нами исследования в двух исследуемых группах спортсменов (пловцы и игроки в хоккей на траве), а также в группе контроля для определения композиционного состава тела человека была проведена биоимпедансметрия, кардиореспираторное нагрузочное тестирование для выявления уровня МПК, а также тандемная хромато-масс-спектрометрия для установления уровня аминокислот, свободного карнитина, а также ацилкарнитинов.

Таблица 3.3 - Объем проведенных исследований в опытной группе

	Хоккей на траве		Плавание	
	девочки	мальчики	Девочки	Мальчики
Измерение массы тела и количества жировой массы (%)	19	29	15	31
Определение МПК	19	-	2	8
Исследование уровня ацилкарнитинов	19	29	15	31

Характеристика первой группы - представители хоккея на траве. В исследование приняло участие 19 девочек в возрасте от 14 до 18 лет (средний возраст $16,21 \pm 0,29$ лет). Среди них 8 человек имеют 1 взрослый разряд (42%), а 11 человек – кандидаты в мастера спорта (58%). В группе мальчиков-хоккеистов было обследовано 29 детей, средний возраст детей составил $16,07 \pm 0,3$ лет. Спортивный стаж игроков варьировался в пределах от 2 до 13 лет. Все спортсмены имеют взрослые разряды. 1 взрослый разряд – 13 атлетов (45%), кандидаты в мастера спорта – 7 человек (24%), а мастера спорта – 9 человек (31%).

Таблица 3.4 - Спортивный стаж игроков в хоккей на траве

Стаж, лет \ количество	Девочки		Мальчики	
	%	N	%	N
2-4	16	3	14	4
5-7	57	11	50	14
8-10	16	3	32	10
11-13	11	2	4	1

Девочки, играющие в хоккей на траве. Активных жалоб на момент исследования не было ни у одной из исследуемых хоккеисток. Был изучен анамнез

жизни исследуемых хоккеисток. Отягощенность наследственного анамнеза не отметил никто из исследуемых. Особенности аллергологического анамнеза выявлены у 7 исследуемых. Отмечались различные кожные реакции в виде покраснения, шелушения и сыпи в ответ на употребление цитрусовых, меда и воздействия холодного воздуха. Среди перенесенных и сопутствующих заболеваний были указаны ветряная оспа, хронический холецистит, хронический гастрит и гастродуоденит, кариес, остеохондроз поясничного отдела позвоночника. 6 хоккеисток (31%) отметили, что никогда не испытывали болезненности в суставах, мышцах или других областях. 6 спортсменок ответили, что чувствуют болезненность в коленных суставах после тренировок и игр, у двух спортсменок отмечались боли в поясничной и крестцовой областях. Оставшиеся спортсменки отмечали болезненность в суставах рук и ног без какой-либо периодичности или закономерности.

Проведен анализ диспансерных карт, куда вносятся данные анамнеза, осмотров, инструментальных и лабораторных методов обследования. На ЭКГ хоккеисток были выявлены следующие изменения.

Таблица 3.5 - Заключение ЭКГ у девочек, играющих в хоккей на траве

Заключение	Количество (N)
Синусовый ритм	8
Синусовая брадиаритмия	4
Синусовая аритмия	8
Миграция водителя ритма по предсердиям	4
Нижнепредсердный ритм	2

При проведении ЭХО-Кс заключение «Открытое овальное окно» было выставлено двум (10,5%) спортсменкам, заключение «Пролапс митрального клапана с незначительной регургитацией» - трем (16%) хоккеисткам, заключение «Эктопические хорды левого желудочка» - двум (10,5%) спортсменкам.

Образец крови для общего анализа (ОАК) забирался в утренние часы в лаборатории РЦМП, анализ проводился с помощью автоматического анализатора. У двух спортсменок (11%) было выявлено увеличение СОЭ, у одной спортсменки – лейкоцитоз. Общий анализ мочи производился с помощью автоматического анализатора. Для общего анализа собиралась средняя порция утренней мочи после предварительной подготовки. Анализ проводился на анализаторе УРОПОЛИАН Биосенсор АН. Анализировались такие показатели как, цвет, плотность мочи, наличие белков, кетоновых тел, глюкозы, лейкоцитов и эритроцитов в моче. По результатам анализа мочи у одной спортсменки была обнаружена лейкоцитурия, еще у одной – протеинурия. Назначены повторные анализы мочи.

По результатам комплексного обследования все представительницы хоккея на траве были допущены к тренировочному и соревновательному процессу. Диагноз «Миопия слабой степени» был выставлен трем спортсменкам. Диагноз СВД был выставлен неврологом в двух случаях, в одном случае – диагноз

«Цервиалгия». После осмотра хирургом у двоих спортсменок было выявлено «Плоскостопие». А диагноз «Функциональная кардиомиопатия» был выставлен в 4 случаях.

Длительность и интенсивность тренировок в исследуемой группе девочек-хоккеисток составила 1,5-2 часа в день, 6 раз в неделю, участие в соревнованиях – 1 раз в 2 месяца. Субъективные симптомы перетренированности и перенапряжения не отмечал никто из исследуемых. Уровень своей тренированности 2 спортсменки (11%) оценили как «отличную», 7 спортсменок (36%) – как «хорошую», а оставшиеся 10 хоккеисток (53%) – как «удовлетворительную». В результате функционального обследования, проводимого при диспансеризации (измерение АД, ЧСС, описание характера дыхания и пульса после нагрузки в виде 20 приседаний, 3-минутного и 15-секундного бега), в группе хоккеисток отмечалась нормотоническая реакция и полное, своевременное восстановление.

При анализе анкет для установления особенностей питания было выявлено, что подавляющее большинство (89%) юных спортсменок питается 3-4 раза в день, полноценно, разнообразно, с достаточным количеством углеводов, белков растительного и животного происхождения. 2 спортсменки (11%) указали на то, что они питаются 2 раза в день, однообразно, с преимущественным содержанием молочно-растительных продуктов. Газированные напитки, различные полуфабрикаты, снеки (чипсы) не употребляют совсем 2 человека (11%), 1 раз в месяц – 6 человек (31%), 1 раз в неделю – 8 человек (42%). 3 человека (16%) отметили, что употребляют подобную пищу ежедневно. Опрашиваемые отметили, что посещают заведения быстрого питания.

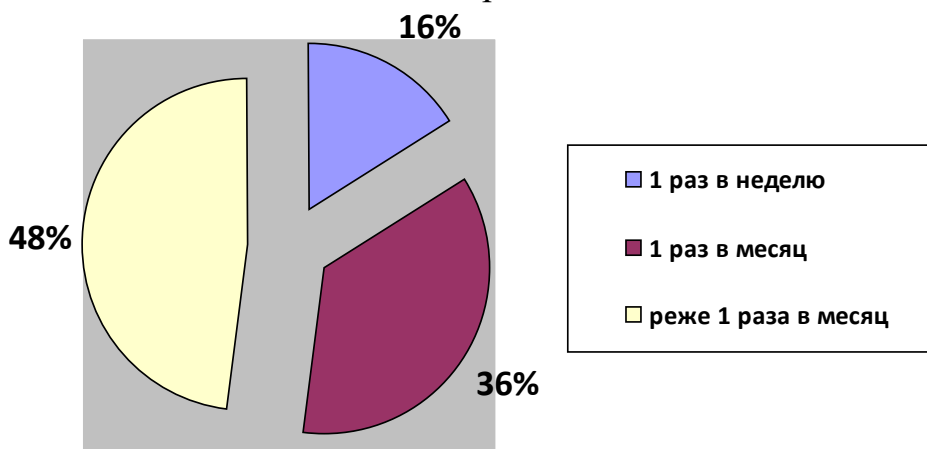


Рисунок 3.1- Частота посещения заведений быстрого питания

72% опрашиваемых отметили, что никогда не употребляли витаминных комплексов, БАДов, энерготропных препаратов. 5 атлетов (28%) ответили, что принимают витамины и БАДы ежегодно, строго следуя рекомендациям и инструкции препаратов.

Мальчики, играющие в хоккей на траве. Активных жалоб на момент исследования никто не предъявлял. Был также изучен анамнез жизни исследуемых хоккеистов. Отягощенность наследственного анамнеза отметили 3 хоккеиста: гипертоническая болезнь у бабушки со стороны папы, юлезни желудочно-кишечного тракта у родителей. Особенности аллергологического анамнеза выяв-

лены у 10 исследуемых. Отмечались различные кожные реакции при употреблении в пищу цитрусовых, меда, воздействия холодного воздуха или солнца, также 2 исследуемых отмечали поллиноз. Среди перенесенных и сопутствующих заболеваний были указаны ОРВИ, скарлатина, ветряная оспа, хронический гастрит и гастродуоденит, кариес, тонзиллит. 10 хоккеистов отметили, что никогда не испытывали болезненности в суставах, мышцах или других областях. 16 спортсменов ответили, что чувствуют болезненность в коленных суставах после тренировок и игр, у двух спортсменов в анамнезе перенесенная операция – артроскопия. Оставшиеся спортсмены отмечали болезненность в суставах рук и ног без какой-либо периодичности или закономерности.

Проведен анализ диспансерных карт, куда вносятся данные анамнеза, осмотров, инструментальных и лабораторных методов обследования. На ЭКГ хоккеисток были выявлены следующие изменения.

Таблица 3.6 - Заключение ЭКГ у мальчиков, играющих в хоккей на траве

Заключение	Количество (N)
Синусовый ритм	17
Синусовая брадиаритмия	2
Синусовая аритмия	2
Миграция водителя ритма по предсердиям	1

При проведении ЭХО-Кс заключение «Открытое овальное окно» было выставлено одному хоккеисту, заключение «Проплапс митрального клапана с незначительной регургитацией» - пятерым хоккеистам, заключение «Эктопические хорды левого желудочка, вариант нормы» - четверым атлетам.

Образец крови для общего анализа крови (ОАК), так же, как и всем спортсменам, состоящим на диспансерном наблюдении, забирался в утренние часы в лаборатории РЦМП, анализ проводился с помощью автоматического анализатора. У одного спортсмена был выявлен незначительный лейкоцитоз со сдвигом лейкоцитарной формулы влево, а также увеличение СОЭ. Полученные данные согласовались с клинической картиной фарингита, спортсмену были даны рекомендации и назначен повторный анализ крови. Общий анализ мочи производился с помощью автоматического анализатора после предварительной подготовки и по стандартной процедуре сбора пробы. По результатам анализа мочи у троих спортсменов обнаружена протеинурия. Назначены повторные анализы мочи.

По результатам комплексного обследования все мальчики, играющие в хоккей на траве, были допущены к тренировочному и соревновательному процессу. Диагноз «Миопия слабой степени» был выставлен трем спортсменам. После осмотра хирургом у двоих спортсменов было выявлено «Плоскостопие», еще у двоих – «Нарушение осанки». А диагноз «Функциональная кардиомиопатия» был выставлен в 7 случаях.

Длительность и интенсивность тренировок в исследуемой группе девочек-хоккеисток составила 1,5-2 часа в день, 6 раз в неделю, участие в соревнованиях – 1 раз в месяц. В предсоревновательный период отмечают интенсификацию тренировочного процесса и учащение занятий до 1,5 часов два раз

в день. Субъективные симптомы перетренированности и перенапряжения не отмечал никто из исследуемых. Уровень своей тренированности 7 спортсменов оценили как «отличную», а оставшиеся как «хорошую». Динамика спортивных показателей у всех спортсменов исследуемой группы положительная. В результате функционального обследования, проводимого при диспансеризации (измерение АД, ЧСС, описание характера дыхания и пульса после нагрузки в виде 20 приседаний, 3-минутного и 15-секундного бега), у всех исследуемых хоккеистов отмечалась нормотоническая реакция и полное, своевременное восстановление.

Для установления особенностей питания были проанализированные анкеты хоккеистов. Было выявлено, что подавляющее большинство (78%) юных спортсменов соблюдает правильный режим питания и питается 3-4 раза в день, полноценно, разнообразно, с достаточным количеством углеводов, белков растительного и животного происхождения. 3 спортсмена отметили большой объем перекусов между основными приемами пищи преимущественно снеками (чипсы, сухарики), а также бутербродами. Остальные спортсмены отмечают небольшое количество овощей и фруктов в своем рационе. Газированные напитки, различные полуфабрикаты, снеки (чипсы) не употребляют совсем 6 человек, 1 раз в месяц – 14 человек (31%), 1 раз в неделю – 11 человек. Опрашиваемые отметили, что посещают заведения быстрого питания.

64,5% опрашиваемых (20 человек) отметили, что никогда не употребляют витаминных комплексов, БАДов, энерготропных препаратов. 11 человек (35,5%) ответили, что принимают витамины и БАДы ежегодно, иногда два раза в год строго следуя рекомендациям и инструкции препаратов по рекомендации тренера либо врача спортивного диспансера.

Дети, занимающиеся плаванием. В исследование приняло участие 15 девочек в возрасте от 14 до 18 лет (средний возраст $16,07 \pm 0,37$ лет). Среди них 5 человек имеют 1 взрослый разряд (30%), 6 человек – кандидаты в мастера спорта (44%), а 4 человека - мастера спорта (26%). В группу пловцов вошел 31 атлет, средний возраст которых составил $15,84 \pm 0,25$ лет. Среди них 15 человек имеют 1 взрослый разряд (48,5%), 15 человек – кандидаты в мастера спорта (48,5%), а 1 человека - мастера спорта (3%). Спортивный стаж игроков варьировался в пределах от 2 до 13 лет.

Таблица 3.7 - Спортивный стаж пловцов

Стаж, лет \ количество	Девочки		Мальчики	
	%	N	%	N
2-4	22	3	10	3
5-7	44	6	25	8
8-10	44	6	65	20
11-13	-	-	-	-

Девочки, занимающиеся плаванием. Активных жалоб на момент исследования не было ни у одной из исследуемых девочек. Был изучен анамнез жизни

исследуемых. Отягощенность наследственного и аллергологического анамнеза не отметил никто из исследуемых. Среди перенесенных и сопутствующих заболеваний были указаны ОРВИ несколько раз в год, острый бронхит, острый тонзиллит, ветряная оспа, дискинезия желчевыводящих путей, вегето-сосудистая дистония, хронический гастрит и гастродуоденит, кариес, Болезненность в коленных суставах отметила только одна спортсменка. Боли в поясничной и крестцовой областях, напротив, были отмечены большим количеством спортсменок, в силу специфики выполняемой нагрузки. У некоторых спортсменок отмечены боли суставах рук после тренировок и соревнований.

Проведен анализ диспансерных карт, куда вносятся данные анамнеза, осмотров, инструментальных и лабораторных методов обследования. Изучены данные инструментальных методов исследования. На ЭКГ хоккеисток были выявлены следующие изменения. Вертикальное положение электрической оси сердца выявлено у пяти атлетов.

Таблица 3.8 - Заключение ЭКГ у девочек, занимающихся плаванием

Заключение	Количество (N)
Синусовый ритм	5
Синусовая брадиаритмия	3
Синусовая аритмия	7

В результате ЭХО-Кс исследования заключение «Открытое овальное окно» было выставлено двум спортсменкам, «Пролапс митрального клапана I степени с незначительной регургитацией» - пяти спортсменкам, заключение «Эктопические хорды левого желудочка» - трем спортсменкам.

Образец крови для общего анализа (ОАК) забирался и исследовался в соответствии с общепринятыми нормами. Изменений в анализах крови ни у одной спортсменки отмечено не было. Общий анализ мочи производился с помощью автоматического анализатора, также в соответствии с правилами сбора. По результатам анализа мочи у двух спортсменок была обнаружена лейкоцитурия. Назначены повторные анализы мочи.

По результатам углубленного медицинского обследования все представительницы плавания были допущены к тренировочному и соревновательному процессу. Были выставлены следующие диагнозы: «Миопия слабой степени», «Плоскостопие», «Функциональная кардиомиопатия». Врачами спортивного диспансера даны соответствующие рекомендации.

Длительность и интенсивность тренировок в исследуемой группе девочек, занимающихся плаванием, составила 2 часа в день, 6 раз в неделю, участие в соревнованиях – не реже 1 раза в три месяца. Субъективные симптомы перетренированности и перенапряжения не отмечал никто из исследуемых. Уровень своей тренированности 12 спортсменок оценили как «хорошую», а оставшиеся 3 – как «отличную». В результате функционального обследования, проводимого при диспансеризации (измерение АД, ЧСС, описание характера дыхания и пульса после нагрузки в виде 20 приседаний, 3-минутного и 15-секундного бега), в данной группе отмечалась нормото-

ническая реакция и полное, своевременное восстановление.

При анализе анкет для установления особенностей питания было выявлено, что большинство юных спортсменов питается 3-4 раза в день, полноценно, разнообразно, с достаточным количеством углеводов, белков растительного и животного происхождения. Недостаток в рационе овощей и фруктов, а также молочных продуктов отметили 4 спортсменки. Не употребляют полуфабрикаты, газированные напитки, не питаются в заведениях быстрого питания, таких как Макдональдс 3 спортсменки.

55% опрашиваемых отметили, что никогда не употребляли витаминных комплексов, БАДов, энерготропных препаратов. Остальные, отметили, что принимают витаминные комплексы по назначению врача спортивного диспансера со строгим соблюдением инструкции.

Мальчики, занимающиеся плаванием. Активных жалоб на момент исследования не предъявляли. Был изучен анамнез жизни исследуемых. Отягощенность наследственного и аллергологического анамнеза не отметил никто из исследуемых. Среди перенесенных и сопутствующих заболеваний были указаны ветряная оспа, ОРВИ, хронический гастрит и гастродуоденит, кариес, вегето-сосудистая дистония.

Проведен анализ диспансерных карт, куда вносятся данные анамнеза, осмотров, инструментальных и лабораторных методов обследования. На ЭКГ хоккеисток были выявлены следующие изменения. Стоит отметить, что ЭКГ проводилась до и после физической нагрузки, таким образом, оценивалась реакция ССС на физическую нагрузку. В результате функционального обследования, проводимого при диспансеризации (измерение АД, ЧСС, описание характера дыхания и пульса после нагрузки в виде 20 приседаний, 3-минутного и 15-секундного бега), в группе пловцов отмечалась нормотоническая реакция и полное, своевременное восстановление.

Таблица 3.5 - Заключение ЭКГ у девочек, играющих в хоккей на траве

Заключение	Количество (N)
Синусовый ритм	10
Синусовая брадиаритмия	14
Синусовая аритмия	6
Миграция водителя ритма по предсердиям	3
Нижнепредсердный ритм	3

При проведении ЭХО-Кс заключение «Открытое овальное окно» было выставлено шестерым спортсменам, заключение «Пролапс митрального клапана I степени с незначительной регургитацией» - трем атлетам, заключение «Эктопические хорды левого желудочка, вариант нормы» - четверем спортсменам.

Анализ крови и мочи проводились в соответствии с нормами и правилами отбора проб и их анализа. В общем анализе крови у трех атлетов

выявлено незначительное увеличение СОЭ. По результатам анализа мочи у одного спортсмена была обнаружена протеинурия. Назначен повторный анализ мочи.

По результатам комплексного обследования все пловцы были допущены к тренировочному и соревновательному процессу. Были выставлены следующие диагнозы: «Синдром вегетативной дисфункции», «Функциональная кардиомиопатия», «Плоскостопие».

Длительность и интенсивность тренировок в исследуемой группе пловцов составила от 2 часов в день, минимум 6 раз в неделю, участие в соревнованиях – 1 раз в месяц. Субъективные симптомы перетренированности и перенапряжения не отмечал никто из исследуемых. У всех пловцов отмечена положительная динамика спортивных показателей.

При анализе анкет для установления особенностей питания было выявлено, что большинство юных спортсменов питается 3-4 раза в день, полноценно, разнообразно, с достаточным количеством углеводов, белков растительного и животного происхождения. 4 спортсмена указали на то, что они питаются 2 раза в день, однообразно, с преимущественным содержанием молочно-растительных продуктов. Газированные напитки, различные полуфабрикаты, снеки (чипсы) не употребляют совсем 4 человека, 1 раз в месяц питаются в Макдональдсе – 8 человек, 1 раз в неделю – 3 человека. 1 человека отметил, что употребляют подобную пищу практически ежедневно.

Характеристика группы контроля. В группу контроля вошли дети преимущественно I и II группы здоровья. Интенсивность физической нагрузки у этих детей минимальна – только занятия физической культурой во время школьных уроков. Медицинское обследование дети проходят на базе детской поликлиники. Среди перенесенных заболеваний отмечены ОРВИ несколько раз в год, тонзиллит, острый фарингит, бронхит, нарушение осанки. В ходе исследования были выставлены следующие диагнозы и заключения инструментальных методов исследования: пролапс митрального клапана с незначительной регургитацией, эктопические хорды левого желудочка.

Анализ крови и мочи проводились в соответствии с нормами и правилами отбора проб и их анализа. В общем анализе крови и мочи изменений выявлено не было.

При анализе анкет для установления особенностей питания было выявлено, что большинство исследуемых питается 3-4 раза в день, полноценно, разнообразно, с достаточным количеством углеводов, белков растительного и животного происхождения. Большинство, однако, указали, что питаются в заведениях быстрого питания не реже одного раза в неделю, а также имеют большой объем перекусов между основными приемами пищи. Газированные напитки, различные полуфабрикаты, снеки (чипсы) не употребляют совсем 3 человека.

ГЛАВА 4. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ СОСТОЯНИЯ КАРНИТИНОВОГО ОБМЕНА

В детской спортивной медицине в диагностике различных состояний особенно важно использование малоинвазивных методов исследования процессов, происходящих под воздействием физической деятельности. При интенсивных нагрузках, характерных для спортсменов, уровне также происходят определенные изменения. Энергетическое обеспечение мышечной деятельности осуществляется за счет универсальных клеточных органелл – митохондрий и процесса окислительного фосфорилирования с использованием углеводов и липидов в качестве энергетического субстрата. При мышечной работе за счет интенсивного использования АТФ происходит образование и накопление АДФ. Появившийся избыток АДФ ускоряет тканевое дыхание, и оно может достигнуть максимальной интенсивности. Скорость аэробного пути ресинтеза АТФ контролируется содержанием в мышечных клетках АДФ, который является активатором ферментов тканевого дыхания. В состоянии покоя, когда в клетках почти нет АДФ, тканевое дыхание протекает с очень низкой скоростью.

Несмотря на то, что окислительная способность мышц определяется количеством митохондрий и активностью окислительных ферментов в них, клеточный метаболизм, в конечном счете, зависит от адекватности снабжения клеток в тканях кислородом. В условиях гипоксии в клетках в процессе цикла трикарбоновых кислот происходит накопление промежуточных продуктов обмена свободных жирных кислот – ацилкарнитинов, ацил-КоА, НАД•Н, угнетается фермент пируватдегидрогеназа, соответственно, устраняется возможность утилизации пирувата, в результате чего он практически полностью превращается в лактат. Лактат накапливается в цитозоле вместе с H^+ , что приводит к снижению внутриклеточного рН и нарушению функции клетки. Промежуточные продукты обмена жирных кислот содействуют усугублению энергодефицита, это способствует возникновению тяжелого ацидоза, что сначала приводит к функциональным нарушениям, повреждению мембран, а в итоге и к гибели клетки. Зачастую митохондриальная дисфункция проявляется клинически в виде наступления утомления и снижения аэробной работоспособности.

Карнитин играет роль транспортера длинноцепочечных жирных кислот через внутреннюю митохондриальную мембрану с участием специальной ферментной системы. Эта система обратимо перебрасывает ацил на внешней стороне мембраны с СоА на карнитин, а на внутренней – с карнитина на внутримитохондриальный СоА. Жирные кислоты сначала с затратой энергии превращаются в длинноцепочечный ацил-СоА (ДЦАСоА), который не способен проходить через внутреннюю мембрану митохондрий, в то время как такой способностью обладает ацилкарнитин (ДЦАКар), образующийся в результате реакции карнитина с ДЦА-СоА. Образование ДЦАКар на митохондриальной мембране катализируется карнитинацилтрансферазами и карнитин является субстратом для этих ферментов. Эндогенное образование карнитина осуществляется клетками печени, почек и головного мозга

путем трансформации аминокислот лизина и метионина. Образовавшийся карнитин транспортируется в скелетные мышцы и миокард – ткани, в которых содержатся основные запасы карнитина, что обусловлено высокой активностью в них липидного обмена. Как известно, снижение уровня свободного карнитина ведет за собой ухудшение энергообеспечения мышечной деятельности, что может повлечь за собой состояние перетренированности, утомления, а также привести к травмам. Подобные изменения ведут к ухудшению спортивных показателей, а иногда и к раннему завершению спортивной карьеры. В связи с этим в спортивной медицине широко обсуждается вопрос о применении карнитина при интенсивной физической нагрузке. Именно в это время особенности транспорта жирных кислот в митохондриальный матрикс и поддержание карнитином соотношения ацетил-СоА/СоА в клетке становятся актуальными. Карнитин способен предотвращать накопление молочной кислоты в скелетных мышцах, что является главной причиной утомляемости. За счет повышения активности дыхательной цепи в мышцах увеличивается аэробная энергопродукция и работоспособность. Подобными эффектами карнитина объясняется также возможность лечения пациентов с синдромом хронической усталости.

Определение содержания карнитина, а также ацилкарнитинов в крови методом тандемной хромато-масс-спектрометрии дает возможность диагностировать состояние энергетического обмена. Изучение состояния клеточной энергетики дает возможность, как тренерам, так и врачам всех специальностей предотвратить возможные срывы адаптации, перетренированность, и, как следствие, нарушение физического развития. Данная методика широко применяется также для исследования так называемого «энергодифицитного диатеза». «Энергодифицитный диатез» – это скрытая форма относительной индивидуальной недостаточности цитозенергетического статуса организма. Считается, что это состояние достаточно широко распространено и откладывает свой отпечаток на течение различных болезней и требует специфической «энерготропной» коррекции. Для состояния энергодифицитного диатеза характерно своеобразие индивидуального течения многих болезней, когда обычное лечение недостаточно эффективно.

При анализе образца капиллярной крови методом жидкостной тандемной хромато-масс-спектрометрии есть возможность получения данных о содержании более 40 веществ. Референсные значения содержания свободного карнитина, аминокислот, связанного карнитина, составляющих его ацилкарнитинов, а также индекса связанный карнитин/свободный карнитин в исследуемой нами возрастной группе (от 12 до 17 лет) представлены в таблице 4.1. Данные нормативы распространяются на исследование крови методом тандемной хромато-масс-спектрометрии с ионизацией в электроструе на аппаратах фирмы Agilent 6410 QQQ, США, с использованием программного обеспечения MussHunter, реализуемого на базе лаборатории молекулярной и биохимической диагностики Научно исследовательского клинического института педиатрии

Таблица 4.1. Нормальные значения показателей карнитинового обмена

№	Вещество	Результат, мкмоль/л	
		2-17 лет	
		min	max
1	Аланин (Ala)	157	543
2	Аргинин (Arg)	10	128
3	Аспарагиновая кислота (Asp)	1	218
4	C0 (свободный карнитин)	19	45
5	C14(тетрадеcanoилкарнитин)	0	0,7
6	C16(гексадеcanoилкарнитин)	0	5,5
7	C16-ОН(3-ОН-гексадеcanoилкарнитин)	0	0,06
8	C2(ацетилкарнитин)	2	50
9	C3(пропионилкарнитин)	0	5
10	C4(бутирилкарнитин)	0	0,95
11	C5 (изовалерилкарнитин)	0	0,56
12	C5DC(глутарилкарнитин)	0	0,3
13	C8(октаноилкарнитин)	0	0,44
14	Цитруллин (Cit)	9	52
15	Глутаминовая кислота (Glu)	100	535
16	Глицин (Gly)	138	349
17	Метионин (Met)	6	37
18	Орнитин (Orn)	33	203
19	Фенилаланин (Phe)	12	86
20	Тирозин (Tyr)	23	108
21	Валин (Val)	85	307
22	Xle (Лейцин/Изолейцин)	50	310
23	C6 (гексаноилкарнитин)	0	0,19

24	C10(деcanoилкарнитин)	0	0,45
25	C10:1(деценоилкарнитин)	0	0,47
26	C12(додеcanoилкарнитин)	0	0,28
27	C18:1(олеилкарнитин)	0	3,4
28	C18:1ОН(3-ОН-олеилкарнитин)	0	0,21
29	C18:2ОН(3-ОН-линолеилкарнитин)	0	1,16
30	C18ОН	0	0,54
31	C18(стеароилкарнитин)	0	2,8
32	C5ОН(3-гидроксиизовалерилкарнитин)	0	0,52
33	C5:1(тиглил/3-метилкротонилкарнитин)	0	0,33
34	C4DC(метилмалонилкарнитин)	0	1,4
35	C4ОН(гидроксибутирилкарнитин)	0	0,59
36	C3DC(малонилкарнитин)	0	0,32
37	C8:1(октеноилкарнитин)	0	0,86
38	C14:1(тетрадеценоилкарнитин)	0	0,28
39	C14:2(тетрадекадиеноилкарнитин)	0	0,22
40	C14ОН(3-ОН-тетрадеcanoилкарнитин)	0	0,09
41	C16:1 (гексадеценоилкарнитин)	0	0,24
42	C16:1ОН(3-ОН гексадеценоилкарнитин)	0	0,08
43	Сукцинилацетон	0	1,6
Связанный карнитин		*	
Связанный карнитин/свободный карнитин		<0.7	

*Уровень связанного карнитина определяется суммой содержания ацилкарнитинов: C6 (гексаноилкарнитин), C10 (деcanoилкарнитин), C10:1(деценоилкарнитин), C12 (додеcanoилкарнитин), C18:1 (олеилкарнитин), C18:1ОН (3-ОН-олеилкарнитин), C18:2ОН (3-ОН-линолеилкарнитин), C18ОН, C18 (стеароилкарнитин), C5ОН (3-гидроксиизовалерилкарнитин), C5:1 (тиглил/3-метилкротонилкарнитин), C4DC (метилмалонилкарнитин), C4ОН (гидроксибутирилкарнитин), C3DC (малонилкарнитин), C8:1 (октеноилкарнитин), C14:1 (тетрадеценоилкарнитин), C14:2 (тетрадекадиеноилкарнитин), C14ОН (3-ОН-тетрадеcanoилкарнитин), C16:1 (гексадеценоилкарнитин), C16:1ОН (3-ОН гексадеценоилкарнитин). И его итоговая величина зависит от содержания данных веществ.

Ацилкарнитины переносятся через внутреннюю митохондриальную мембрану с помощью транспортного белка, называемого карнитинацилтрансферазой. В митохондриальном матриксе ацилкарнитин взаимодействует с CoA при участии карнитинпальмитоилтрансферазы II, в результате чего вновь образуется ацил-CoA, который в процессе β -окисления превращается в ацетил-CoA, участвующий в цикле трикарбоновых кислот, и свободный карнитин. Высокая утилизация субстратов в окислительных процессах требует оптимальной активности карнитинзависимых трансфераз.

Нами было проведено исследование состояния карнитинового обмена в трех группах детей. Основными характеристиками карнитинового обмена являются свободный и связанный карнитин, а также индекс их соотношения АК/С0. Полученные результаты ($M \pm m$ – средние значения и ошибка средней) в зависимости от вида спорта представлены в таблице 4.2

Таблица 4.2. Содержание указанных веществ в исследуемых группах

признак \ группа	Хоккей на траве	Плавание	Контроль
Свободный карнитин (C0), мкмоль/л	29,9±0,95*	39,29±0,84**	32,7±1,26
Связанный карнитин (АК), мкмоль/л	15,98±0,74	16,27±0,66	14,34±0,53
АК/С0	0,54±0,02***	0,46±0,02.	0,46±0,02.

Примечание: * - отличия от группы пловцов достоверны при $p < 0,001$;
 ** - отличия от контрольной группы достоверны при $p < 0,05$;
 *** - отличия от группы пловцов и контрольной группы достоверны при $p < 0,01$

Таким образом, при исследовании двух групп детей в зависимости от вида нагрузки (плавание, в отличие от хоккея на траве требует высокой аэробной работоспособности и регулярных циклических тренировок) и установлено, что содержание свободного карнитина достоверно выше у пловцов ($p < 0,001$). Достоверные отличия имеются и в индексе АК/С0. Этот показатель достоверно выше в группе хоккеистов ($p < 0,01$). Это может указывать на необходимость более эффективной клеточной энергетики у представителей аэробных нагрузок. Различий в содержании связанного карнитина обнаружено не было. Полученные данные были проанализированы также с учетом половых различий независимо от вида физической нагрузки (таблица 4.3).

Таблица 4.3. Содержание указанных веществ в группе мальчиков и девочек

признак \ группа	Мальчики N = 67	Девочки N = 54
Свободный карнитин (C0), мкмоль/л	34,78±0,88*	30,58±0,76
Связанный карнитин (AK), мкмоль/л	16,18±0,62*	13,93±0,38
AK/C0	0,51±0,02	0,46±0,01

Примечание. *Отличия в содержании свободного и связанного карнитина в группе мальчиков и девочек достоверны при $p < 0,001$.

Для трех групп исследуемых детей было также изучено процентное соотношение содержания свободного и связанного карнитина. Среднее содержание свободного карнитина в группе хоккеистов составило $45,88 \pm 1,58$ мкмоль/л, в группе пловцов – $52,55 \pm 1,05$ мкмоль/л, в контрольной группе – $46,30 \pm 5,41$ мкмоль/л. При этом, содержание общего карнитина у пловцов достоверно выше, чем у хоккеистов и школьников, не занимающихся спортом при $p < 0,001$. Полученные данные представлены на рисунке 4.1

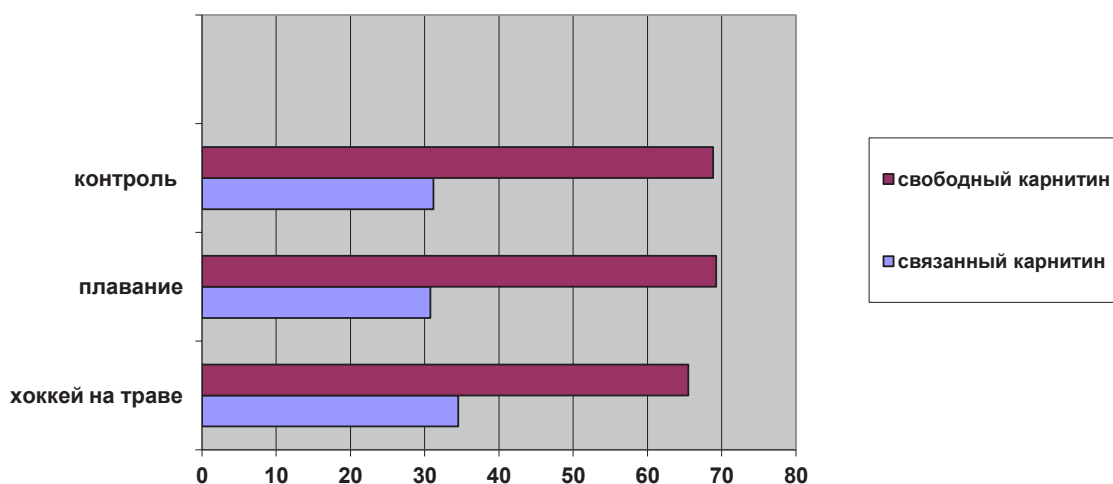


Рисунок 4.1 Процентное соотношение свободного и связанного карнитина в изучаемых группах

Содержание свободного карнитина у хоккеистов достоверно ниже, чем у пловцов и группы контроля при $p < 0,01$. Такая же закономерность выявлена при изучении содержания доли связанного карнитина.

Полученные данные о состоянии карнитинового обмена были статистически проанализированы также с учетом половых различий внутри каждой группы. В ходе исследования были получены достоверные различия (таблица 4.4).

Таблица 4.4. Содержание свободного и связанного карнитина, соотношение АК/С0 в исследуемых группах*

группа признак	Хоккей на траве N=48			Плавание N=46			Контроль N=27		
	Мальчики N=29	Девочки N=19	Достовер ность различий	Мальчики N=31	Девочки N=15	Достовер ность различий	Мальчики N=7	Девочки N=20	Девочки N=20 Достовер ность различий
Свободный карнитин (С0), мкмоль/л	31,77±1,35	27,03±0,96	p<0,01	36,29±1,1	36,3±1,3	-	40,57±2,5	29,95±0,83	p<0,01
Связанный карнитин (АК), мкмоль/л	18,41±0,94	12,27±0,5	p<0,001	17,38±0,82	13,98±0,87	p<0,05	11,14±0,93	15,46±0,4	p<0,001
АК/С0	0,59±0,02	0,46±0,02	p<0,001	0,49±0,03	0,4±0,04	p<0,05	0,27±0,01	0,52±0,01	p<0,001

*Примечание. Содержание свободного карнитина у девочек, занимающихся плаванием достоверно выше, чем у хоккеисток при $p < 0,001$, и достоверно выше, чем у девочек контрольной группы при $p < 0,001$. Этот же показатель у хоккеисток достоверно ниже, чем у девочек контрольной группы при $p < 0,05$. Достоверные различия в содержании связанного карнитина отмечены только среди девочек-хоккеисток и девочек контрольной группы ($p < 0,001$). Самый высокий индекс АК/С0 отмечен у девочек контрольной группы. Он достоверно выше, чем у хоккеисток при $p < 0,01$, и достоверно выше, чем у пловчих при $p < 0,01$. У мальчиков-хоккеистов содержание свободного карнитина достоверно ниже, чем у пловцов при $p < 0,05$, и достоверно ниже, чем у мальчиков контрольной группы при $p < 0,01$. Соотношение связанных карнитин/свободный карнитин оказалось достоверно ниже у мальчиков контрольной группы, не занимающихся интенсивной физической деятельностью, чем у мальчиков-пловцов и хоккеистов ($p < 0,001$).

Свободный карнитин используется для транспорта длинноцепочечных жирных кислот из цитозоля клетки в матрикс митохондрий для производства энергии в процессе бета-окисления. При выполнении преимущественно аэробных нагрузок (плавание) необходимо большее количество энергии. В ходе анализа полученных данных намечена тенденция различий в содержании свободного карнитина не только по видам спорта, но и между мальчиками и девочками в каждой группе. Гендерные различия в содержании свободного карнитина представлены на рисунке 4.1. При сравнении содержания свободного карнитина у девочек и мальчиков, играющих в хоккей на траве, выяснено, что различия достоверны при $p < 0,01$. В группе пловцов среди мальчиков и девочек достоверных различий не установлено. Проведено сравнение содержания свободного карнитина у девочек-хоккеисток и девочек, занимающихся плаванием. В его ходе обнаружено, что уровень свободного карнитина достоверно выше у пловчих $p < 0,001$. Как уже было отмечено, среди мальчиков самое высокое содержание свободного карнитина оказалось у представителей контрольной группы. При сравнении этих показателей с группой хоккеистов, различия достоверны при $p < 0,01$, а при сравнении с группой пловцов достоверных различий не обнаружено.

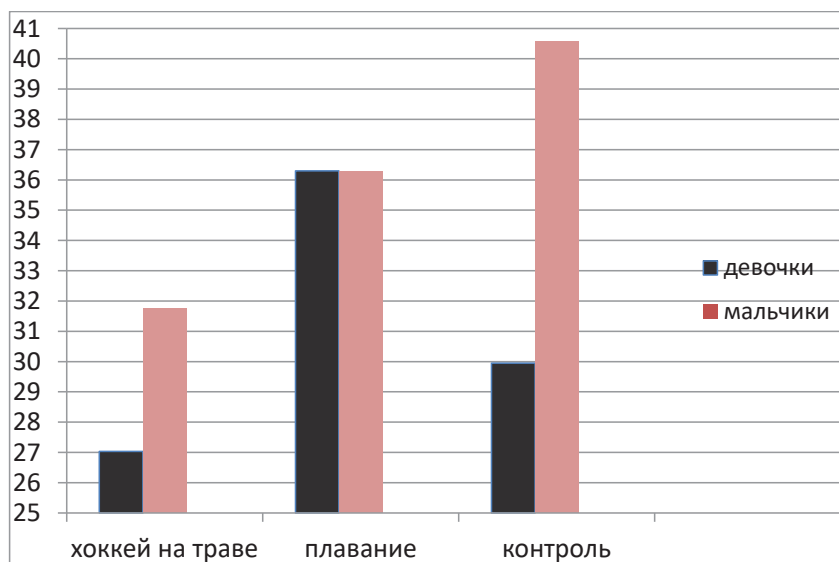


Рисунок 4.2. Сравнение содержания свободного карнитина (средние значения, мкмоль/л)

Уровень связанного карнитина определяется суммарным содержанием ацилкарнитинов. Большую часть (от 28% до 88%) связанного карнитина во всех группах составил ацетилкарнитин. Ацетил-L-карнитин является биологически активной формой L-карнитина - ключевого вещества в процессе катаболизма жиров и обра-

зования энергии в организме. Ацетилкарнитин поставляет активированный ацетат непосредственно в матрикс митохондрии для образования ацетил-КоА, участвующего в цикле трикарбоновых кислот, таким образом, ацетилкарнитин является субстратом для запуска энергозависимых обменных процессов в митохондриях. В группе хоккеистов среднее содержание ацетилкарнитина составило $9,69 \pm 0,49$ мкмоль/л (46,46%-70,27%), в группе пловцов – $9,86 \pm 0,56$ мкмоль/л (27,96%-88,88%), а в контрольной группе $8,77 \pm 0,46$ мкмоль/л (57,13%-71,7%) вещества. На рисунках 4.3, 4.4, 4.5 представлено процентное содержание ацетилкарнитина с связанным карнитине в исследуемых группах.

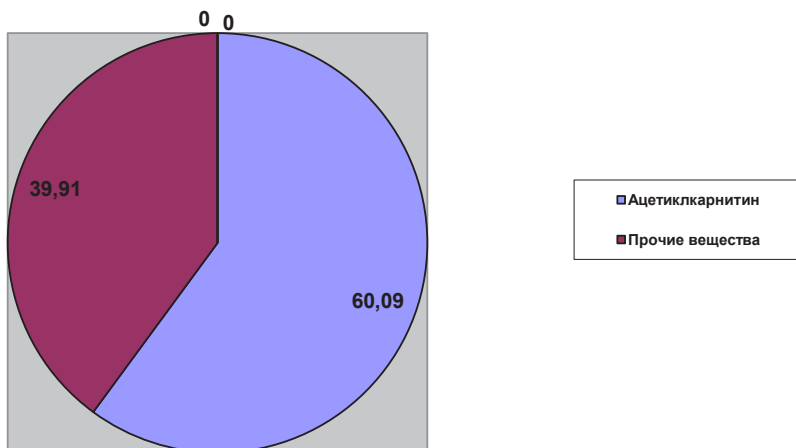


Рисунок 4.3. Процентное содержание ацетилкарнитина в связанном карнитине в группе хоккеистов

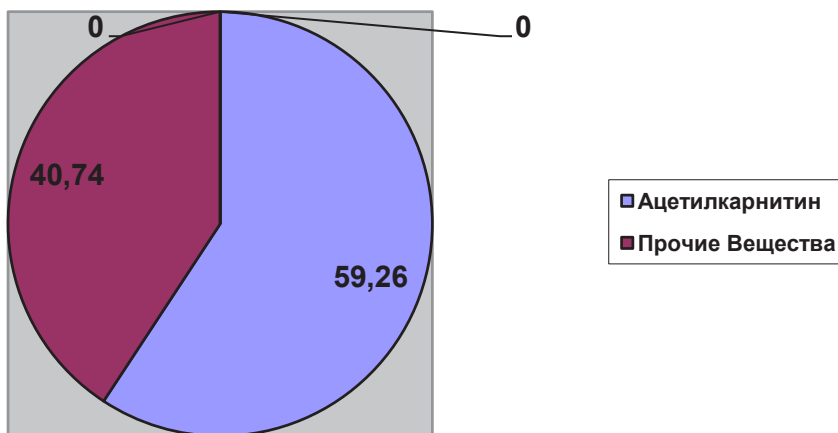


Рисунок 4.4 Процентное содержание ацетилкарнитина в группе пловцов

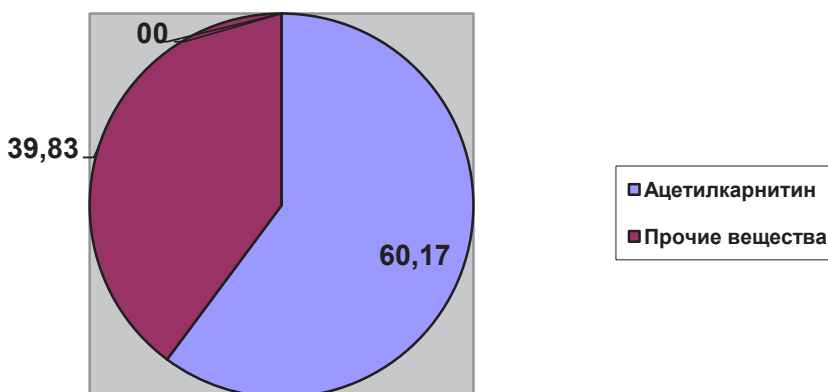


Рисунок 4.5. Процентное содержание ацетилкарнитина в контрольной группе

Особый интерес представляет соотношение связанных карнитин/свободный карнитин. Этот показатель используется для дополнительной характеристики содержания ацилкарнитинов (АК) и свободного карнитина (С0) и отражает эффективность клеточной энергетики. Таким образом, чем ниже данный коэффициент, тем эффективнее энергообмен. Нормальные значения этого показателя – менее 0,7. Величина индекса связанных карнитин/свободный карнитин находится в обратной связи с уровнем свободного карнитина и в прямой – с уровнем связанного карнитина. Увеличение данного соотношения указывает на недостаточность свободного карнитина, что отражает несовершенство клеточной энергетики и подтверждает увеличение доли связанных форм карнитина в структуре показателя общего карнитина. Несмотря на то, что показатели во всех группах укладываются в пределы нормы, данный индекс в результате нашего исследования оказался достоверно выше у хоккеистов в сравнении с группой пловцов и контрольной группой ($p < 0.01$). Данный результат указывает на более эффективную клеточную энергетику у мальчиков-пловцов по сравнению с хоккеистами.

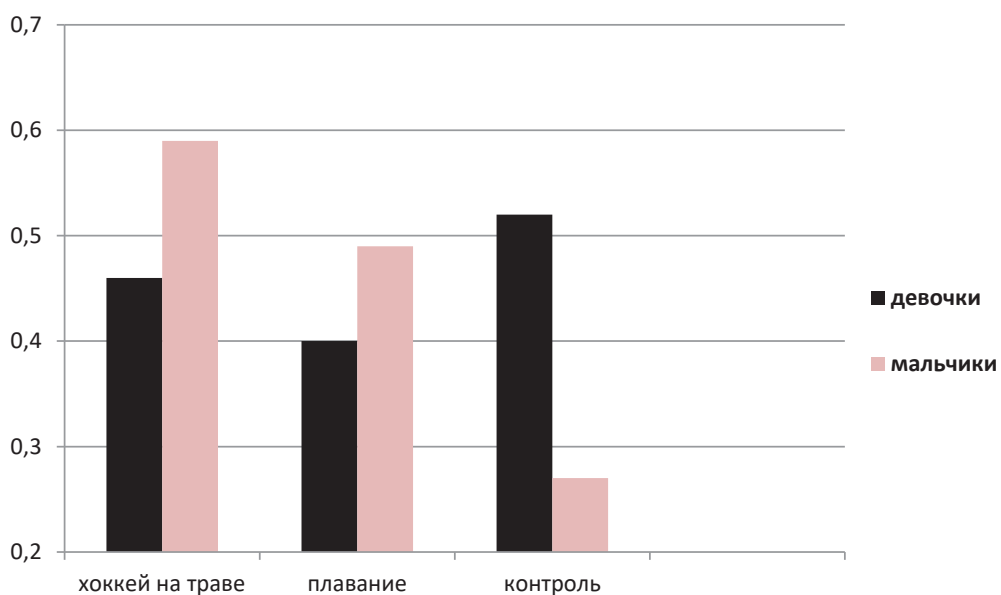


Рисунок 4.6. Сравнение соотношения связанных карнитин/свободный карнитин в исследуемых группах (средние значения)

Таким образом, на рисунке 4.6 видно, что самый высокий индекс соотношения АК/С0 у мальчиков-хоккеистов и отличия данного показателя от группы мальчиков-пловцов достоверны при $p < 0.01$, а от группы контроля при $p < 0.001$. Отличия от соответствующих контрольных значений у девочек в обеих группах (хоккей на траве и плавание) достоверны при $p < 0.01$.

Изучение карнитинового обмена привлекает внимание многих специалистов. При изучении митохондриальной патологии данные показатели являются объективным отражением состояния энергетического обмена клетки. В исследованиях Николаевой Е.А. и соавт. [2011] приняли участие дети с митохондриальной патологией, а также здоровые дети, в качестве контрольной группы. Уровень свободного карнитина у больных детей укладывался в рамки нормальных значений. Обращает на себя внимание тот факт, что большая часть ацилкарнитинов была представлена ацетилкарнитином (85%), а также повышение уровня некоторых других ацилкарнитинов, что, по мнению авто-

ров, может являться следствием активации кетогенеза, нарушения обмена молочной и пировиноградной кислот, наблюдаемых при митохондриальных болезнях. Состояние карнитинового обмена было исследовано у недоношенных новорожденных детей. Алямовская Г.А. и соавт [2012] был использован метод тандемной хромато-масс-спектрометрии для определения содержания свободного и связанного карнитина. Выяснено, что у большинства детей с низкими показателями физического развития уровень свободного карнитина в крови оказался в пределах нормальных значений, у трех детей уровень свободного карнитина был повышен, а у одного ребенка снижен. Другими авторами было также изучено влияние длительных нагрузок (марафонский забег) на уровень свободного карнитина и ацилкарнитинов. Cooper MB и соавторами [1986] было установлено, что в результате воздействия интенсивной длительной физической нагрузки уровень свободного карнитина снижался до 37% от общего карнитина, а уровень ацилкарнитинов возрастал до 288%. Исследователями Gatti R, De Palo CB, Spinella P, De Palo EF [1998] были изучены взаимосвязи между содержанием жировой массы тела, ацилкарнитинами, а также свободным карнитином у 33 здоровых людей. Была установлена статистически значимая отрицательная корреляция между уровнем плазменного ацетилкарнитина и мышечной массой, что, по мнению авторов, является следствием улучшения окислительного метаболизма мышц и является подтверждением того, что изменение мышечного метаболизма находится в тесной связи с концентрацией ацетилкарнитина в крови.

В ходе изучения особенностей карнитинового обмена у спортсменов и представителей контрольной группы была также определена масса тела и процентное содержание жировой ткани в организме исследуемых. После определения данных параметров у исследуемых (N=121) была выявлена статистически значимая отрицательная корреляционная связь между процентным содержанием жировой массы тела и связанным карнитином, а также соотношением связанный карнитин/свободный карнитин. Данные представлены на рисунке 4.7.

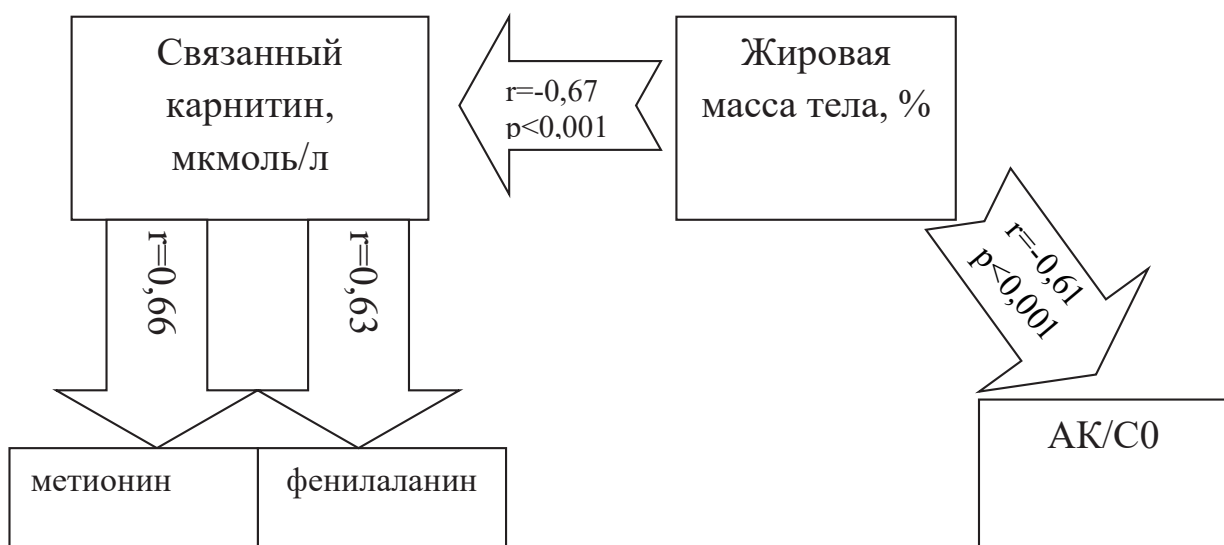


Рисунок 4.7. Корреляционная связь между показателями карнитинового обмена и композиционным составом тела

Как видно на рисунке 4.7. также была обнаружена достоверная статистически значимая положительная корреляционная связь между содержанием связанного карнитина и уровнем некоторых аминокислот, в частности метионина и фенилаланина.

Аминокислоты как заменимые, так и незаменимые участвуют в энергетическом обмене клетки, в процессе глюконеогенеза. Из аланина, цистеина, глицина образуется пируват. Фенилаланин окисляется в тирозин с участием фермента микросомального окисления, специфической монооксигеназой – фенилаланин-гидроксилазой. Тирозин, в свою очередь, вступает в многочисленные реакции в различных тканях. В результате этих превращений тирозин не только распадается до конечных продуктов, но и дает промежуточные метаболиты, из которых образуется ряд важных соединений, некоторые из которых являются биологически активными веществами, в частности, фумарат, участвующий в цикле Кребса. Глутаминовая кислота является регулятором окислительно-восстановительных реакций в организме, помимо этого она является субстратом для биосинтеза аминокислоты орнитина путем ее переаминирования. Орнитин способствует секреции гормона роста, что стимулирует процесс сжигания жировой ткани. Были проведены исследования, в ходе которых выяснено, что систематический прием 1 грамма орнитина и 1 грамма аргинина в сутки в течение 5 недель в сочетании с интенсивной физической нагрузкой приводит к приросту мышечной массы и снижению содержания жировой массы тела. Аргинин является условно заменимой аминокислотой, которая принимает участие в синтезе креатина. Она образуется в ходе синтеза мочевины в печени из карбомилфосфата при участии аспарагиновой кислоты и орнитина, таким образом, состоит в прямой корреляционной зависимости с этими двумя аминокислотами. В составе белков аргинин как полярная положительно заряженная аминокислота участвует в образовании ионных связей и в формировании гидратной оболочки белков. Аргинин является одним из ключевых метаболитов в процессах азотистого обмена. Имеются данные, что во время интенсивных физических нагрузок, стрессов, травм аргинин перестает синтезироваться и возникает необходимость поступления его извне. В то же время, отмечается, что у детей и подростков уровень синтеза аргинина часто недостаточен. Считается, что L-изомер цитруллин способствует выработке организмом аргинина. В спортивном питании L-Цитруллин используется для выведения молочной кислоты и аммиака, а также для восстановления запасов АТФ и креатинфосфата после тренировок. Аминокислота глицин также участвует в синтезе креатина, который в свою очередь подвергается фосфорилированию с участием АТФ до образования креатинфосфата. Аминокислоты с разветвленной цепью (валин, лейцин, изолейцин) служат источником энергии в мышечных клетках, препятствуют снижению уровня серотонина, а также являются одним из главных источников для синтеза тканей тела.

Нами было исследовано количественное содержание аминокислот. В таблице 4.5 приведены средние значения содержания аминокислот в различных группах в зависимости от вида спорта, а также достоверность различий содержания указанных веществ.

Исследование уровня незаменимой аминокислоты метионина представило особый интерес за счет своего положительного влияния на липидный обмен (липотропное действие), а также это вещество является субстратом для эндогенного

синтеза карнитина. Возрастные нормы данного вещества находятся в пределах от 6 до 37 мкмоль/л. В группе девочек-хоккеисток уровень метионина варьировался 4,507 до 10,908 мкмоль/л (у 6 девочек уровень метионина оказался ниже нормальных значений), среднее значение – $6,69 \pm 0,36$ мкмоль/л. У мальчиков хоккеистов максимальное значение метионина достигало 50,30 мкмоль/л, что существенно превышает уровень нормы, а минимальное – 11,33 мкмоль/л. Среднее значение уровня метионина в этой группе – $18,23 \pm 1,31$ мкмоль/л. Таким образом, уровень метионина у мальчиков-хоккеистов достоверно выше при $p < 0,01$. У девочек, занимающихся плаванием средний уровень метионина составил $11,32 \pm 1,22$ мкмоль/л, с минимальным значением 4,953 мкмоль/л и максимальным - 18,76 мкмоль/л. В этой группе у 2 девочек отмечен сниженный уровень данной аминокислоты. У мальчиков-пловцов уровень метионина варьировался между 4,014 мкмоль/л (у одного пловца значение ниже нормы) и 27,57 мкмоль/л., среднее значение $15,95 \pm 1,34$ мкмоль/л. Различия в содержании данной аминокислоты между мальчиками и девочками, занимающихся плаванием достоверны при $p < 0,05$. В контрольной группе девочек средний уровень метионина составил $12,91 \pm 0,49$ мкмоль/л, а у мальчиков $8,08 \pm 0,86$ мкмоль/л. Достоверность различий в содержании метионина отмечена при $p < 0,001$.

Таким образом, в ходе проведенного исследования состояния карнитинового обмена были отмечены некоторые особенности в зависимости от вида деятельности, а также половые различия. Было выяснено, что уровень свободного карнитина (C0) в группе хоккеистов оказался достоверно ниже, чем в группе пловцов ($p < 0,001$), а самое низкое содержание свободного карнитина – в группе девочек, играющих в хоккей на траве. Коэффициент связанный карнитин/свободный карнитин используется для дополнительной оценки эффективности клеточной энергетики. При подсчете соотношения ацилкарнитинов и свободного карнитина, средние показатели данного индекса оказались достоверно выше ($p < 0,01$) в группе хоккеистов, в частности, у мальчиков.

По результатам исследования и их статистической обработки можно предположить, что большее содержание карнитина у представителей плавания (циклического вида спорта, требующим большей выносливости и аэробной работоспособности) по сравнению с группой хоккеистов является отражением более эффективного клеточного энергообмена у представителей этого вида спорта.

Высокое содержание свободного карнитина ($40,57 \pm 2,5$ мкмоль/л) и низкий индекс АК/C0 ($0,27 \pm 0,01$) у мальчиков контрольной группы, вероятно, связано с путями образования АТФ. При любой мышечной работе функционируют три пути ресинтеза АТФ, но включаются они последовательно. В первые секунды работы ресинтез АТФ идет за счет креатинфосфатной реакции, затем включается гликолиз и, наконец, по мере продолжения работы на смену гликолизу приходит тканевое дыхание. Отсутствие интенсивной физической нагрузки не требует от организма ребенка высоких энергетических затрат, что позволяет процессу тканевого дыхания функционировать менее эффективно.

Таблица 4.5. Количественное содержание аминокислот в различных группах

Аминокислота	1.Хоккей на траве	2.Плавание	3.Контроль	р для групп 1-2	р для групп 1-3	р для групп 2-3
Аланин	385,43±11,44	343,43±13,81	325,25±11,6	<0,05	<0,01	
Аргинин	20,82±1,37	23,27±1,77	13,73±2,86		<0,05	<0,01
Аспарагиновая кислота	130,06±3,25	103,42±3,85	126,01±5,54	<0,001		<0,001
Цитруллин	31,13±1,34	30,26±0,90	29,39±1,41			
Глутаминовая кислота	285,53±8,72	307,8±7,14	329,18±8,26		<0,01	
Глицин	270,35±10,52	205,42±6,34	262,32±18,65	<0,001		<0,01
Метионин	13,67±1,15	14,43±1,03	11,66±0,59			<0,05
Орнитин	102,16±5,19	64,25±3,81	83,43±5,55	<0,001	<0,05	<0,01
Фенилаланин	55,97±2,62	47,89±2,03	43,22±1,36	<0,05	<0,001	
Тирозин	65,34±2,82	67,32±2,82	60,84±2,69			
Валин	136,65±4,51	155,63±5,07	136,64±5,08	<0,01		<0,05
Лейцин/изолейцин	130,88±4,95	147,12±6,53	108,46±3,69	<0,05	<0,001	<0,001

ГЛАВА 5. ИЗУЧЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ АЭРОБНОЙ РАБОТОСПОСОБНОСТИ СПОРТСМЕНОВ.

Кардиореспираторное нагрузочное тестирование – метод, который широко используется в современной спортивной медицине для определения аэробной работоспособности - выносливости спортсменов. Данная проба позволяет оценить функцию кардиореспираторной системы, которая заключается в поддержании клеточного дыхания. Проведение теста с физической нагрузкой является универсальным методом выявления процессов нарушения толерантности к интенсивной физической нагрузке, в частности, у спортсменов, а также дает возможность оценить уровень физической работоспособности независимо от внешних факторов. Charman RF [2013] в своем исследовании описывает изменение аэробной работоспособности в условиях высокогорья и возможность отбора спортсменов для тренировки в подобных условиях, так как индивидуальные особенности организма влияют на работоспособность. Ухудшение работоспособности связывается с ограничением диффузии кислорода. Сатурация кислорода считается основным фактором, который влияет на доставку кислорода к периферии. В условиях гипоксии сатурация поддерживается в основном за счет увеличения вентиляции легких. Однако во время интенсивных физических упражнений некоторые спортсмены демонстрируют ограничения скорости выдоха и не в состоянии увеличить вентиляцию легких в условиях гипоксии. При этом важно не допустить нарастание одышки, так как это приведет к активации симпатической нервной системы.

Среди нагрузочных тестов для исследования аэробной выносливости, наиболее информативным и достоверным является велоэргометрический тест. При велоэргометрии обеспечивается максимальная интенсификация физиологических систем и вовлечение в процесс 60-70% мышц. Для проведения нагрузочного тестирования необходимо соблюдение ряда правил и рекомендаций. Упражнения должны быть легко воспроизводимыми при проведении последующих тестов, не включать в себя сложнокоординационных движений. Полученные данные должны иметь количественное выражение и фиксироваться с помощью автоматических приборов.

С точки зрения физиологии МПК является мерой аэробной мощности и интегральным показателем состояния транспортной системы кислорода (O₂). Аэробная работоспособность у спортсмена тем выше, чем выше уровень МПК. Основной задачей организма во время интенсивной физической нагрузки является адекватное обеспечение тканей кислородом. МПК – это то количество кислорода, которое организм способен усвоить за 1 минуту. Данные выражаются в единицах: л/мин или мл/мин/кг. Существуют исследования, согласно которым предел МПК генетически детерминирован. Так, в начале спортивной карьеры в возрастные периоды становления аэробной мощности организм спортсмен способен стремительно повышать уровень МПК. В дальнейшем атлет выходит на стабильный уровень своих показателей и любое увеличение МПК будет даваться с большим трудом. Claude Bouchard с коллегами [1999] провели исследование, касающееся особенностей роста показателя МПК в ходе интенсивных тренировок. Для исследования были отобраны представители 98 семей. У всех был изучен исходный уровень МПК до тренировок и по истечению 20 недель тренировочного процесса, подобранного индивидуально в зависимости от состояния физической подготовленности. В сред-

нем уровень МПК увеличился на 400 мл/мин, однако для одних прирост составил 3%, для других – 20%. Таким образом, в результате данного исследования, можно сделать вывод о том, что максимально возможный уровень МПК предопределен на генетическом уровне. Высокий уровень МПК является одной из предпосылок для достижения спортсменом высоких результатов, так как характеризует состояние выносливости атлета, но не гарантирует их.

Уровень максимального потребления кислорода складывается из большого количества факторов. К ним необходимо отнести не только особенности тренировочного процесса, возраст и пол, но и режим питания, композиционный состав тела и многие другие факторы. Ghloum K и соавторами [2011] были изучены взаимосвязи между особенностями питания, композиционным составом тела, в том числе содержанием жира в организме, и уровнем липопротеидов у фехтовальщиков. Индекс массы тела, содержание жира (13,9%), а также показатель МПК (49.6 ± 4.76 мл/кг/мин) оказался на уровне среднего для данной группы спортсменов. Таким образом, в результате исследования приводится вывод о том, что сбалансированное питание и соблюдение рекомендаций диетолога, положительно сказывается не только на спортивных результатах и показателях, но и на здоровье спортсмена в целом. Имеются возрастные, гендерные особенности, тип выполняемой физической нагрузки в ходе тренировочного процесса. Основные его составляющие можно объединит в три большие группы. Это внешнее дыхание, особенности кровообращения, а также процессы тканевого дыхания.

На рисунке 5.1. представлена схема основных компонентов, лимитирующих максимальное потребление кислорода.

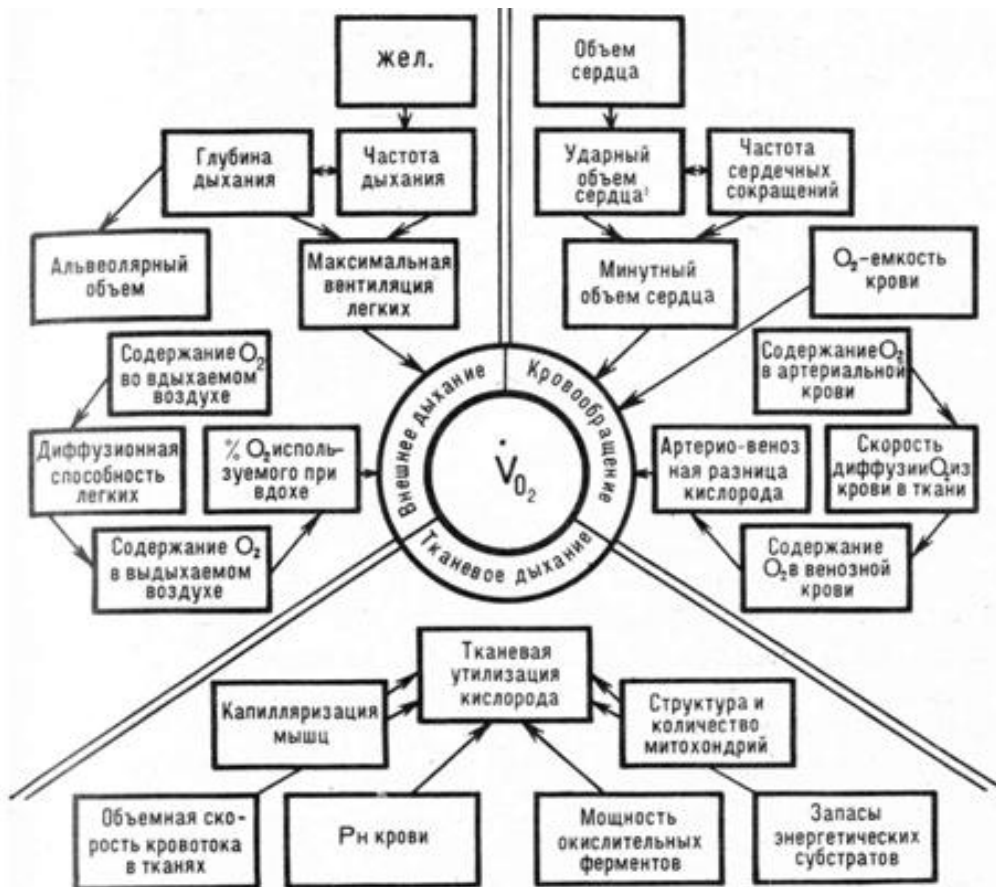


Рисунок 5.1. Факторы, лимитирующие МПК

Нами было проведено исследование уровня максимального потребления кислорода на базе учебно-научной лаборатории кафедры медико-биологических дисциплин Поволжской государственной академии физической культуры, спорта и туризма. Были изучены абсолютные и относительные показатели МПК. Абсолютные показатели МПК (л/мин) находятся в прямой связи с массой тела. Поэтому в циклических видах спорта, таких как плавание, гребля, конькобежный спорт наибольшее значение имеет именно этот показатель. Относительные же показатели МПК (мл/мин/кг) у высококвалифицированных спортсменов находятся в обратной зависимости от содержания жира в организме [11, 13]. Поэтому, например, бегуны на длинные дистанции или лыжники-марафонцы, как правило, имеют минимальное количество жировой ткани и относительно небольшой вес тела, соответственно у этих спортсменов описываются наибольшие относительные показатели МПК. При сравнении содержания жировой массы тела у нетренированных взрослых мужчин (к 18-25 годам она составляет в среднем 15-17%) и спортсменов-стайеров (в среднем 6-7%) отмечается существенная разница. При изучении относительных показателей МПК наибольшие величины отмечаются у бегунов на длинные дистанции, лыжников, а наименьшие – у гребцов. Таким образом, в видах спорта, требующих большие аэробные затраты возможности спортсмена (в том числе и плавание) правильнее оценивать по относительному МПК [11, 13, 14].

В проведенном нами исследовании приняли участие представители игрового вида спорта (хоккей на траве), а также спортсмены, занимающиеся плаванием. Была также создана контрольная группа. Полученные данные (средняя и ошибка средней) в зависимости от вида физической нагрузки представлены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 Средние показатели абсолютного МПК (л/мин) и относительного МПК (мл/кг/мин)

Показатели Вид спорта	Средний показатель абсолютного МПК, л/мин	Средний показатель относительного МПК, мл/кг/мин
Хоккей на траве, N=19	2,17±0,07*	38,37±0,98*
Плавание, N=10	3,77±0,23*	53,77±2,35*
Группа контроля, N=7	2,68±0,08*	39,95±2,8*

Примечание. *При исследовании абсолютного показателя МПК достоверные отличия выявлены в следующих группах: у пловцов уровень МПК выше, чем у хоккеистов и группы контроля при $p < 0,001$. При изучении относительного показателя МПК (то есть его зависимости от массы тела) выяснено: у пловцов уровень МПК выше, чем у хоккеистов и группы контроля при $p < 0,001$.

Полученные данные связаны со спецификой выполняемой нагрузки преимущественно аэробной у пловцов, а также гендерными различиями в исследуемых группах. Так как известно, что абсолютные показатели МПК у мальчиков достигает своих максимальных величин в возрасте 15 лет.

Среди представителей хоккея на траве (девочки) были выявлены следующие показатели. Средний возраст группы 16,21±0,29 лет. Уровень абсолютного МПК варьировался от 1,37 до 2,67 л/мин, среднее значение 2,12±0,25 л/

мин. Относительный уровень МПК: 26,045-45,47 мл/мин/кг, среднее значение $38,29 \pm 3,11$ л/мин.

У исследованных пловцов-девочек абсолютные показатели МПК варьировались в пределах 2,538 – 2,601 л/мин. Относительные показатели МПК: 42,99-46,74 мл/мин/кг. В группе пловцов-мальчиков абсолютные показатели МПК находились в пределах 3,68 – 4,46 л/мин (средние показатели $2,68 \pm 0,08$ л/мин). Относительные показатели МПК: 56,09 - 65,38 мл/мин/кг, среднее значение $60,43 \pm 2,5$ мл/кг/мин. Средний возраст в группе пловцов $17,0 \pm 0,42$ лет.

Показатели уровня абсолютного МПК в контрольной группе (7 мальчиков IT-лица интерната при КФУ) составили от 2,333 до 2,933 л/мин (средние показатели $2,68 \pm 0,08$ л/мин). Относительные показатели МПК с учетом массы тела исследуемых составили 29,02-51,03 мл/мин/кг, среднее значение $39,95 \pm 2,8$ мл/мин/кг. Средний возраст мальчиков контрольной группы – 16 лет.

В группе хоккеистов лучший показатель отмечен у спортсменки М. – абсолютный показатель МПК 2,67 л/мин. протокол исследования МПК данной спортсменки представлен на рисунке 5.2

Результаты проведенного исследования на примере представителей всех трех групп.

1. Спортсменка М., специализирующаяся в хоккее на траве. Спортсменка М. (на момент обследования 15 лет). Был изучен анамнез жизни данной спортсменки. Из перенесенных заболеваний отмечена ОРВИ 3 раза в год. Наследственный и аллергологический анамнез не отягощен. Данные о состоянии здоровья атлета вносятся во врачебно-контрольную карту диспансерного наблюдения спортсмена РЦМП. При изучении антропометрических показателей отмечено гармоничное развитие атлета, вес – 68 кг, рост 172 см, индекс массы тела – 22,98. При проведении функциональных проб реакция сердечно-сосудистой системы по нормотоническому типу, восстановление полное, своевременное. В общем анализе крови и мочи изменений обнаружено не было. Данные ЭКГ: синусовая брадикардия с ЧСС 53 уд/мин, вертикальное положение электрической оси сердца. При проведении ультразвукового исследования внутренних органов изменений не выявлено. После осмотра офтальмолога был выставлен диагноз миопия слабой степени.

Спортивный стаж атлета составляет 5 лет, спортивное звание – 1 взрослый разряд. Игровое амплуа – полузащитник. Относительный показатель максимального потребления кислорода данной спортсменки при весе 66 кг и содержании жировой массы в 18,6% составил 40,454 мл/мин/кг. Жизненная емкость легких при этом составила 3450 мл. Показатели карнитинового обмена у данной спортсменки: свободный карнитин – 22,095 мкмоль/л, связанный карнитин – 9,177 мкмоль/л, соотношение АК/СО – 0,46. Данные карнитинового обмена спортсменки в целом ниже средних в изучаемой группе. Однако показатель связанный карнитин/свободный карнитин говорит об эффективности клеточной энергетики. Это находит отражение в достаточно высоком уровне МПК у данной спортсменки.

При анализе анкеты данной спортсменки выяснено, что длительность и интенсивность круглогодичных тренировок составляет по 1,5-2 часа 6 раз в неделю, во время чего атлет проявляет самоконтроль. Субъективных проявлений

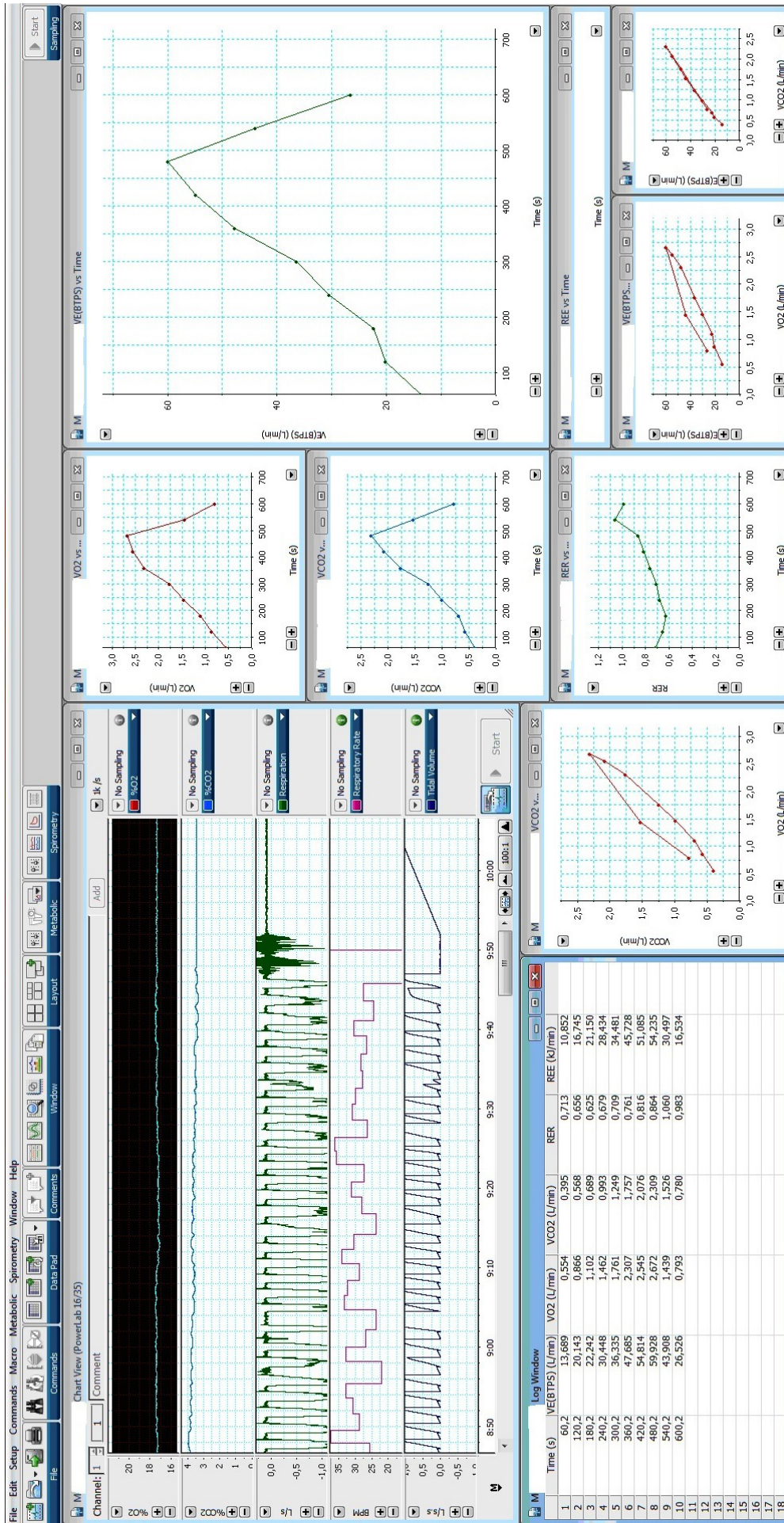


Рисунок 5.2. Протокол исследования уровня МПК спортсменки М., 15 лет

перетренированности и перенапряжения, спортивных травм отмечено не было. В настоящее время свою тренированность отмечает как удовлетворительную. Участие в соревнованиях – 1 раз в месяц. Прием витаминных комплексов, энерготропных препаратов, биологически активных добавок, как во время соревнований, так и во время тренировочного процесса отрицает. В ходе изучения анкеты выяснено, что питание спортсменки 3-4 раза в день, полноценное, разнообразное с достаточным количеством мяса, овощей и фруктов, молочных продуктов. Спортсменка также 1 раз в месяц посещает Макдональдс и другие заведения быстрого питания, однако практически ежедневно употребляет газированные напитки (колу, фанту и др.). По итогам медицинского обследования спортсменка допущена к занятиям хоккеем на траве.

2. Представитель плавания. Атлет N. (возраст на момент обследования - 16 лет). Был изучен анамнез жизни данного спортсмена. Из перенесенных заболеваний отмечена ветряная оспа. Наследственный и аллергологический анамнез не отягощен. Данные о состоянии здоровья атлета вносятся во врачебно-контрольную карту диспансерного наблюдения спортсмена РЦМП. При изучении антропометрических показателей отмечено гармоничное развитие атлета, вес – 69,2 кг, рост 181,5 см, индекс массы тела – 20,43. У данного атлета был произведен полный анализ композиционного состава с измерением количества безжировой массы тела (61,1 кг), мышечной массы (58 кг), костной массы (3,1 кг). При проведении функциональных проб реакция сердечно-сосудистой системы по нормотоническому типу, восстановление полное, своевременное. В общем анализе крови и мочи изменений обнаружено не было. Данные ЭКГ: синусовая брадикардия с ЧСС 51 уд/мин, вертикальное положение электрической оси сердца. При проведении ультразвукового исследования внутренних органов изменений не выявлено. Заключение Эхо-КГ: эктопическая хорда левого желудочка (вариант нормы). По итогам медицинского обследования атлет допускается к занятиям плаванием.

При анализе анкеты данного атлета выяснено, что длительность и интенсивность круглогодичных тренировок составляет по 2 часа 2 раза в день, во время чего атлет проявляет самоконтроль. Свою тренированность отмечает как хорошую. Субъективных проявлений перетренированности и перенапряжения отмечено не было. Участие в соревнованиях – 2 раза в месяц. Питание спортсмена 3-4 раза в день, полноценное, разнообразное с достаточным количеством мяса, овощей и фруктов, молочных продуктов. В ходе изучения особенностей питания выяснено, что спортсмен 1 раз в месяц посещает Макдональдс и другие заведения быстрого питания, примерно 1 раз в месяц употребляет газированные напитки.

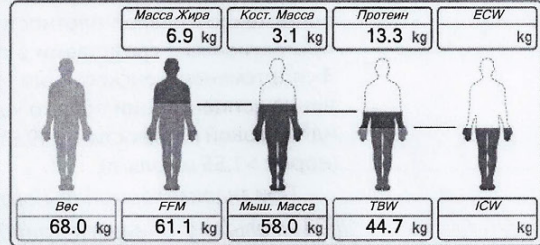
В группе пловцов у атлета N. отмечен лучший показатель абсолютного МПК – 4,446 л/мин. Относительный показатель максимального потребления кислорода данного спортсмена при весе 68 кг и содержании жировой массы в 10,2% (6,9 кг) составил 65,38 мл/мин/кг. Жизненная емкость легких при этом составила 6710 мл. Спортивный стаж атлета – 10 лет. Спортивное звание – кандидат в мастера спорта с 2012 года. Специализация данного атлета – короткие дистанции (50, 100, 200 метров брассом).

ID	000000000		
Имя		Рост	181.5 cm
Возраст	16	Мужской	Тип Стандарт
		PT	0.1 kg

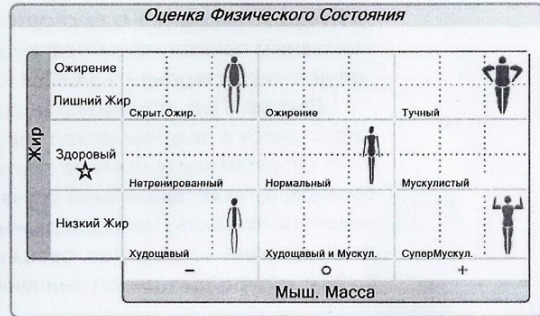
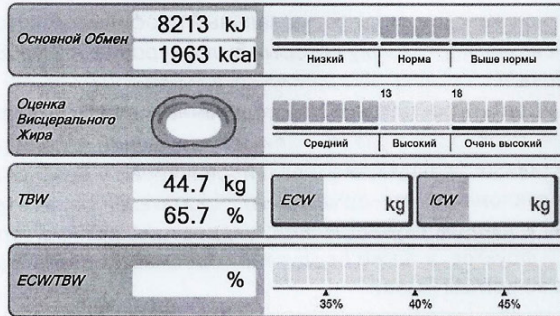
HP_LAZERJET_1536DNF_MFP

■ Детали

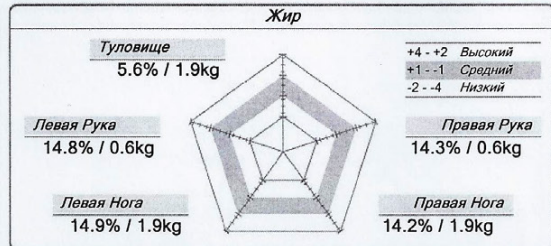
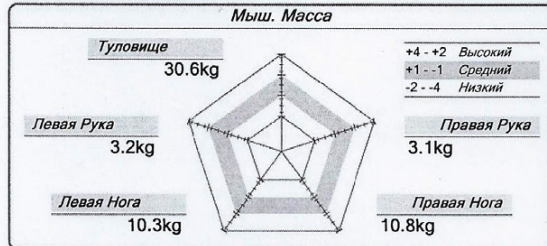
	Результат	Желаемые	Цель	
Вес	68.0 kg	kg	kg	kg
Жир	10.2 %	10.0 - 19.9 %	%	%
Масса Жира	6.9 kg	kg	kg	kg
FFM	61.1 kg			
Мыш. Масса	58.0 kg			
BMI	20.6			
Metabolic Age				



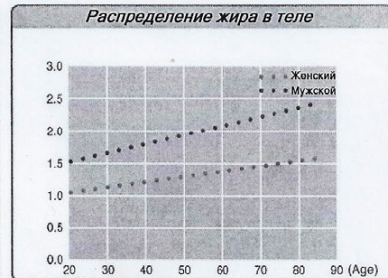
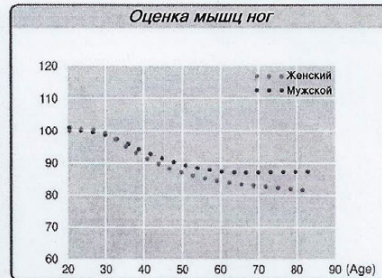
■ BMR VFR TBW



■ Сегментный анализ

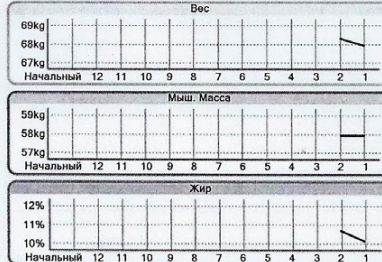


■ Баланс



■ Динамика Результатов

	Вес	Мыш. Масса	Жир
Текущий	68.0	58.0	10.2
Прошлый	68.4	58.0	10.8
Начальный	68.4	58.0	10.8



Reactance Resistance

	1kHz	5kHz	50kHz	250kHz	500kHz	1000kHz	Phase
H-L	581.6	559.9	486.2	432.2	416.4	411.0	-6.3
R-L	-13.7	-29.7	-54.0	-43.1	-41.4	-54.5	-5.4
LL	239.5	235.5	210.2	189.7	183.3	178.3	-5.4
LL	-2.8	-8.6	-19.8	-15.5	-14.3	-14.4	-5.7
RH	242.9	238.5	211.0	190.5	184.5	180.7	-5.7
RH	-3.5	-9.4	-20.9	-15.7	-14.6	-15.2	-6.8
LH	328.5	312.2	268.8	236.5	228.0	225.2	-6.8
LH	-7.4	-18.3	-31.8	-27.5	-27.8	-44.9	-6.9
L-L	317.6	301.7	258.0	225.9	217.7	216.8	-6.9
L-L	-8.9	-18.9	-31.4	-26.9	-27.3	-45.0	-5.5
L-L	479.2	469.8	418.4	377.2	365.6	356.0	-5.5
L-L	-5.8	-17.5	-40.5	-30.9	-27.9	-28.9	

Рисунок 5.3 Композиционный состав тела атлета N., 16 лет.

Показатели карнитинового обмена у данного атлета: свободный карнитин – 35,57 мкмоль/л, связанный карнитин – 8,809 мкмоль/л, соотношение АК/С0 – 0,247. При сравнении со средними показателями в соответствующей группе, установлено, что уровень связанного карнитина, а также индекса АК/С0 спортсмена Н. существенно ниже (в среднем $17,38 \pm 0,82$ мкмоль/л и $0,49 \pm 0,03$ соответственно). Полученные данные карнитинового обмена у спортсмена говорят о достаточно эффективной клеточной энергетике и о высоких аэробных возможностях организма, что подтверждается уровнем МПК.

3. Представитель контрольной группы, школьник А. Ученик IT-лицея, на момент исследования 15 лет. При исследовании антропометрических показателей выяснено, вес – 53,1 кг, рост – 165 см, индекс массы тела при этом составил 19,5 кг/см². При оценке физического развития по центильным таблицам, вес исследуемого находится на уровне 50 центиля, а рост в коридоре 50-75 центиля. Таким образом, отмечается у исследуемого гармоничное развитие. Аллергологический и наследственный анамнез не отягощены. Перенесенные заболевания: закрытый перелом левого предплечья в средней трети со смещением в возрасте 6 лет, ОРВИ 3-4 раза в год, железодефицитная анемия I степени в возрасте 14 лет. в результате осмотра хирургом и ортопедом выставлен диагноз: плоскостопия I степени, нарушение осанки. После осмотра окулистом выставлен диагноз: миопия слабой степени. По результатам медицинского обследования ребенок отнесен к II группе здоровья. Было также проведено анкетирование для установления особенностей питания школьника. В ходе анализа анкеты было выяснено, что школьник питается в заведениях быстрого питания и употребляет газированные напитки не реже одного раза в неделю. В целом, однако, питание у исследуемого 3-4 раза в сутки, полноценное, разнообразное с достаточным количеством овощей и фруктов, молочных продуктов. Употребление витаминных комплексов, биологически активных добавок отрицает.

При изучении показатель максимального потребления кислорода у детей, не занимающихся спортом, данного школьника отмечен наименьший уровень абсолютного МПК. Уровень абсолютного МПК составил 2,333 л/мин, однако, учитывая небольшой вес исследуемого (43 кг, содержание жира в организме – 15,6%), показатель относительного МПК оказался достаточно высоким и составил 43,935 мл/мин/кг. Показатели карнитинового обмена у данного ребенка: свободный карнитин – 43,803 мкмоль/л, связанный карнитин – 11,059 мкмоль/л, соотношение АК/С0 – 0,252. Уровень свободного карнитина у мальчика оказался немного выше, чем средний уровень в группе ($40,57 \pm 2,5$ мкмоль/л). Несмотря на низкий уровень индекса АК/С0, показатель аэробной работоспособности оказался невысоким, что косвенно говорит о низкой эффективности процесса тканевого дыхания.

Сотрудниками учебно-научного центра технологий подготовки спортивного резерва (Рылова Н.В., Мартыканова Д.С., Мустафина Л.Д., Альметова Р.Р.) на базе Поволжской ГАФКСиТ было проведено исследование 33 спортсменов, специализирующихся в различных видах спорта. В исследование были включены представители: академической гребли, плавания, игровых видов спорта, восточных единоборств, лыжных гонок, бадминтона, легкой

атлетики, художественной гимнастики [Рылова и соавт., 2012]. В ходе тестирования спортсмены выполняли тест с непрерывно возрастающей нагрузкой (15 Вт/мин) на велоэргометре до отказа. Также у исследуемых спортсменов был определен композиционный состав тела с использованием методики биоимпедансметрии [23]. Полученные данные свидетельствуют о взаимосвязи МПК и морфологических показателей организма. Наибольший интерес представляет уровень корреляции МПК (л/мин) и мышечной массы (кг), а также МПК и процентным содержанием жира в организме. В исследуемой группе было обнаружено, что наибольшие значения МПК достигаются при минимальных значениях жировой массы тела. А показатели безжировой массы тела и мышечной массы находятся в прямой связи с МПК. Данные приведены в таблице 5.2.

Таблица 5.2. Взаимосвязь некоторых морфологических показателей с МПК спортсменов

№	Показатель	Коэффициент корреляции, r
1	Вес, кг	0,42
2	Мышечная масса, кг	0,608
3	Безжировая масса тела, кг	0,655
4	Жир, %	-0,615

В ходе нашего исследования у спортсменов также было изучено содержание жировой ткани в организме. Получены достоверные различия в процентном содержании жировой массы у пловцов и группы контроля. Данные представлены в таблице 5.3.

Таблица 5.3. Средние показатели массы тела (кг) и жировой массы (%)

Показатель	Хоккей на траве, N=19	Плавание, N=10	Контрольная группа, N=7
Масса тела, кг	56,66±1,37	65,26±1,89	69,43±5,75
Жировая масса, %	17,53±0,64	15,78±1,59	23,6±2,41

Примечание. Достоверные отличия в массе тела отмечены среди представителей хоккея на траве и контрольной группы (при $p < 0,001$). У хоккеистов масса тела достоверно ниже, чем у представителей плавания ($p < 0,01$). При исследовании содержания жировой массы тела выяснено, что у пловцов % жира достоверно ниже, чем у представителей группы контроля ($p < 0,05$). Содержание жира в организме также ниже у хоккеистов, чем у контрольной группы ($p < 0,05$). Полученные данные, вероятно, связаны с половыми различиями, а также со спецификой получаемой физической нагрузки.

В ходе исследования уровня МПК и состояния карнитинового обмена у юных спортсменов были выявлены значимые достоверные корреляционные связи между изучаемыми показателями. Полученные данные с учетом достоверности представлены в таблице 5.4

Таблица 5.4 Корреляционные связи между показателями карнитинового обмена и МПК.

Показатель 1	Показатель 2	Коэффициент корреляции, r	Достоверность корреляции, p
Относительный МПК	Свободный карнитин	0,38	<0,05
Абсолютный МПК	Общий карнитин	0,55	<0,001
Абсолютный МПК	Свободный карнитин	0,60	<0,001

Таким образом, намечены значимые положительные достоверные корреляционные связи между уровнем абсолютного МПК и общим и свободным карнитином. Полученные данные могут говорить о большей аэробной работоспособности у спортсменов с высоким содержанием свободного карнитина, так как достаточное его количество обеспечивает адекватное течение процессов клеточного энергообмена и, в первую очередь, тканевого дыхания.

В ходе статистической обработки полученных результатов подсчитан коэффициент корреляции Спирмена между процентным содержанием жира в организме и связанным карнитином. Обнаружена значимая отрицательная корреляционная связь между данными значениями ($r=-0,6$; $p<0,001$). Полученные данные о взаимосвязях показателей карнитинового обмена, состава тела, а также максимального потребления кислорода представлены на рисунке 5.4.

Таким образом, при изучении аэробной работоспособности юных атлетов в различных видах спорта выяснено, что у представителей плавания уровень МПК достоверно выше, чем у хоккеистов и детей, не занимающихся спортом (при $p<0,001$). При изучении относительного показателя МПК (то есть его зависимости от массы тела) выяснено: у пловцов уровень МПК выше, чем у хоккеистов и представителей группы контроля при $p<0,001$. Полученные данные говорят о высокой аэробной работоспособности пловцов по сравнению с хоккеистами.

В ходе исследования также намечены значимые положительные достоверные корреляционные связи между уровнем абсолютного МПК и общим ($r=0,55$, $p<0,001$) и свободным карнитином ($r=0,60$, $p<0,001$). Полученные данные могут говорить о высокой аэробной работоспособности у спортсменов с большим содержанием свободного карнитина, так как достаточное его количество обеспечивает адекватное течение процессов клеточного энергообмена.

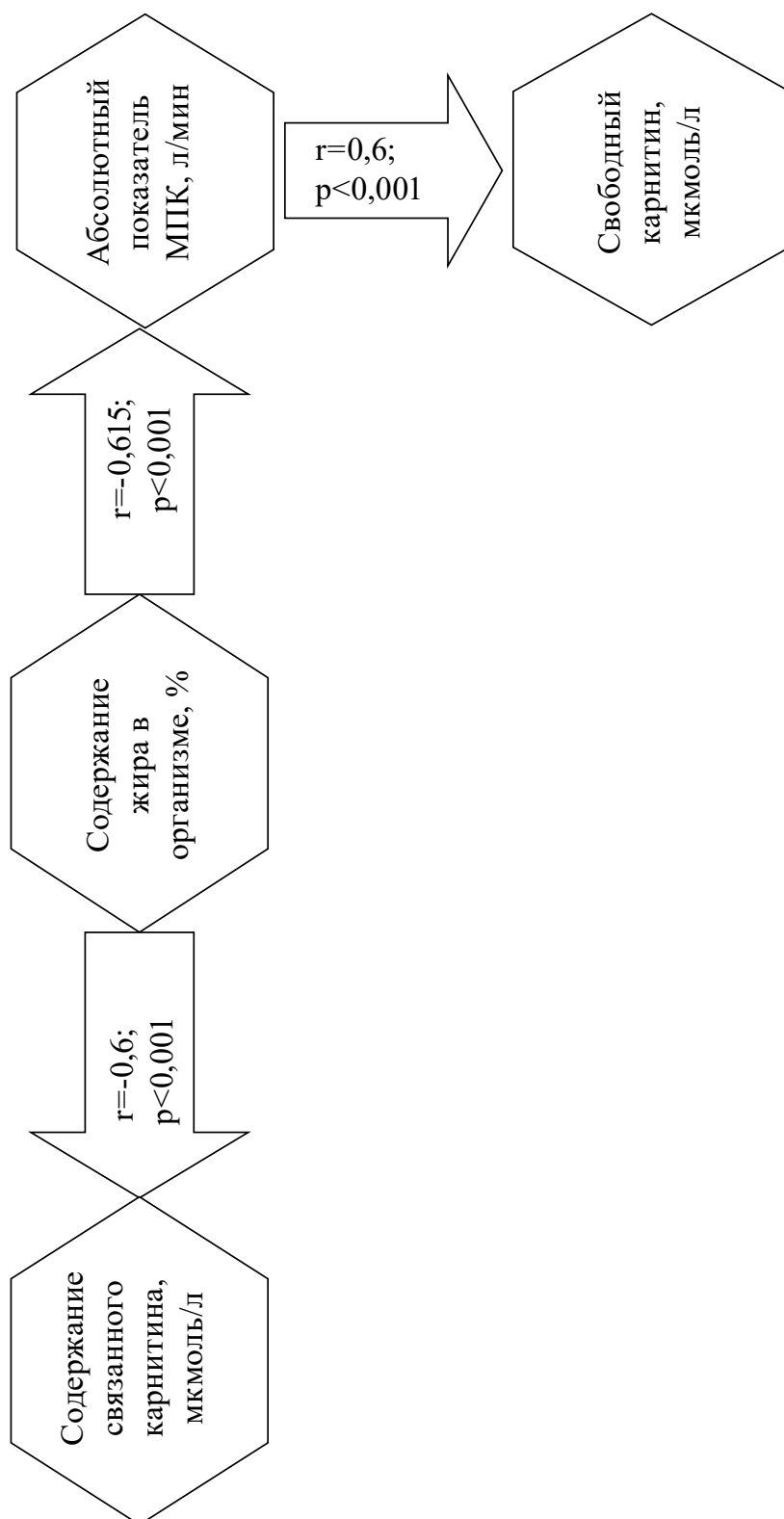


Рисунок 5.4. Взаимосвязи показателей карнитинового обмена, МПК и состава тела

Заключение.

Состояние здоровья школьников и подростков вызывает беспокойство у педиатров. Устранение факторов риска, профилактика заболеваемости постепенно выходят на первый план в работе педиатра. Особое внимание при этом уделяется детям, занимающимся спортом, поэтому немалую важность представляет процесс подготовки юных спортсменов к соревнованиям и тренировкам в межсоревновательный период. Также необходимо тщательно подходить к вопросу системности и адекватности тренировочного процесса, психосоматического благополучия юных спортсменов, так как для достижения наилучших результатов спортсмены, как правило, прибегают к усиленным тренировкам. Существенное психологическое давление на юных атлетов, раннее начало занятий спортом и использование чрезмерно интенсивных физических нагрузок определяет перед врачом основную задачу – сохранение и преумножение здоровья детей, занимающихся спортом. Нельзя забывать об индивидуальных особенностях организма каждого ребенка, что важно для сохранения его здоровья, предохранение от перетренировок и перенапряжений, ведущих к срывам и травмам и развитию определенных заболеваний. Также стоит обратить внимание на риск развития тканевой гипоксии в ответ на интенсивные физические нагрузки. Функциональные и метаболические процессы, механизмы адаптации и работоспособности имеют возрастные и половые особенности.

Многими авторами установлено, что при воздействии интенсивной физической нагрузки процессы клеточного метаболизма претерпевают определенные изменения. В результате дефицита кислорода в клетках в процессе цикла трикарбоновых кислот происходит накопление промежуточных продуктов обмена свободных жирных кислот. Текущие процессы ведут к нарушению функции клетки, и зачастую к ее гибели. Выраженность этих процессов увеличивается по мере возрастания степени гипоксии тканей, так как клеточный метаболизм зависит от адекватности снабжения тканей кислородом, а не только количеством митохондрий и активностью окислительных ферментов в них.

Карнитин – это вещество, которое необходимо для ведения метаболических процессов в клетке и поддержания сохранности тканей, а в стрессовой для клетки ситуации возникает его дефицит. Карнитин используется в качестве переносчика длинноцепочечных жирных кислот через митохондриальную мембрану для участия в цикле Кребса, что предотвращает накопление промежуточных продуктов бета-окисления. Таким образом, становится очевидным, что состояние карнитинового обмена и клеточная энергетика тесно связаны.

Скрытые нарушения клеточной энергетики могут быстро декомпенсироваться, и приводить к снижению активности ферментов митохондриальной дыхательной цепи, вследствие чего возникает широкий спектр метаболических функциональных нарушений. Дефекты клеточного энергообмена имеют влияние на состояние организма в целом.

Изучение состояния энергообеспечения организма должно проводиться не только на клеточном уровне, но и на организменном в целом. Так как эффективность процессов тканевого дыхания обеспечивает высокий энергетический

ческий потенциал организма, что положительно влияет на выносливость и аэробную работоспособность.

В диагностике различных состояний у детей особенно важно использование малоинвазивных методов исследования процессов, происходящих под воздействием физической деятельности. При интенсивных нагрузках, характерных для спортсменов, как на клеточном уровне, так и на организменном в целом происходят определенные изменения. Энергетическое обеспечение мышечной деятельности осуществляется за счет универсальных клеточных органелл – митохондрий и процесса окислительного фосфорилирования с использованием углеводов и липидов в качестве энергетического субстрата. Способность человека длительно выполнять глобальную мышечную работу преимущественно аэробным путем преобразования энергии характеризуется как аэробная выносливость. При использовании упражнений, энергетическая стоимость которых не превышает максимальных величин аэробного (окислительного) производства энергии, преобладает аэробная выносливость, а с увеличением мощности работы до уровня, когда аэробных источников энергии для ее выполнения уже не хватает, вступает в силу анаэробный компонент выносливости. Поэтому в видах спорта, требующих проявления выносливости, спортсмены должны обладать большой аэробной производительностью организма, а именно, высокой максимальной скоростью потребления кислорода и способностью длительно поддерживать ее во время выполнения физической нагрузки. Изучение состояния энергообеспечения организма должно проводиться не только на клеточном уровне, но и на организменном в целом. Так как эффективность процессов тканевого дыхания обеспечивает высокий энергетический потенциал организма, что положительно влияет на выносливость и аэробную работоспособность. А в детской практике в диагностике различных состояний особенно важно использование малоинвазивных и эффективных методов исследования процессов, происходящих под воздействием физической деятельности.

Выводы.

1. Содержание свободного карнитина у пловцов составило $39,29 \pm 0,84$ мкмоль/л, что достоверно выше, чем у хоккеистов ($29,9 \pm 0,95$ мкмоль/л), что достоверно выше при $p < 0,001$.

2. Выявлено, что соотношение АК/С0 у пловцов составило $0,46 \pm 0,02$, а у хоккеистов $0,54 \pm 0,02$; что достоверно ниже при $p < 0,01$. Это говорит о высоком митохондриальном потенциале у детей, занимающихся циклическим видом спорта.

3. Установлено, что у юных пловцов уровень МПК достоверно выше, чем у хоккеистов и детей, не занимающихся спортом (при $p < 0,001$). У представителей группы плавания в среднем он составил $3,77 \pm 0,23$ л/мин, а у хоккеистов $2,17 \pm 0,07$ л/мин. Это говорит о более высокой аэробной работоспособности у представителей циклических видов спорта.

4. Выявлена достоверная прямая корреляционная связь между уровнем свободного карнитина и абсолютным показателем МПК ($r=0,60$, $p < 0,001$). Эти данные свидетельствуют о большей аэробной работоспособности у спортсменов с высоким содержанием свободного карнитина, так как достаточное его количество обеспечивает адекватное течение процессов клеточного энергообмена.

Практические рекомендации.

Для профилактики дезадаптации и перетренировок, ведущих к срывам и травмам у детей, занимающихся спортом, имеющих различные показатели клеточной энергетики, необходим индивидуальный подход при построении тренировочного процесса и определении интенсивности нагрузок.

Для оценки состояния клеточной энергетики спортсменов рекомендуется изучение показателей карнитинового обмена.

Для избежания завышенных физических нагрузок и установления степени выносливости спортсмена необходимо изучение показателя максимального потребления кислорода.

При применении данных методов обследования юных спортсменов (определение состояния карнитинового обмена и показателей аэробной работоспособности) появляется возможность прогнозировать степень выносливости спортсменов, так как между этими показателями существует значимая корреляционная связь.

Список иллюстративного материала

- Рисунок 1.1 Цикл трикарбонных кислот (цикл Кребса)
- Рисунок 1.2 Последовательность повреждения клеточных структур
- Рисунок 1.3. Участие карнитина в переносе длинноцепочечных жирных кислот через митохондриальную мембрану
- Таблица 3.1 Распределение детей исследуемой и контрольной групп по возрасту и полу
- Таблица 3.2 Возраст, в котором разрешен допуск к занятиям
- Таблица 3.3 Объем проведенных исследований в опытной группе
- Таблица 3.4 Спортивный стаж игроков в хоккей на траве
- Таблица 3.5 Заключение ЭКГ у девочек, играющих в хоккей на траве
- Таблица 3.6 Заключение ЭКГ у мальчиков, играющих в хоккей на траве
- Таблица 3.7 Спортивный стаж пловцов
- Таблица 3.8 Заключение ЭКГ у девочек, занимающихся плаванием
- Таблица 3.9 Заключение ЭКГ у мальчиков, занимающихся плаванием
- Таблица 3.10 Наличие заболеваний у детей в контрольной группе
- Рисунок 3.1. Частота посещения заведений быстрого питания
- Таблица 4.1. Нормальные значения показателей карнитинового обмена
- Таблица 4.2. Содержание указанных веществ в исследуемых группах
- Таблица 4.3. Содержание указанных веществ в группе мальчиков и девочек
- Таблица 4.4. Содержание свободного и связанного карнитина, соотношение АК/С0 в исследуемых группах
- Таблица 4.5. Количественное содержание аминокислот в различных группах
- Рисунок 4.1 Процентное соотношение свободного и связанного карнитина в изучаемых группах
- Рисунок 4.2. Сравнение содержания свободного карнитина (средние значения, мкмоль/л)
- Рисунок 4.3. Процентное содержание ацетилкарнитина в связанном карнитине в группе хоккеистов
- Рисунок 4.4 Процентное содержание ацетилкарнитина в группе пловцов
- Рисунок 4.5. Процентное содержание ацетилкарнитина в контрольной группе
- Рисунок 4.6. Сравнение соотношения связанных карнитин/свободный карнитин в исследуемых группах (средние значения)
- Рисунок 4.7. Корреляционная связь между показателями карнитинового обмена и композиционным составом тела
- Таблица 5.1 Средние показатели абсолютного МПК (л/мин) и относительного МПК (мл/кг/мин)
- Таблица 5.2. Взаимосвязь некоторых морфологических показателей с МПК спортсменов
- Таблица 5.3. Средние показатели массы тела (кг) и жировой массы (%)
- Таблица 5.4 Корреляционные связи между показателями карнитинового обмена и МПК.
- Рисунок 5.1. Факторы, лимитирующие МПК
- Рисунок 5.2. Протокол исследования уровня МПК спортсменки М., 15 лет
- Рисунок 5.3 Композиционный состав тела атлета N., 16 лет.
- Рисунок 5.4. Взаимосвязи показателей карнитинового обмена, МПК и состава тела

Список литературы

1. Алексанянц, Г.Д. Медицинские аспекты допуска детей к занятиям спортом (проблемы и решения) / Г.Д. Алексанянц, Г.А. Макарова, В.А. Лобашвили // Физическая культура: воспитание, образование, тренировка. – 1999. – №1-2. – С.
2. Алямовская, Г.А. Вторичная карнитиновая недостаточность у недоношенных детей с массой тела при рождении менее 1500 г в патогенезе энергетического дефицита на первом – втором году жизни и возможности ее коррекции / Г.А. Алямовская, И.В. Золкина, Е.С. Кешишян // Российский вестник перинатологии и педиатрии. – 2012. - №4(2). – С. 126-131.
3. Аулик И.В. Порог анаэробного обмена и его роль при тренировке выносливости / И.В. Аулик, И.Э. Рубан // Научно-спортивный вестник. - 1990. - № 5. - С. 15-19.
4. Балыкова, Л.А. Перспективы метаболической терапии в детской спортивной кардиологии/ Л.А. Балыкова, С.А. Ивянский, Л.М. Макаров, И.А. Маркелова, М.И. Киселева, В.П. Балашов // Педиатрия. 2009; 88: 7-13.
5. Безруков, М.П. Морфологические и функциональные особенности физического развития хоккеистов / М.П. Безруков, С.К. Сарсания, В.Н. Селуянов // Хоккей: Ежегодник. – М., 1984. – С.70-75.
6. Белоцерковский, З.Б. Эргометрические и кардиологические критерии физической работоспособности у спортсменов / З.Б. Белоцерковский. - М.: Советский спорт, 2009. – 348 с.
7. Бокова, Т.А. L-карнитин в комплексной терапии метаболического синдрома у детей / Т.А. Бокова // Вопросы практической педиатрии. - 2010. - т.5 - №4
8. Вельтищев Ю.Е., Темин П.А. Митохондриальные болезни. Наследственные болезни нервной системы. М.: У.Медицина, 1998; 4: 346–409.
9. Виленская, Т.Е. Физическое воспитание детей младшего школьного возраста / Т.Е. Виленская. – Ростов-на-Дону: Феникс, 2006. – 256 с.
10. Виноградова, Л.В., Бахраха И.И. Детская спортивная медицина. – Ростов-на-Дону. – Феникс, 2007. – 320 с.
11. Гиверц, И.Ю. Прогностическая ценность эргоспирометрии у различных категорий пациентов с хронической сердечной недостаточностью / И.Ю. Гиверц, М.Г. Полтавская, А.В. Бранд, О.Н. Дикур, Д.А. Андреев, А.А. Долецкий, В.П. Свириденко, О.В. Пешева, В.П. Седов, П.Ш. Чомахидзе, Е.Е. Якубовская, А.Л. Сыркин // Медицинский вестник. Кардиология. – 2013. - №12, Том 53. – с. 33-40.
12. Гольдберг Н.Д., Морозов В.И., Рогозкин В.А. Метаболические реакции организма при адаптации к мышечной деятельности. Теория и практика физ. культуры 2003; 3: 17–20.
13. Гольдберг, Н.Д. Питание юных спортсменов / Гольдберг Н.Д., Дондуковская Р.Р.// М.: Советский спорт, 2009. – 240 с.
14. Гороховская Г., Чернецова Е. Синдром хронической усталости. Врач 2009; 1:4-8.
15. Горчакова, Н.А. Фармакология спорта / Н.А. Горчакова, Я.С. Гудивок, Л.М. Гунина и др; под общ. ред. С.А. Олейника, Л.М. Гуниной, Р.Д. Сейфуллы. – К.: Олимпийская литература, 2010. – 640 с.
16. Граевская Н.Д., Долматова Т.И. Спортивная медицина: Курс лекций и

практические занятия: учебное пособие: в 2 ч. Ч.1 / Н.Д. Граевская, Т.И. Долматова. – 2-е изд., стереотип. – М.: Советский спорт, 2008. – 304 с.: ил.

17. Дидур М.Д. (ред). Возможности применения метаболитов в практике спортивной медицины и физической реабилитации на примере препарата Элькар. Пособие для врачей. СПб., 2007; 32.

18. Елифанов В.А. Лечебная физическая культура и спортивная медицина. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2007. – 568 с.

19. Ершова С.А. Дисфункция митохондрий при нефропатиях у детей (Обзор литературы)// Нефрология и диализ Т. 5, 2003 г., №4

20. Ефименко А. М., Гончаров В. Ю. Кислородный мониторинг, порог анаэробного обмена (ПАНО), кровообращение и дыхание в оценке функциональных резервов организма спортсмена при возрастающих нагрузках// Ученые записки СГУ – 1988. – №7. – С.98.

21. Ефимова Е.В., Гуськова Т.А., Копелевич В.М. и др.Ацетил-L -карнитин: биологические свойства и клиническое применение (обзор) //Хим.- фарм. журнал. 2002. 36, № 3, С. 3-7.

22. Житникова Л.М. Триметазидин в метаболической терапии сердечно-сосудистых заболеваний //Русский медицинский журнал №14, 2012, С. 718-723.

23. Журавлева А.И. Спортивная медицина и лечебная физкультура / А.И. Журавлева, Н.Д. Граевская. – М.: Медицина, 1993. – 432 с.

24. Заборова В.А. Энергообеспечение и питание в спорте //М. - 2011.-107 с.

25. Камчатнов П.Р. Применение карнитина (Элькар®) в клинической практике // Методическое пособие, М.-2011.

26. Капилевич Л.В., Давлетьярова К.В., Кошельская Е.В., и соавт Физиологические методы контроля в спорте / Л.В.Капилевич, К.В.Давлетьярова, Е.В.Кошельская, и соавт.– Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2009. – 172 с.

27. Кардиореспираторное нагрузочное тестирование //Московский научно-практический центр спортивной медицины (МНПЦСМ). - 2009.

28. Карпман В.Л. Тестирование в спортивной медицине / В.Л. Карпман, З.Б. Белоцерковский, И.А. Гудков – М.: Физкультура и спорт, 1988. – 206 с.

29. Кашуро В.А. Некоторые механизмы нарушения боиэнергетики и оптимизация подходов к их фармакотерапии / В.А. Кашуро, В.Б. Долго-Сабуров, В.А. Башарин, Е.Ю. Бонитенко, Н.В. Лапина //Фармакология. 2010; 11: 612-634

30. Ключников С.О. Перспективы применения L-карнитина в педиатрии// «Consilium Medicum Педиатрия» №2, 2007, стр.116-119

31. Ключников С.О., Ильяшенко Д.А., Ключников М.С. Эффективность Карнитона и Кудесана у подростков. Клинико-функциональное и психологическое исследование //«Практика педиатра», 2009. – С. 23-27.

32. Колупаев В.А. Влияние тренировочных нагрузок анаэробной и аэробной направленности на уровень физической работоспособности и адаптационные возможности спортсменов в различные сезоны года /В.А. Колупаев, Д.А. Дятлов, А.В. Окишор, И.Ю. Мельников//Теория и практика физической культуры. – 2004. – № 5. – С. 2-6.

33. Копелевич В.М. Чудо Карнитина. М.: Генезис, 2003. - 80 с.

34. Копелевич В.М. Витаминоподобные соединения L-карнитин и ацетил-

L-карнитин: от биохимических исследований к медицинскому применению. Укр. биохим.журн., 2005, 77, 25-45.

35. Коц Я.М. Спортивная физиология. Учебник для институтов физической культуры. / Я.М. Коц // М.: Физкультура и спорт, 1986. — 240 с.

36. Кучма В.Р. Гигиена детей и подростков: руководство к практическим занятиям. Учебное пособие / под ред. проф. В.Р. Кучмы. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2012. – 560 с.

37. Лелявина, Т.А. Новый подход к выделению физиологических этапов механизма энергообеспечения во время возрастающей физической нагрузки у здоровых лиц и спортсменов / Т.А. Лелявина, Е.С. Семенова, И.В. Гижка, и соавт.// Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта. – 2012. -Выпуск: 4 (86). – С. 77-86.

38. Леонтьева И.В., Сухоруков В.С., Ключников С.О. Митохондриальная дисфункция при кардиомиопатиях у детей.// Лекции по педиатрии. Кардиология. Том 4, М.-2004 – стр 399-413

39. Леонтьева И.В., Николаева Е.А., Алимина Е.Г., Золкина И.В. Клиническое значение оценки показателей карнитинового обмена при кардиомиопатиях у детей //Практика педиатра, октябрь 2012, с. 74-79.

40. Локтев С.А. Легкая атлетика в детском и подростковом возрасте / С.А. Локтев. – М.: Советский спорт. – 2007. – 402 с.

41. Лукьянова Л.Д. – Митохондриальная дисфункция – типовой патологический процесс, молекулярный механизм гипоксии. В кн: Проблемы гипоксии: молекулярные, физиологические и медицинские аспекты. Ред. Л.Д. Лукьянова и И.Б. Ушаков. – Воронеж: Истоки, 2004; 8-50.

42. Макарова Г.А. Справочник детского спортивного врача: клинические аспекты. - М.: Советский спорт, 2008. – 440 с.

43. Максимов Н.Е., Гилев Н.А. Использование сочетаний упражнений различной интенсивности в тренировочном процессе пловцов// Вестник спортивной науки №2, 2011. – С.12-15

44. Мамедов И.С. Хромато-масс-спектрометрическая диагностика наследственных болезней метаболизма. Усовершенствованная медицинская технология / И.С. Мамедов, О.А. Перевезенцев, П.Б. Глаговский, А.И. Веденин, Н.Е. Москалёва, И.В. Золкина, В.С. Сухоруков, Р.Т.// – М., 2008. – 35 с.

45. Меркурьева А.В., Сухоруков В.С., Смирнов А.В. и др. Комплексная гистологическая диагностика полисистемной митохондриальной недостаточности// Вестник РУДН, серия Медицина. 2003 № 5 (24) стр 50-53

46. Михайлова А.В. Особенности функционального статуса спортсменов с перенапряжением сердечно-сосудистой системы / Михайлова А.В., Смоленский А.В. //Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Методы оценки и повышения работоспособности у спортсменов», СПб – 2013. - С. 54-57.

47. Михайлов С. С. Спортивная биохимия. М.: Советский спорт, 2006. - 256 с.

48. Мустафина М.Х., Черняк А.В. Кардиореспираторный нагрузочный тест // Атмосфера. Пульмонология и аллергология. — 2013. — № 3. — С. 56-62.

49. Николаева Е.А., Золкина И.В., Харабадзе М.Н. Коррекция недостаточности карнитина у детей с митохондриальными заболеваниями // Практика педиатра.

– 2011, октябрь. – С. 44-48.

50. Парастаев С.А., Топольский А.В., Хван Д.Е., Тохтиева Н.В., Воронов А.В., Лисицина С.В., Орлов В.Н., Поляев Б.А. О результатах применения L-карнитина (препарат Элькар) у спортсменов высокой квалификации // Спортивная медицина: наука и практика. – 2012. – №2. – С.

51. Приказ Минздравсоцразвития РФ от 09.08.2010 №613н «Об утверждении порядка оказания медицинской помощи при проведении физкультурных и спортивных мероприятий».

52. Рубанович В.Б. Врачебно-педагогический контроль при занятиях физической культурой: учебное пособие / В.Б. Рубанович. – Новосибирск, 1998. – 283 с.

53. Руненко С.Д., Таламбум Е.А., Ачкасов Е.Е. Исследование и оценка функционального состояния спортсменов: Учебное пособие//. М.: Профиль – 2С, 2010. 72 с. обл.

54. Рылова Н.В., Малиновская Ю.В., Хафизова Г.Н. Показатели энергетического обмена у детей с патологией органов пищеварения // Казанский медицинский журнал, 2008 Том: 89 №2 стр 195-196

55. Рылова Н.В., Мартыканова Д.С., Вахитов Х.М., и соавт. Диагностика аэробной работоспособности спортсменов//Материалы за IX международна научна практична конференция «Научният потенциал на света-2013» том 15. Лекарство, София, 2013. – С. 15-19.

56. Рычкова Т. И., Остроухова И. П., Яцков С. А., Акулова Л. К., Васильева Т. М. Коррекции функциональных изменений сердечно-сосудистой системы препаратом L-карнитина у детей и подростков с сочетанной патологией //Лечащий врач. 2010; №8. – с. 104-108.

57. Сейфулла Р.Д. Новые комбинированные адаптогены, повышающие работоспособность спортсменов высокой квалификации / Р.Д. Сейфулла //Теория и практика физической культуры. – 1998. - №10. - С. 47-50.

58. Смоленский А.В., Михайлова А.В. Основные направления развития спортивной медицины на современном этапе //Спортивная медицина №2. – 2001. С. 3-9.

59. Соломатин В.Р. Модельные характеристики и нормативные требования специальной работоспособности высококвалифицированных пловцов // Вестник спортивной науки №3. – 2009. – С. 17-20.

60. Спасов А.А. Иежица И. Н. Стереофармакологические особенности карнитина. Русский физиологический журнал им. И.М.Сеченова 2005; 12: 42-47.

61. Спортивная медицина: национальное руководство / под ред. акад. РАН и РАИМН С.П. Миронова, проф. Б.А. Поляева, проф. Г.А. Макаровой. – М.: ГЭО-ТАР-Медиа, 2013. – 1184 с.

62. Сухоруков В.С. Митохондриальная патология и проблемы патогенеза психических нарушений//Журнал неврологии и психиатрии им. С.С.Корсакова. 2008; №8

63. Сухоруков В.С. Очерки митохондриальной патологии // М.: Медпрактика-М, 2011.- 288 с.

64. Тамбовцева Р.В. Автореф. диссертации... д.б.н. Возрастные и типологические особенности энергетики мышечной деятельности. М., 2003. - 50 с.

65. Творогова Т.М. Коррекция кардиальных изменений при вегетативной ди-

стении у детей и подростков: акцент на эффективность энерготропной терапии / Творогова Т.М., Захарова И.Н., Коровина Н.А., и др. // *Consilium Medicum*. – 2009. - Педиатрия, № 3. - С. 109–114.

66. Тихвинский С.Б. Детская спортивная медицина / Под ред. С.Б. Тихвинского, С.В. Хрущева // М.: Медицина, 1991. – 560 с.

67. Уилмор Дж.Х., Костил Д.Л. Физиология спорта и двигательной активности // К.: Олимпийская литература, 2001. – 503 с.

68. Форопонова Е.В. Физическая культура: учебное пособие / Е.В. Форопонова, О.И. Пятунина, Г.П. Старыгина. – Бийск: Изд-во Алт. гос. техн. ун-та, 2009. – 96 с.

69. Ходарев С.В. Интервальная гипоксическая тренировка в сочетании с триовитом и l-карнитином у юных спортсменов / Ходарев С.В., Тертышная Е.С., Поляков С.Д. // *Лечебная физкультура и спортивная медицина*. – 2010. - №8(80). - С.20-25.

70. Царегородцев А.Д., Сухоруков В.С. Митохондриальная патология – проблемы и задачи // *Российский вестник перинатологии и педиатрии* № 4 (2), том 57. - 2012. – С. 4-14.

71. Шабельникова Е.И. Морфофункциональные характеристики митохондрий лимфоцитов у детей при различных формах недостаточности клеточного энергообмена // Автореф. дис., канд. мед. наук. М.: 2005

72. Шабельникова Е.И., Сухоруков В.С. и соавт. Способ дифференциальной диагностики полисистемной митохондриальной недостаточности у детей (патент РФ № 2312347) Опубликовано 10.12.2007 Бюл. №34

73. Школьникова М.А. Сердечно-сосудистые заболевания детского возраста на рубеже XXI века / М.А. Школьникова // *CONSILIUM medicum*. – 1999. – Т.1. - №6. – С. 240-245.

74. Шищенко В.М., Крепей В.В., Петричук С.В., Духова З.Н. Новые возможности цитохимического анализа в оценке состояния здоровья ребенка и прогнозе его развития // *Педиатрия*. 1998; 4: 96-101

75. Шипилина И.А., Самохин И.В. Фитнес и спорт. – М.: Феникс, 2004 – 80 с.

76. Яковлева Л.В. L-карнитин: свойства, препараты, медицинское применение / Яковлева Л.В., Безчаснюк Е.М., Улесов А.В. и др. // *Укр. журн. клін. та лаб. мед.* - 2011.— Т. 6, № 2. - С. 17—24.

77. Янсен, П. ЧСС, лактат и тренировки на выносливость: Пер. с англ. / П. Янсен. – Мурманск: Тулома, 2006. – 160 с.

78. Яценко Л.Г., Высочин Ю.В., Денисенко Ю.П. Физиологические механизмы срочной адаптации и экстренного повышения физической работоспособности // *Вестник спортивной науки*. 2006; 2: 3-6.

79. Arenas J, Ricoy JR, Encinas AR, Pola P, D'Iddio S, Zeviani M, Didonato S, Corsi M. Carnitine in muscle, serum, and urine of nonprofessional athletes: effects of physical exercise, training, and L-carnitine administration. *Muscle Nerve*. 1991 Jul;14(7):598-604.

80. Astorino TA, White AC. Assessment of anaerobic power to verify VO₂max attainment // *Clin Physiol Funct Imaging*. 2010 Jul;30(4): P. 294-300.

81. Baba R., Tsuyuki K., Kimura Y. et al Oxygen uptake efficiency slope as a useful measure of cardiorespiratory functional reserve in adult cardiac patient. *Eur J Appl*

Physiol 1999;80:397—401.

82. Babaei P, Damirchi A, Mehdipoor M, Tehrani BS. Long term habitual exercise is associated with lower resting level of serum BDNF. *Neurosci Lett*. 2014 Apr 30;566:304-8.

83. Bagetta V, Barone I, Ghiglieri V, Acetyl-L-Carnitine selectively prevents post-ischemic LTP via a possible action on mitochondrial energy metabolism. *Neuropharmacology*. 2008 Aug;55(2):223-9

84. Balady, G.J. Clinicians Guide to Cardiopulmonary Exercise Testing in Adults. A Scientific Statement From the American Heart Association / G.J. Balady, R. Arena, K. Sietsema // *Circulation*. - 2010. - № 122. - P. 191-225.

85. Banfi G, Del Fabbro M, Lippi G. Relation between serum creatinine and body mass index in elite athletes of different sport disciplines. *Br J Sports Med*. 2006 Aug;40(8):675-8;

86. Barnett C., Costill D.L., Vukovich M.D., et al. Effect of L-carnitine supplementation on muscle and blood carnitine content and lactate accumulation during highintensity sprint cycling. *Int J Sport Nutr* 1994; 4: 280.

87. Bassett DR Jr, Howley ET. Limiting factors for maximum oxygen uptake and determinants of endurance performance// *Med Sci Sports Exerc*. 2000 Jan;32(1):70-84.

88. Bayios IA, Bergeles NK, Apostolidis NG, Noutsos KS, Koskolou MD. Anthropometric, body composition and somatotype differences of Greek elite female basketball, volleyball and handball players.*J Sports Med Phys Fitness*. 2006 Jun;46(2):271-80.

89. Bescós R1, Rodríguez FA, Iglesias X, Knechtle B, Benítez A, Marina M, Padullés JM, Vázquez J, Torrado P. Physiological demands of cyclists during an ultra-endurance relay race: a field study report. *Chin J Physiol*. 2011 Oct 31;54(5):339-46.

90. Brandes M, Heitmann A, Müller L. Physical responses of different small-sided game formats in elite youth soccer players. *J Strength Cond Res*. 2012 May;26(5):1353-60

91. Brass EP. Supplemental carnitine and exercise.*Am J Clin Nutr*. 2000 Aug;72(2 Suppl):618S-23S

92. Brass EP. Carnitine and sports medicine: use or abuse? *Ann N Y Acad Sci*. 2004 Nov;1033:67-78.

93. Bremer J. Carnitine-metabolism and functions. *Physiol. Rev*. 1983;63:1420-80.

94. Broad EM, Maughan RJ, Galloway S DR. Effects of exercise intensity and altered substrate availability on cardiovascular and metabolic responses to exercise after oral carnitine supplementation in athletes. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*. 2011 Oct;21(5):385-97

95. Calderón FJ1, Díaz V, Peinado AB, Benito PJ, Maffulli N. Cardiac dimensions over 5 years in highly trained long-distance runners and sprinters*Phys Sportsmed*. 2010 Dec;38(4):112-8.

96. Callegaro CC1, Ribeiro JP, Tan CO, Taylor JA. Attenuated inspiratory muscle metaboreflex in endurance-trained individuals. *Respir Physiol Neurobiol*. 2011 Jun 30;177(1):24-9.

97. Castagna C, Chaouachi A, Rampinini E, Chamari K, Impellizzeri F. Aerobic and explosive power performance of elite italian regional-level basketball players.*J Strength Cond Res*. 2009 Oct;23(7):1982-7

98. Cha YS, Choi SK, Suh H, Lee SN, Cho D, Li K. Effects of carnitine coingested caffeine on carnitine metabolism and endurance capacity in athletes J Nutr Sci Vitaminol (Tokyo). 2001 Dec;47(6):378-84.
99. Chamari K, Hachana Y, Kaouech F, Jeddi R, Moussa-Chamari I, Wisløff U. Endurance training and testing with the ball in young elite soccer players. Br J Sports Med. 2005 Jan;39(1):24-8.
100. Chapman RF1. The individual response to training and competition at altitude. Br J Sports Med. 2013 Dec;47 Suppl 1:i40-4.
101. Christensen PM, Krstrup P, Gunnarsson TP, Kiilerich K, Nybo L, Bangsbo J. VO₂ kinetics and performance in soccer players after intense training and inactivity. Med Sci Sports Exerc. 2011 Sep;43(9):1716-24.
102. Claude Bouchard, Ping An, Treva Rice, et al Familial aggregation of V'O₂ max response to exercise training: results from the HERITAGE Family Study //Journal of Applied Physiology. 1999; 3: 1003-1008
103. Das A.M., Steuerwald U., Illsinger S. – Inborn Errors of Energy Metabolism Associated with Myopathies. J Biomed Biotechnol 2010; 2010: 340849
104. de Lira CA, Vancini RL, Minozzo FC, Sousa BS, Dubas JP, Andrade MS, Steinberg LL, da Silva AC. Relationship between aerobic and anaerobic parameters and functional classification in wheelchair basketball players. Scand J Med Sci Sports. 2010 Aug;20(4):638-43
105. Di Cesare Mannelli L, Ghelardini C, Calvani M, et al. Protective effect of acetyl-L-carnitine on the apoptotic pathway of peripheral neuropathy. Eur J Neurosci. 2007 Aug;26(4):820-7.
106. Dragan IG. Studies concerning chronic and acute effects of L-carnitine in elite athletes / Dragan IG., Vasiliu A., Georgescu E., et al. //Physiologie. – 1989. – 26. - P.111.
107. Duncan MJ, Woodfield L, al-Nakeeb Y. Anthropometric and physiological characteristics of junior elite volleyball players. Br J Sports Med. 2006 Jul;40(7):649-51;
108. Edward T. Howley, David R. Bassett, Hugh G. Welch Criteria for maximal oxygen uptake: review and commentary// Medicine and science in sports and exercise, Vol.27, No9, 1995. – P. 1292-1301.
109. Epis R, Marcello E, Gardoni F et al. Modulatory effect of acetyl-l-carnitine on amyloid precursor protein metabolism in hippocampal neurons., Eur J Pharmacol. 2008, 597, Issues 1-3, 51-56 .
110. Eugene Arnold, Antonino Amato, Hernan Bozzolo, Acetyl-L-Carnitine (ALC) in Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder: A Multi-Site, Placebo-Controlled Pilot Trial Journal of Child and Adolescent Psychopharmacology. December 1, 2007, 17(6): 791-802.
111. Fatouros IG, Douroudos I, Panagoutsos S, Pasadakis P, Nikolaidis MG, Chatzinikolaou A, Sovatzidis A, Michailidis Y, Jamurtas AZ, Mandalidis D, Taxildaris K, Vargemezis V. Effects of L-carnitine on oxidative stress responses in patients with renal disease. Med Sci Sports Exerc. 2010 Oct;42(10):1809-1
112. Faude O, Schnittker R, Schulte-Zurhausen R, Müller F, Meyer T. High intensity interval training vs. high-volume running training during pre-season conditioning in high-level youth football: a cross-over trial. J Sports Sci. 2013;31(13):1441-50
113. Ferguson B, Stern PJ. A case of early sports specialization in an adolescent athlete J Can Chiropr Assoc. 2014 Dec;58(4):377-83

114. Fernandez-Fernandez JI, Ulbricht A, Ferrauti A. Fitness testing of tennis players: how valuable is it? *Br J Sports Med.* 2014 Apr;48 Suppl 1:i22-31
115. Figueira TR1, Caputo F, Machado CE, Denadai BS. Aerobic Fitness Level Typical of Elite Athletes is not Associated With Even Faster VO2 Kinetics During Cycling Exercise. *J Sports Sci Med.* 2008 Mar 1;7(1):132-8.
116. Frayland, L., L. Madsen, H. Vaagenes, G. K. Totland, J. Auwerx, H. Kryvi, B. Staels, and R. K. Berge. Mitochondrion is the principal target for nutritional and pharmacological control of triglyceride metabolism. *J. Lipid Res.* 1997. 38: 1851-1858.
117. Gabbett T, Georgieff B. Physiological and anthropometric characteristics of Australian junior national, state, and novice volleyball players. *J Strength Cond Res.* 2007 Aug;21(3):902-8.
118. Gabbett TJ, Jenkins DG, Abernethy B. Relative importance of physiological, anthropometric, and skill qualities to team selection in professional rugby league. *J Sports Sci.* 2011 Oct;29(13):1453-61
119. Gamze EO, Nevin AG. The effects of acute L-carnitine supplementation on endurance performance of athletes. *J Strength Cond Res.* 2013 Sep 14
120. Gatti R., De Palo CB., Spinella P., De Palo EF. Free carnitine and acetyl carnitine plasma levels and their relationship with body muscular mass in athletes. // *Amino acids.* 1998: 14(4): 361-9.
121. Geddes Linda. Superhuman // *New Scientist.* – 2007. – P. 35-41.
122. Gerards M., Sluiter W., van den Bosch B.J., de Wit L.E., Calis C.M., Frentzen M., Akbari H., Schoonderwoerd K., Scholte H.R., Jongbloed R.J., Hendrickx A.T., de Coo I.F., Smeets H.J. Defective complex I assembly due to C20orf7 mutations as a new cause of Leigh syndrome. *J Med Genet* 2010; 47: 8: 507-512.
123. Ghouloum K1, Hajji S. Comparison of diet consumption, body composition and lipoprotein lipid values of Kuwaiti fencing players with international norms. *J Int Soc Sports Nutr.* 2011 Oct 12;8:13.
124. Goda A., Lund L. Mancini D. The Heart Failure Survival Score outperforms the peak oxygen consumption for heart transplantation selection in the era of device therapy. *J Heart Lung Transplant* 2011;30:315—325.
125. Hill-Haas SV, Rowsell GJ, Dawson BT, Coutts AJ. Acute physiological responses and time-motion characteristics of two small-sided training regimes in youth soccer players. *J Strength Cond Res.* 2009 Jan;23(1):111-5
126. Huang A, Owen K. Role of supplementary L-carnitine in exercise and exercise recovery. *Med Sport Sci.* 2012;59:135-42.
127. Huertas R. Respiratory chain enzymes in muscle of endurance athletes: effect of L-carnitine / Huertas R., Campos Y., Diaz E. et al. // *Biochem Biophys Res Commun.* – 1992. – 188. – P. 102
128. Impellizzeri FM, Marcora SM, Castagna C, Reilly T, Sassi A, Iaia FM, Rampinini E. Physiological and performance effects of generic versus specific aerobic training in soccer players. *Int J Sports Med.* 06 Jun;27(6):483-92.
129. Jayanthi N, Pinkham C, Dugas L, Patrick B, Labella C. Sports specialization in young athletes: evidence-based recommendations. *Sports Health.* 2013 May;5(3):251-7
130. Karlic H, Lohninger A. Supplementation of L-carnitine in athletes: does it make sense? *Nutrition.* 2004 Jul-Aug;20(7-8):709-15
131. Klasnja A, Drapsin M, Lukac D, Drid P, Obadov S, Grujić N. Comparative

analysis of two different methods of anaerobic capacity assessment in sedentary young men. *Vojnosanit Pregl.* 2010 Mar;67(3):220-4.

132. Koutlianos N, Dimitros E, Metaxas T, Cansiz M, Deligiannis A, Kouidi E. Indirect estimation of VO₂max in athletes by ACSM's equation: valid or not? *Hippokratia.* 2013 Apr;17(2):136-40.

133. Kraemer W.J. The effects of L-carnitine L-tartrate supplementation on hormonal responses to resistance exercise and recovery / Kraemer W.J., Volek J.S, French D.N. et al. // *J Strength Cond Res.* – 2003. – 17. – P. 455.

134. Kreider R. B. ISSN exercise & sport nutrition review: research & recommendations / Kreider R. B. et al. // *J. Intern. Society Sports Nutrition.* – 2010. – 7. - pp 7–11

135. le Gall F, Carling C, Williams M, Reilly T. Anthropometric and fitness characteristics of international, professional and amateur male graduate soccer players from an elite youth academy. *J Sci Med Sport.* 2010 Jan;13(1):90-5

136. Lee PJ, Harrison EL, Jones MG, Jones S, Leonard JV, Chalmers RA. L-carnitine and exercise tolerance in medium-chain acyl-coenzyme A dehydrogenase (MCAD) deficiency: a pilot study. *J Inher Metab Dis.* 2005;28(2):141-52.

137. Lin MT, Beal MF. Mitochondrial dysfunction and oxidative stress in neurodegenerative diseases. Examination of the evidence. *Dement Geriatr Cogn Disord* 2007 ; 24 : 1 -19.

138. Luft R. The development of mitochondrial Medicine // *Proc. Natl. Acad. USA.* 1994; 91: pp. 8731—8738.

139. Luster H. Carnitine and cardiovascular diseases. *Ponte Press Verlags GmbH,* 2003: 336.

140. Malacko J, Doder D, Djurdjević S, Savić B, Doder R. Differences in the bioenergetic potential of athletes participating in team sports *Vojnosanit Pregl.* 2013 Jul;70(7):633-6.

141. Manzi V, Bovenzi A, Franco Impellizzeri M, Carminati I, Castagna C. Individual training-load and aerobic-fitness variables in premiership soccer players during the precompetitive season. *J Strength Cond Res.* 2013 Mar;27(3):631-6.

142. Marin DP, Bolin AP, Campoio TR, Guerra BA, Otton R. Oxidative stress and antioxidant status response of handball athletes: implications for sport training monitoring. *Int Immunopharmacol.* 2013 Oct;17(2):462-70.

143. McMillan K, Helgerud J, Grant SJ, Newell J, Wilson J, Macdonald R, Hoff J. Lactate threshold responses to a season of professional British youth soccer. *Br J Sports Med.* 2005 Jul;39(7):432-6.

144. Michael Chia, Abdul Rashid Aziz. Modelling Maximal Oxygen Uptake in Athletes: Allometric Scaling Versus Ratio-Scaling in Relation to Body Mass // *Annals Academy of Medicine,* April 2008, Vol. 37 No. 4. – P.300-306

145. Mizuno K, Antifatigue effects of coenzyme Q10 during physical fatigue / Mizuno K, Tanaka M, Nozaki S, et al. // *Nutrition.* – 2008. - Apr; 24(4). - pp 293-9.

146. Montgomery SA, Thal LJ, Amrein R. Meta-analysis of double blind randomized controlled clinical trials of acetyl-L-carnitine versus placebo in the treatment of mild cognitive impairment and mild Alzheimer's disease. *Int Clin Psychopharmacol* 2003;18:61-71

147. Nevill A, Rowland T, Goff D. Scaling or normalizing maximum oxygen uptake

to predict 1-mile run time in boys. *Eur J Appl Physiol* 2004;92: P. 285-288.

148. Nir Eynon, María Morán, Ruth Birk, Alejandro Lucia The champions' mitochondria: is it genetically determined? A review on mitochondrial DNA and elite athletic performance // *Physiological Genomics*. 2011; 43:789-798

149. Nüesch R1, Rossetto M, Martina B. Plasma and urine carnitine concentrations in well-trained athletes at rest and after exercise. Influence of L-carnitine intake. *Drugs Exp Clin Res*. 1999;25(4):167-71

150. Orer GE, Guzel NA. The effects of acute L-carnitine supplementation on endurance performance of athletes. *J Strength Cond Res*. 2014 Feb;28(2):514-9

151. Ostman B. Coenzyme Q10 supplementation and exercise-induced oxidative stress in humans / Ostman B, Sjödin A, Michaëlsson K, et al. // *Nutrition*. – 2012. - Apr; 28(4). - pp 403-17.

152. Panjwani U, Thakur L, Anand JP, Singh SN, Amitabh, Singh SB, Banerjee PK. Effect of L-carnitine supplementation on endurance exercise in normobaric/normoxic and hypobaric/hypoxic conditions. *Wilderness Environ Med*. 2007 Fall;18(3):169-76.

153. Pelin C1, Kürkçüoğlu A, Ozener B, Yazici AC. Anthropometric characteristics of young Turkish male athletes. *Coll Antropol*. 2009 Dec;33(4):1057-63.

154. Pettegrew J.W., Levine J., McClure R.J. Acetyl-Lcarnitine physical-chemical, metabolic, and therapeutic properties: relevance for its mode of action in Alzheimer's disease and geriatric depression.// *Molecular Psychiatry* 2000. 5, P. 616-632.

155. Popadic Gacesa JZ, Barak OF, Grujic NG. Maximal anaerobic power test in athletes of different sport disciplines. *J Strength Cond Res*. 2009 May;23(3):751-5

156. Pyne, D. B. Monitoring the lactate threshold in world-ranked swimmers / D.B. Pyne, H. Lee, K. Swanwick // *Med Sci Sports Exer*. – 2001. – 33(2). – 91-297 p.

157. Rankovic G1, Mutavdzic V, Toskic D, Preljevic A, Kocic M, Nedin Rankovic G, Damjanovic N. Aerobic capacity as an indicator in different kinds of sports. *Bosn J Basic Med Sci*. 2010 Feb;10(1):44-8.

158. Reilly T, Borrie A Physiology applied to field hockey. *Sports Med*. 1992 Jul;14(1):10-26

159. Rhyu HS, Cho SY, Roh HT. The effects of ketogenic diet on oxidative stress and antioxidative capacity markers of Taekwondo athletes. *J Exerc Rehabil*. 2014 Dec 31;10(6):362-6

160. Richard H. Haas Mitochondrial Disease: A Practical Approach for Primary Care Physicians // *Pediatrics*. 2007; 6: pp 1326-1333.

161. Saunders PU1, Garvican-Lewis LA, Schmidt WF, Gore CJ. Relationship between changes in haemoglobin mass and maximal oxygen uptake after hypoxic exposure. *Br J Sports Med*. 2013 Dec;47 Suppl 1:126-30

162. Scharhag-Rosenberger F, Carlsohn A, Cassel M, et al. How to test maximal oxygen uptake: a study on timing and testing procedure of a supramaximal verification test // *Appl Physiol Nutr Metab*. 2011 Feb;36(1): P. 153-60.

163. Schulpis KH, Parthimos T, Papakonstantinou ED, Tsakiris T, Parthimos N, Mentis AF, Tsakiris S. Evidence for the participation of the stimulated sympathetic nervous system in the regulation of carnitine blood levels of soccer players during a game. *Metabolism*. 2009 Aug;58(8):1080-6.

164. Sharma S., Black S. M. Carnitine homeostasis, mitochondrial function, and cardiovascular disease // *Drug Discov Today Dis Mech*. 2009; 6: 1–4: e31–e39.

165. Silvestre R, Kraemer WJ, West C, Judelson DA, Spiering BA, Vingren JL, Hatfield DL, Anderson JM, Maresh CM. Body composition and physical performance during a National Collegiate Athletic Association Division I men's soccer season. *J Strength Cond Res.* 2006 Nov;20(4):962-70.
166. Sima AA, Calvari M, Mehra M, Amato A. Acetyl-L-Carnitine Study Group. Acetyl-L-carnitine improves pain, nerve regeneration, and vibratory perception in patients with chronic diabetic neuropathy: an analysis of two randomized placebocontrolled trials. *Diabetes Care.* 2005;28:89-94
167. Sperlich B, De Marées M, Koehler K, Linville J, Holmberg HC, Mester J. Effects of 5 weeks of high-intensity interval training vs. volume training in 14-year-old soccer players. *J Strength Cond Res.* 2011 May;25(5):1271-8..
168. Starling, R.D. Relationship between muscle carnitine, age and oxidative status / R.D. Starling, D.L. Costil, W.J. Fink // *Eur J Appl Physiol.* – 1995. – 71: P. 143-146
169. Subramanian SK1, Sharma VK, A V. Comparison of effect of regular unstructured physical training and athletic level training on body composition and cardio respiratory fitness in adolescents. *J Clin Diagn Res.* 2013 Sep;7(9):1878-82.
170. Taghiyar M1, Ghiasvand R, Askari G, Feizi A, Hariri M, Mashhadi NS, Darvishi L. The effect of vitamins C and e supplementation on muscle damage, performance, and body composition in athlete women: a clinical trial. *Int J Prev Med.* 2013 Apr;4(Suppl 1):S24-30.
171. Van Oudheusden L.J., Scholte H.R. Efficacy of carnitine in the treatment of children with attention-deficit hyperactivity disorder // *Prostaglandins, Leukotrienes and Essential FattyAcids.* – 2002. – V. 67(1). – P. 33–38
172. Wallace D.C., Fan W. Energetics,epigenetics,mitochondrial genetics. *Mitichondrion* 2010; 10: 12-3
173. Weston KS1, Wisløff U2, Coombes JS1. High-intensity interval training in patients with lifestyle-induced cardiometabolic disease: a systematic review and meta-analysis. *Br J Sports Med.* 2014 Aug;48(16):1227-34.
174. Winsley R, Matos N. Overtraining and elite young athletes. *Med Sport Sci.* 2011;56:97-105
175. Winter S.C., Buist N.R. Cardiomyopathy in childhood, mitochondrial dysfunction, and the role of L-carnitine. *Am. Heart J.*, 2000; 139: 2 pt 3, P. 63–69.
176. Yang JY, Nam JH, Park H, Cha YS.Effects of resistance exercise and growth hormone administration at low doses on lipid metabolism in middle-aged female rats. *Eur J Pharmacol.* 2006 Jun 6;539(1-2):99-107

Список используемых сокращений

АД – артериальное давление
АК – ацилкарнитины (связанный карнитин)
С0 – свободный карнитин
АК/С0 – соотношение связанный карнитин/свободный карнитин
ЖКТ – желудочно-кишечный тракт
МПК – максимальное потребление кислорода
МПС – мочеполовая система
ССС – сердечно-сосудистая система
РЦМП – республиканский центр медицинской профилактики
УЗИ – ультразвуковое исследование
УМО – углубленное медицинское обследование
ЦНС – центральная нервная система
ЧСС – частота сердечных сокращений
ЭКГ – электрокардиография
Эхо-КС – Эхо-кардиоскопия

Формат 60x90/16, объём 5 усл. печ. л.
Бумага 80 г/м² офсетная.
Гарнитура Times New Roman.
Тираж 100 экз. Заказ № Л489.

Отпечатано в типографии
ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России.
123098 Москва, ул. Живописная, 46.
Тел.: (499) 190-93-90, 190-94-09.
rcdm@mail.ru, lochin59@mail.ru
www.fmbafmbc.ru