

Краткие аннотации авторефератов и диссертаций сотрудников кафедры физиологии РГУФКСМиТ/ГЦОЛИФК

1. **Тхоревский Виталий Иванович.** В наличии автореферат. Тема диссертации: «**Кровоснабжение скелетных мышц при статической и динамической работе**», представленной на соискание ученой степени кандидата медицинских наук

Работа выполнена в Институте гигиены труда и профессиональных заболеваний АМН СССР, г. Москва.

Защита состоялась «__» _____ 1967 г. на заседании диссертационного совета в Институте гигиены труда и профессиональных заболеваний АМН СССР, г. Москва.

Научный руководитель:

кандидат биологических наук **Мойкин Ю.В.**

Цель работы. Выяснение общих закономерностей кровоснабжения скелетных мышц человека при различных по силе и длительности статических нагрузках, а также во время и после ритмических сокращений, отличающихся силой, частотой и длительностью.

Актуальность работы. В обеспечении длительной и устойчивой работоспособности организма важную роль играет состояние сердечно-сосудистой системы. Исходя из тесной функциональной связи и взаимодействия существующего между мышечной и сердечно-сосудистой системами выяснение механизмов и закономерностей кровоснабжения скелетных мышц при различных по силе, длительности и частоте мышечных сокращениях представляет значительный практический и теоретический интерес.

Научная новизна и теоретическая значимость работы. Исследования по изучению кровотока непосредственно в работающих мышцах имеют большое теоретическое значение. Выяснение этого вопроса необходимо для понимания общих закономерностей регуляции кровообращения в целостном организме. Кроме того, анализ изменений кровоснабжения скелетных мышц во время физических упражнений поможет хотя бы в какой-то мере определить взаимоотношения центральных и местных механизмов в динамике развития утомления.

Практическая значимость результатов и пути их реализации. Практическая значимость исследований регионарного кровообращения в условиях мышечной деятельности, в основном, связана с запросами профессиональной патологии, а также с физиологическим обоснованием нормирования физических нагрузок (в области физиологии труда, спорта, врачебного контроля и т. д.).

Выводы.

1. Величина кровотока в предплечье вначале поддержания статического усилия при нагрузках до 20% от МПС превышает уровень тока покоя, а с дальнейшим увеличением силы сокращения кровоснабжения работающих мышц в этот момент становится меньше тока покоя. Степень этого уменьшения пропорциональна силе, развиваемого мышцами напряжения.

Во время выполнения статической работы кровоснабжение скелетных мышц постепенно увеличивается к концу сокращения. Максимальный кровоток в конце работы имеет место при поддержании статического усилия в 20% от МПС. С дальнейшим увеличением силы величина конечного кровотока уменьшалась и при нагрузке в 60% от максимальной она не превышала уровня кровоснабжения мышц в покое.

2. После окончания статической работы происходит значительное увеличение кровотока в предплечье. При постоянной силе сокращения величина максимального кровотока после

работы и длительность периода восстановления увеличиваются пропорционально продолжительности выполняемого упражнения. Максимальный кровоток и продолжительность постконтракционной гиперемии после статической работы, выполняемой «до отказа», возрастают с увеличением силы сокращения.

Общий вид кривой восстановления кровотока отражает изменения величины артериального давления, а также скорость восстановления тонуса мелких и крупных артериальных сосудов.

Сравнение величин мышечного кровотока в конце работы и тотчас после ее окончания дает возможность заключить, что при статических сокращениях скелетных мышц вследствие механического сдавления внутримышечных сосудов происходит значительное увеличение сопротивления кровотоку. Степень компрессии сосудов находится в прямой зависимости от величины напряжения, развиваемого мышцами. Сила в 10% от МПС является верхним пределом, при котором работающие мышцы еще имеют возможность получать необходимое количество крови в процессе работы.

3. В процессе поддержания статического усилия происходит значительное повышение систолического и диастолического давления. Степень этого увеличения пропорциональна силе и длительности поддерживаемого усилия. Пульсовое давление в процессе работы и сразу после ее окончания превышало его величину в покое.

Во время работы одной рукой тонус мышечных сосудов неработающей конечности в большинстве случаев повышается.

Увеличение артериального давления и компенсаторная констрикция сосудов неработающих органов способствуют улучшению кровоснабжения активных мышц.

4. Увеличение кровотока в скелетных мышцах в процессе ритмических сокращений происходит до гораздо больших величин, чем во время поддержания статических усилий, равнозначных по силе сокращения.

При всех исследованных частотах и силах сокращения кровотоки в предплечье к концу работы значительно превышает его уровень в покое. Наибольшая величина кровотока в конце упражнения, независимо от частоты, отмечалась при силе сокращения равной 30% от МПС. С дальнейшим повышением силы при постоянной частоте увеличения кровоснабжения работающих мышц не происходило.

При одинаковых силах величина кровотока в конце ритмической работы «до отказа» увеличивается с ростом частоты сокращения.

5. После окончания ритмической работы «до отказа», выполняемой со всеми исследованными силами и частотами сокращения, величина максимального кровотока превышает его уровни в конце работы. Абсолютная величина кровотока в этот момент зависит от силы и частоты предшествующих сокращений. При постоянной частоте разность величин кровотока в конце работы и тотчас после ее окончания возрастает с увеличением силы сокращения, а при равных силах - с повышением частоты.

Эти данные позволяют заключить, что при ритмической работе вследствие периодической механической компрессии мышечных сосудов происходит увеличение сопротивления току крови. Величина этого сопротивления увеличивается с ростом силы и частоты сокращения.

6. При постоянных частоте и длительности, силе и длительности, силе и частоте ритмических сокращений величина максимального кровотока после работы и продолжительность периода восстановления зависят соответственно от силы, частоты и длительности сокращений.

После ритмической работы с частотой до 1 сокращения в секунду как максимальный кровоток, так и продолжительность постконтракционной гиперемии меньше, чем после статических сокращений такой же силы и длительности. С увеличением частоты до 2 сокращений в секунду кровоток после работы и особенно продолжительность периода восстановления становятся значительно больше, чем после равнозначной по силе и длительности статической работы.

7. Во время ритмической работы мышц предплечья происходит значительное увеличение как систолического, так и диастолического давления. При постоянной частоте величина артериального давления в конце ритмической работы «до отказа» возрастает с увеличением силы сокращения, а при условии равенства сил - с повышением частоты.

Пульсовое давление во время работы и на первой минуте периода восстановления превышает его уровень в покое.

8. Ритмические сокращения мышц предплечья, выполняемые на фоне статического напряжения мышц плечевого пояса, сопровождаются более сильным увеличением кровотока в предплечье и системного артериального давления в сравнении с одной ритмической деятельностью. Максимальный кровоток и длительность периода восстановления после такой совместной работы значительно больше, чем после одних ритмических сокращений.

9. Величина кровоснабжения скелетных мышц при статической и динамической работе зависит от количества функционирующих двигательных единиц, длительности периода их возбуждения, а также уровня общего артериального давления.

Практические рекомендации. Полученные материалы могут быть использованы для нормирования физических нагрузок, целей профотбора, а также установления оптимальных режимов труда и отдыха для работников тех профессий, которым в процессе трудовой деятельности приходится выполнять физическую работу с участием небольших мышечных групп.

2. **Коц Я.М.** В наличии автореферат. Тема докторской диссертации: «**Спинальные механизмы организации произвольного движения**», представленной на соискание ученой степени доктора медицинских наук по специальности 14.765 - нормальная физиология.

Работа выполнена в лаборатории биофизики сложных процессов Института биофизики АН СССР, г. Москва и на кафедре физиологии Государственного Центрального ордена Ленина института физической культуры, г. Москва.

Защита состоялась «__» _____ 1972 г. на заседании Совета Отделения медико-биологических наук по физиологии, биохимии и фармакологии АМН СССР, г. Москва.

Научные консультанты:

доктор медицинских наук **Гурфинкель В.С.**

доктор биологических наук **Фарфель В.С.**

Актуальность работы. И.М. Сеченов впервые высказал и обстоятельно аргументировал положение о рефлекторной природе произвольных движений. Идеи Сеченова получили дальнейшее развитие в учении И.П. Павлова об условных рефлексах. В работах И.П. Павлова, его непосредственных учеников и последователей (Красногорского, Петровой, Протопопова, Асратяна, Анохина, Конорского, Купалова, Скипина, Воронина, Крестовникова, Косилова, Алексева, Точилова, Батуева и др.) были вскрыты основные закономерности формирования и регуляции условно-рефлекторных (произвольных) двигательных актов у человека и животных. В работах советских психологов и психофизиологов (Выготский, Лурия, Запорожец, Лисина, Симонов и др.) определено значение словесных сигналов и речевого контроля в инициации и

регуляции произвольных движений у человека. Важную роль в развитии современных представлений об общих принципах управления произвольными движениями сыграли идеи Н.А. Бернштейна, развитые в работах И.М. Гельфанда, М.Л. Цетлина, В.С. Гурфинкеля, М. Л. Шика, Л.М. Чхаидзе, Н.А. Рокотовой, Н.В. Зимкина и др. Большое влияние на формирование новых представлений об общих закономерностях работы центральной нервной системы при управлении движениями оказали кибернетика и связанные с нею теории автоматического регулирования и биокибернетики (Винер, Анохин, Парин, Поляков, Ломов, Гидиков, Айзерман, Андреева и др.).

Физиологическое описание работы центральной нервной системы по управлению произвольными движениями должно включать как сведения о нервных структурах (центрах и путях), участвующих в управлении этими движениями, так и характеристику нейронных механизмов их деятельности, способов и механизмов взаимодействия различных нейронных структур в процессе организации и осуществления движений.

Общие выводы.

1. Организация произвольного движения представляет собой совокупность сложных процессов в центральной нервной системе, предваряющих и обуславливающих выполнение требуемого движения или части этого движения. Составным звеном этих процессов служат изменения в состоянии спинального нейронного аппарата, происходящие на протяжении латентного периода произвольного движения. Началу произвольного движения предшествуют сложные и длительные перестройки в спинальном аппарате управления движением, затрагивающие как выходные (мотонейронные ядра), так и интернейронные спинальные системы, связанные с мотонейронными ядрами мышц агонистов и антагонистов будущего движения. Эти перестройки обусловлены супраспинальной моторной командой и потому их изучение позволяет выявлять спинальные нейронные механизмы центральной (супраспинальной) организации произвольного движения.

2. По характеру изменений в состоянии рефлекторной возбудимости спинальных мотонейронных ядер будущих агонистов в организации произвольного движения можно выделить три последовательно начинающихся процесса - "преднастроечный", "настроечный" и "пусковой". "Преднастроечное" повышение рефлекторной возбудимости спинальных мотонейронных ядер будущих агонистов возникает еще до пускового сигнала к выполнению заданного движения и сохраняется неизменным на протяжении большей части латентного периода, исключая лишь его последние 60 мсек. "Настроечный" процесс состоит в плавном повышении рефлекторной возбудимости мотонейронных ядер будущих агонистов на протяжении последних 55-60 мсек. латентного периода. "Пусковой" процесс проявляется на спинальном уровне в резком избирательном повышении рефлекторной возбудимости фракции "быстрых" мотонейронов икроножной группы мышц-агонистов в последние 25-30 мсек. латентного периода произвольного движения.

3. Повышение рефлекторной возбудимости, также возникающее еще до сигнала к движению и сохраняющееся неизменным на протяжении большей части (или всего) латентного периода, происходит и у других мотонейронных ядер помимо мотонейронных ядер будущих агонистов произвольного движения. Такое диффузное, "фоновое" повышение рефлекторной возбудимости у разных мотонейронных ядер примерно одинаково и существенно меньше, чем "преднастроечное" повышение рефлекторной возбудимости мотонейронных ядер будущих агонистов произвольного движения.

4. "Преднастроечное" повышение рефлекторной возбудимости мотонейронных ядер мышц пораженной стороны отсутствует у больных с пирамидной гемиплегией (церебрального

происхождения) при попытке совершить движение парализованной конечностью. Перед выполнением произвольного движения здоровой конечностью у таких больных выявляется "фоновое" повышение возбудимости мотонейронных ядер пораженной конечности. На основании этих данных можно заключить, что за происхождение "фоновое" и "преднастроечного" повышения рефлекторной возбудимости спинальных мотонейронов ответственны разные супраспинальные структуры (механизмы). Диффузное, "фоновое" повышение рефлекторной возбудимости различных мотонейронных ядер, вероятно, является спинальным проявлением общей реакции внимания, готовности, ожидания сигнала к движению и т.п. "Преднастроечное" повышение рефлекторной возбудимости мотонейронных ядер будущих агонистов служит, по-видимому, существенным механизмом в организации произвольного движения.

5. "Настроечный" процесс выявляется только у мотонейронных ядер будущих агонистов движения и отсутствует у мотонейронных ядер других мышц. Длительность "настроечного" периода (55-60 мсек.) одинакова, независимо от того, выполняется ли фазическое произвольное движение из исходных условий покоя или организация движения происходит на фоне тонической произвольной импульсной активности мотонейронного ядра будущего агониста. Длительность "настроечной" фазы стандартна в самых разных ситуациях: она одинакова у людей с разным временем двигательной реакции, у одного и того же человека в разных попытках выполнения движения по сигналу, несмотря на значительные колебания общего времени реакции в этих попытках. Длительность "настроечной" фазы не меняется с уменьшением времени реакции в результате однодневного обучения.

6. "Настроечное" повышение возбудимости отсутствует у больных с пирамидной гемиплегией (церебрального происхождения) при попытке совершить произвольное движение парализованной конечностью. Супраспинальная "настройка" рефлекторной возбудимости мотонейронных ядер будущих агонистов является, по-видимому, обязательным механизмом организации произвольного движения в нормальных условиях. В происхождении "настройки" и инициации фазического произвольного движения гамма-петля не играет существенной роли.

7. Рефлекторная возбудимость мотонейронного ядра будущего антагониста произвольного движения повышена в латентный период по сравнению с условиями покоя, но это повышение меньше, чем "преднастроечное" повышение рефлекторной возбудимости будущего агониста движения. "Фоновое" повышение рефлекторной возбудимости мотонейронного ядра будущего антагониста не меняется на протяжении всего латентного периода вплоть до начала (точность 10 мсек.) произвольного движения. Одновременно с началом произвольной активности агонистов происходит резкое снижение (реципрокное торможение) рефлекторной возбудимости мотонейронных ядер антагонистов движения. Это торможение усиливается на протяжении, по крайней мере, первых 80 мсек. (период наблюдения) произвольной активности агонистов.

8. При выполнении фазического произвольного движения вместе с импульсной активностью мотонейронных ядер (ЭМГ) агонистов появляется "сопутствующая" импульсная активность мотонейронных ядер (ЭМГ) прямых антагонистов. "Сопутствующая" активация мотонейронов антагонистов обнаруживается также и при вызове Н-рефлекса раздражением одного из нервов-антагонистов. Такой "сопутствующий" Н-рефлекс антагониста изменяется одинаково с "собственным" Н-рефлексом агониста при самых разных изменениях спинальных рефлекторных и супраспинальных влияний. Эти факты указывают на наличие общих источников одинаковых рефлекторных и супраспинальных влияний для части мотонейронов мышц-антагонистов. Такое функциональное "перекрытие" мотонейронных ядер мышц-

антагонистов может, в частности, объяснить "сопутствующую" импульсную активность мотонейронных ядер мышц-антагонистов во время выполнения произвольного движения.

9. При выполнении разных вариантов произвольных движений в суставе между уровнем активности (ЭМГ) агонистов или соотношением активности (ЭМГ) мышц-антагонистов и степенью реципрокного торможения антагонистов (степенью уменьшения тестирующего Н-рефлекса антагониста) нет однозначной зависимости. В процессе ежедневного многократного повторения фазического произвольного движения происходит изменение в соотношении активности мышц-антагонистов за счет значительного усиления активности агонистов при относительно неизменной активности антагонистов. Эти изменения происходят наряду со значительным усилением реципрокных тормозных влияний на мотонейронные ядра антагонистов в самом начале выполнения движения. Это дает основание заключить, что реципрокное торможение является важным механизмом, участвующим в регуляции взаимодействия мышц-антагонистов произвольного движения.

10. При последовательном выполнении двух противоположных по направлению движений в суставе организация второго движения происходит еще во время выполнения первого движения. Спинальные проявления организации второго движения из пары принципиально сходны с таковыми при организации одиночного движения. Полученные данные позволяют заключить, что в период организации произвольного движения супраспинальная команда обеспечивает облегчение ("настройку") мотонейронных ядер будущих агонистов без одновременных (реципрокных) тормозных влияний на мотонейроны ядра прямых антагонистов предстоящего движения. Совпадение начала тормозного эффекта у мотонейронных ядер антагонистов с началом импульсной активности агонистов дает основание рассматривать этот эффект как непосредственный результат деятельности спинального аппарата реципрокного торможения (САРТ).

11. Существенной чертой организации произвольного движения является предваряющая начало движение супраспинальная регуляция спинальных интернейронных систем, связанных с мотонейронными ядрами мышц агонистов и антагонистов будущего движения. На протяжении последних 25-30 мсек. латентного периода происходит торможение интернейронной спинальной тормозной системы, связанной с мотонейронными ядрами агонистов будущего движения. Торможением этой системы (в том числе, по-видимому, клеток Реншоу) может быть обусловлено отсутствие "периода молчания" после Н-рефлекса агониста, вызванного перед началом или в начале произвольного фазического движения, а также отсутствие влияния тестирования Н-рефлексом на длительность латентного периода такого движения. Это торможение, по-видимому, обеспечивает тот режим работы мотонейронных ядер агонистов (высокую начальную частоту импульсации мотонейронов, возможность близкого по времени срабатывания большого числа мотонейронов), который необходим для выполнения фазического движения.

12. На протяжении последних 30 мсек. латентного периода произвольного движения происходит супраспинальное облегчение ("настройка") интернейронного спинального аппарата реципрокного торможения (САРТ) мотонейронных ядер будущих антагонистов движения. Функциональное значение супраспинальной "настройки" САРТ подчеркивается тем фактом, что в результате систематического обучения происходит усиление "настройки" САРТ, которое сопровождается значительным усилением (по сравнению с уровнем в начале обучения) реципрокных тормозных влияний на мотонейронные ядра антагонистов в самом начале произвольного движения. Вместе с тем, как и в начале, в конце обучения рефлекторная возбудимость мотонейронных ядер будущих антагонистов не меняется на протяжении всего

латентного периода произвольного движения. Таким образом, супраспинальная "настройка" САРТ является, по-видимому, тем специальным механизмом, с помощью которого устанавливается реципрокное взаимодействие мотонейронных ядер мышц-антагонистов одного сустава во время выполнения движения.

13. Электрическое раздражение вестибулярного аппарата или локтевого нерва в условиях покоя вызывает повышение рефлекторной возбудимости мотонейронных ядер мышц нижних конечностей.

У больных после невротомии VIII нерва вестибулоспинальный облегчающий эффект отсутствует. У этих больных сохраняется нисходящий межконечностный облегчающий эффект (от раздражения локтевого нерва). У больных с пирамидным параличом церебрального происхождения вестибулоспинальный эффект сохраняется, а нисходящий межконечностный эффект у этих больных, как и у пирамидных больных с параличом проводникового (спинального) типа, отсутствует. Таким образом, в отличие от вестибулоспинального нисходящий межконечностный рефлекторный эффект, по-видимому, сильно зависит от активации тех же центральных супраспинальных структур, которые необходимы для инициации произвольного движения.

14. Первую фазу вестибулоспинального и нисходящего межконечностного эффектов составляет плавное повышение рефлекторной возбудимости мотонейронных ядер икроножных мышц. Характер и длительность этой фазы (около 60 мсек.) не зависит от длительности, полярности, силы или стороны раздражения вестибулярного аппарата или локтевого нерва. Началу непроизвольного, рефлекторного сокращения икроножных мышц в ответ на раздражение локтевого нерва предшествует фаза "настроечного" повышения рефлекторной возбудимости мотонейронных ядер икроножных мышц длительностью 55-60 мсек. При совместном действии эффекты вестибулоспинальных и нисходящих межконечностных влияний суммируются.

15. Предполагается, что сходство в характере и длительности "настроечного" повышения рефлекторной возбудимости мотонейронных ядер будущих агонистов произвольного движения и плавного повышения рефлекторной возбудимости этих же мотонейронных ядер в ответ на вызванные в условиях покоя вестибулоспинальные и нисходящие межконечностные влияния обусловлено действием во всех этих случаях одной и той же вставочной (интернейронной) спинальной системы, которая, по-видимому, запускается через экстрапирамидные нисходящие пути (медиальную, по Кьюперсу, систему). Отсюда следует, что "настроечное" повышение рефлекторной возбудимости фракций "медленных" и "быстрых" мотонейронов спинального ядра будущего агониста произвольного движения обусловлено экстрапирамидным компонентом произвольной команды. Данные острых опытов на животных и собственные результаты позволяют предполагать, что "пусковое" повышение рефлекторной возбудимости избирательно фракции "быстрых" мотонейронов зависит от прямых пирамидных влияний. Таким образом, предполагается, что инициация активности основных агонистов произвольного фазического движения связана с совместным участием как пирамидной (латеральной, по Кьюперсу), так и экстрапирамидной (медиальной) систем.

16. В период организации произвольного движения имеет место сложное взаимодействие различных нисходящих влияний на спинальный моторный аппарат. На протяжении последних 30 мсек. латентного периода произвольного движения происходит отключение вестибулоспинальных облегчающих влияний на "активные" спинальные сегменты, включающие мотонейронные ядра будущих агонистов и антагонистов двигаемого сустава.

Такое отключение продолжается еще первые примерно 30 мсек. произвольного движения. В то же время на протяжении всего латентного периода вплоть до начала движения сохраняется возможность для проявления вызванных вестибулоспинальных облегчающих влияний на другие "неактивные" сегменты, включающие мотонейронные ядра мышц соседних суставов и других конечностей. Отключение вызванных вестибулоспинальных влияний может объяснить, почему предваряющее начало произвольного движения гальваническое раздражение вестибулярного аппарата не изменяет латентный период этого движения или рефлекторного локтевого движения.

17. Состояние "преднастройки" к данному произвольному движению облегчает условия для проявления нисходящих межконечностных рефлекторных влияний на мотонейронное ядро будущего агониста произвольного движения. В отличие от вестибулоспинальных влияний в период организации произвольного движения, по-видимому, не происходит отключения вызванных нисходящих межконечностных рефлекторных влияний на мотонейронные ядра будущих агонистов движения.

18. Большая инертность спинальных систем, реализующих произвольную супраспинальную команду, может быть фактором, лимитирующим частоту вмешательства супраспинального уровня в работу низшего уровня управления движением. На основании полученных данных поддерживается гипотеза о тактовом управлении произвольными движениями. Длительность такта спинальной реализации супраспинальной команды составляет, по нашим данным, не менее 60 мсек. Плавность движений, несмотря на тактовый характер управления ими, может обеспечиваться благодаря организации следующей части движения в период реализации предыдущей.

3. **Виноградова Ольга Леонидовна.** В наличии диссертация и автореферат. Тема диссертации: «**Изменение кровоснабжения и работоспособности скелетных мышц при эмоциональном напряжении у человека**», представленной на соискание ученой степени кандидата биологических наук по специальности 03.00.13 – физиология человека и животных.

Работа выполнена на кафедрах физиологии животных Биологического факультета Московского Государственного Университета им. М.В. Ломоносова, г. Москва и физиологии Государственного Центрального ордена Ленина института физической культуры, г. Москва.

Защита состоялась **05 августа 1974 г.** на заседании секционного общепрограммного Ученого Совета по зоологии Биологического факультета МГУ, г. Москва.

Научные руководители:

доктор биологических наук **Родионов И.М.**

доктор медицинских наук **Коц Я.М.**

кандидат медицинских наук **Тхоревский В.И.**

Цель работы. Исследование взаимосвязи между работоспособностью и кровоснабжением мышц при статическом сокращении у человека, а также механизмов повышения мышечной работоспособности и сосудорасширительной реакции в условиях эмоционального напряжения.

Актуальность работы. Ряд эмоциональных реакций у человека и животных, таких как беспокойство, тревога, ярость сопровождаются симпатическим сосудорасширительным эффектом в скелетных мышцах, чувствительным к атропину (холинергическая вазодилатация). Одновременно наблюдаются сужение сосудов кожи, кишечника и других органов брюшной полости, учащение работы сердца, некоторый подъем артериального давления, расширение зрачков, пилоэрекция и т.д. Холинергическая вазодилатация и другие вегетативные сдвиги у

бодрствующим животным наблюдаются при поведенческой реакции защиты (*defence reaction*), т.е. связаны с последующей мышечной работой - борьбой или бегством. На основании этих данных было высказано предположение, что функциональное назначение холинергической вазодилатации состоит в повышении работоспособности мышц (Abrachams et al., 1960, 1964). Были предприняты попытки экспериментальной проверки этого предположения в острых опытах на животных. Однако оказалось, что при раздражении "защитной" зоны гипоталамуса, достаточном для получения значительного сосудорасширительного эффекта, не обнаруживается изменения силы одиночных ритмических сокращений мышц (Hirvonen, Sonnenschein, 1962). Увеличение силы сокращений при раздражении гипоталамуса удается наблюдать лишь на утомленной мышце (Конради, Васильева, 1973). Увеличение мышечной работоспособности в описанных условиях может возникать в результате усиления кровоснабжения мышц. Однако можно представить себе и другой механизм повышения мышечной работоспособности. Имеется группа фактов, которые заставили нас предположить, что "эмоциональное" повышение мышечной работоспособности в наибольшей мере должно проявлять себя в условиях, когда основным энергетическим источником мышечного сокращения служит анаэробный метаболизм. В опытах на животных было показано, что один из вегетативных компонентов эмоциональной реакции - холинергическая вазодилатация сопровождается активацией гликолиза в мышцах (Ленькова и соавт., 1968; Бердина, Родионов, 1973; Родионов, 1973). Естественно предположить, что активация анаэробного метаболизма в мышцах может быть причиной увеличения их работоспособности. В таком случае эффект "эмоционального" увеличения работоспособности следует искать в условиях, когда источником энергии для сокращения может служить в основном анаэробный метаболизм. Такие условия возникают, в частности, при значительном статическом сокращении мышц из-за их недостаточного кровоснабжения (Hill, 1948; Sylvest, Hvid, 1959; Андронов, Манвелян, 1966). Изучение изменений мышечной работоспособности при эмоциональных реакциях мы решили провести у человека. У человека можно изучать дозированную статическую работу и, кроме того, можно вызвать эмоциональное напряжение и связанное с ним увеличение объемной скорости кровотока в сосудах скелетных мышц, например, предлагая ему интенсивный счет в уме в условиях отвлекающих помех (Abramson, Ferris, 1940; Blair et al., 1959; Barcroft et al., 1960).

Заключение в виде обсуждения результатов. В соответствии с данными других авторов (Blair et al., 1959; Brod et al., 1959; Fencil et al., 1959; Barcroft et al., 1960) в настоящей работе было установлено, что при эмоциональном напряжении, вызванном интенсивным счетом в уме, возникает комплекс вегетативных сдвигов, который включает сосудорасширительный эффект в скелетных мышцах, чувствительный к атропину, учащение пульса и повышение АД.

Результаты настоящей работы свидетельствуют также о том, что эмоциональное напряжение приводит к повышению работоспособности мышц при их статическом сокращении (произвольном или вызванном электрическим раздражением нерва). "Эмоциональный" прирост произвольной работоспособности, как и сосудорасширительная реакция, значительно ослабляется при местной атропинизации. Кроме того, повышение мышечной работоспособности наблюдается только у тех испытуемых, у которых при эмоциональном напряжении происходит увеличение скорости кровотока в неработающих мышцах. Однако, "эмоциональное" повышение мышечной работоспособности нельзя объяснить усилением кровоснабжения мышц во время работы, т.к. это повышение имеет место и в условиях полного прекращения артериального протока к работающим мышцам (артериальная окклюзия). Опыты с МВС показали, что "эмоциональная" прибавка мышечной

работоспособности может быть обусловлена главным образом или исключительно изменениями в самих работающих мышечных волокнах.

В диссертации обсуждается следующая схема последовательности событий, происходящих в мышцах при эмоциональном напряжении и приводящих к повышению их работоспособности. Эти события связаны с активацией симпатической системы, которая опосредует свое влияние на мышцы через холинергические волокна. Выделяющийся из вегетативных волокон ацетилхолин, воздействуя на какой-то участок поверхности мышечных волокон (но не на постсинаптическую мембрану), активирует в них анаэробный путь расщепления углеводов. В условиях статического сокращения мышц, когда кровоток в них ограничен из-за повышения внутримышечного давления, активация гликолиза играет роль дополнительного источника макроэргов, благодаря чему увеличивается работоспособность мышц. В неработающих мышцах активация гликолиза приводит к расширению сосудов в результате действия метаболитов на их гладкие мышцы. Таким образом, усиление гликолиза, по нашей гипотезе, является общей причиной повышения мышечной работоспособности и сосудорасширительной реакции в неработающих мышцах при эмоциональном напряжении.

Повышение мышечной работоспособности в условиях эмоционального напряжения является одной из форм феномена Орбели-Гинецинского.

Выводы.

1. Эмоциональное напряжение, возникающее при интенсивном счете в уме в условиях отвлекающих помех или под действием других факторов, вызывает у большинства здоровых людей значительное увеличение объемной скорости кровотока в мышечных сосудах конечности, учащение пульса и повышение артериального давления. У тех испытуемых, у которых при счете в уме не происходит увеличение скорости кровотока в мышечных сосудах, не обнаруживается и учащения пульса.

2. На фоне интенсивного счета в уме предельная продолжительность произвольной статической работы (сила сокращения мышц предплечья 30% от максимальной) значительно увеличивается (в среднем на 40%). Повышение произвольной работоспособности при эмоциональном напряжении не зависит от уровня кровоснабжения работающих мышц. Эффект "эмоционального" увеличения произвольной работоспособности проявляется только у тех испытуемых, у которых счет в уме вызывает увеличение кровотока в неработающих мышцах.

3. Местная внутриартериальная атропинизация резко снижает и прирост кровотока в неработающих мышцах, и увеличение произвольной работоспособности при эмоциональном напряжении.

4. Эмоциональное напряжение не изменяет силу, но увеличивает длительность изометрического сокращения, вызванного тетаническим раздражением нерва. "Эмоциональное" повышение работоспособности при максимальном вызванном сокращении нельзя объяснить дополнительной центральной импульсацией к работающим мышцам или облегчением передачи в их нервно-мышечных синапсах.

5. Наиболее вероятная причина увеличения мышечной работоспособности при эмоциональном напряжении - изменения в мышечных волокнах, повышающие их выносливость.

6. Расширительная реакция сосудов неработающих мышц при эмоциональном напряжении значительно снижена у больных (2 случая) с наследственным мышечным гликогенозом, у которых нарушено нормальное протекание процесса гликолиза в мышцах.

"Эмоциональная" вазодилатация усиливается при введении фруктозы, способной включаться в гликолитический цикл ниже уровня метаболического блока. Полученные данные позволяют предполагать наличие связи "эмоциональной" расширительной реакции мышечных сосудов с интенсивностью протекания гликолитического обмена в мышце.

7. Кровоток в условиях покоя выше в среднем на 39% в камбаловидной мышце (КМ), чем в передней большеберцовой мышце (ПБМ). Эмоциональное напряжение вызывает во много раз больший прирост кровотока в ПБМ, чем в КМ (соответственно 134% и 27%). Предполагается, что различия в кровоснабжении исследуемых мышц в условиях покоя и при эмоциональном напряжении связаны с неодинаковым составом КМ и ПБМ у человека, включающих красные, аэробные, и белые, анаэробные, волокна в разных соотношениях.

8. Предполагается, что расширительная реакция сосудов скелетных мышц при эмоциональном напряжении возникает вследствие симпатической активации гликолиза в мышечных волокнах. Активация анаэробного метаболизма является тем "изменением в состоянии мышечных волокон" (см. вывод 5), которое приводит к "эмоциональному" повышению работоспособности в условиях статического сокращения мышц, когда основным путем энергетического обеспечения мышечной деятельности служит анаэробный метаболизм.

4. **Тхоревский Виталий Иванович**. В наличии автореферат. Тема докторской диссертации: «**Кровоснабжение мышц при различных режимах их функциональной активности**», представленной на соискание ученой степени доктора медицинских наук по специальности 14.00.07 - гигиена (физиология труда).

Работа выполнена в ордена Трудового Красного Знамени научно-исследовательском институте гигиены труда и профессиональных заболеваний АМН СССР, г. Москва.

Защита состоялась «__» _____ 1976 г. на заседании ученого совета ордена Трудового Красного Знамени научно-исследовательском институте гигиены труда и профессиональных заболеваний АМН СССР, г. Москва.

Научный консультант:

доктор биологических наук, профессор **Родионов И.М.**

Цель работы. Выяснение регионарных и системных реакций сердечно-сосудистой системы на локальную статическую и ритмическую работу.

Актуальность работы. Развитие современной промышленности приводит к существенным изменениям в трудовой деятельности человека. В условиях технического прогресса исчезает тяжелый физический труд, требующий больших усилий и затрат энергии. Наряду с этим возрастает число работающих, специфика труда которых требует включения в работу небольших мышечных групп. Частые и длительные статические напряжения также, как и большие по нагрузке ритмические движения, приводят к утомлению и снижению производительности труда, а нередко к перенапряжениям и появлению профессиональных заболеваний. В связи с этим вопросы, связанные с созданием рациональной организации труда и режимов работы и отдыха применительно к современным профессиям, обоснованием допустимых статических и ритмических нагрузок, выявлением критериев мышечного утомления и нахождением путей его профилактики, в настоящее время имеют весьма актуальное значение. Для разрешения многих из них большое значение имеют исследования изменений в различных звеньях сердечно-сосудистой системы под влиянием локальной мышечной работы.

Важность адаптационных реакций в системе кровообращения, сопровождающих мышечную деятельность, издавна привлекала и привлекает внимание исследователей к данной

проблеме. В настоящее время существует огромное количество работ, посвященных изучению реакций сердечно-сосудистой системы на работу крупных мышечных групп, сопровождающуюся значительными энерготратами. В то же время систематические исследования изменений в различных звеньях сердечно-сосудистой системы под влиянием работы небольших мышечных групп отсутствуют. Имеющиеся данные об организации и механизмах функциональных реакций системы кровообращения во время сокращения малых мышечных групп весьма неполны и часто противоречивы. По сей день во многом остаются неясными механизм рабочей гиперемии и ее проявления в мышцах с различными функциональными свойствами. Отсутствует единая точка зрения по вопросу кровоснабжения и работоспособности мышц человека при статических и особенно ритмических режимах сокращения. Ограничены и спорны материалы о структуре а механизмах прессорных реакций в условиях сокращения небольших мышечных групп. Довольно неопределенны существующие представления о влиянии кровоснабжения и симпатической нервной системы на работоспособность и утомление скелетных мышц. И, наконец, существуют лишь единичные попытки использовать результаты исследования периферических и центральных реакций кровообращения на локальную мышечную работу в практике физиологии труда с целью создания оптимальных режимов труда и отдыха, выявления критериев утомления, повышения работоспособности человека, снижения профессиональных заболеваний локомоторного аппарата, профотбора и так далее.

В связи с изложенным исследования периферических и центральных реакций системы кровообращения на локальную статическую и ритмическую работу представляют собой вполне актуальную проблему. Они дополняют наши представления по перечисленным выше вопросам и окажутся полезными как с теоретической, так и с практической точек зрения.

Выводы.

1. Сокращение скелетных мышц сопровождается значительным расширением их сосудов с увеличением кровотока. Особенности развития и протекание рабочей гиперемии в мышцах человека зависят от их морфологической структуры и функциональных особенностей.

Максимальный кровоток, продолжительность периода восстановления и добавочное кровоснабжение в мышцах предплечья и голени после статической работы до отказа возрастают с увеличением нагрузки и достигают предела при силах сокращения в 30-40% МПС. В мышцах голени эти показатели постконтракционной гиперемии (ПКГ) составляют соответственно 64,66 и 35% от их значений в предплечье. После максимальных нагрузок ПКГ в быстрой передней большеберцовой мышце существенно больше, чем в более медленной камбаловидной мышце.

Зависимость кровотока от времени в мышцах предплечья и голени после сокращения с нагрузками не более 10% МПС является моноэкспоненциальной. При усилиях в 20% МПС и более на кривых восстановления отчетливо выделяются 3 участка с различной постоянной времени скорости спада кровотока. Предполагается, что неравномерность снижения кровотока на протяжении ПКГ отражает характер развития рабочей гиперемии и зависит от особенностей вовлечения в расширительную реакцию различных участков сосудистой сети мышцы в процессе ее сокращения.

2. Рабочая гиперемия в мышцах предплечья и голени в зависимости от нагрузки осуществляется в одном из двух режимов. В первом режиме увеличение силы сокращения сопровождается линейным повышением пикового кровотока на фоне незначительных изменений остальных показателей ПКГ. Во втором режиме с повышением нагрузки

существенно возрастают длительность ПКГ и добавочное кровоснабжение при сравнительно малых изменениях максимального кровотока. Переход одного режима в другой в обеих мышечных группах происходит в диапазоне усилий 15-20% МПС. Можно полагать, что основу первого режима составляет параллельное включение сосудов в расширительную реакцию, а второго - замедление процесса восстановления сосудистого тонуса. Смена режимов развития рабочей гиперемии связана, вероятно, с увеличением сжатия сосудов и ишемизацией мышцы.

3. Продолжительность сокращения является важным фактором, определяющим развитие рабочей гиперемии. Зависимость рабочей гиперемии от длительности сокращения различна при малых, средних и больших нагрузках. При произвольной активации мышц человека она связана, по-видимому, не только с первоначально заданным режимом сокращения, но и с увеличением числа работающих двигательных единиц и синхронизацией их возбуждения в процессе развития утомления.

4. Полученные результаты свидетельствуют о том, что расширительная реакция артериальных сосудов сокращающейся мышцы является следствием воздействия на них нескольких факторов. Предполагается, что ведущее значение имеют вазодилататорные продукты метаболизма и механические влияния на сосуды.

5. Статический режим сокращения вызывает значительное увеличение сопротивления кровотоку через работающие мышцы вследствие механической компрессии артериальных сосудов. Работающие мышцы получают достаточное количество крови лишь при нагрузках, не превышающих 5-8% МПС. С увеличением силы сокращения возрастает разница между возможным и реальным кровоснабжением мышц, достигая при усилиях в 60% МПС в мышцах предплечья 13-тикратных, а в голени 44-хкратных размеров. При удержании равных относительных нагрузок кровоснабжение мышц голени существенно меньше, чем предплечья. Возможными причинами меньшего кровотока в мышцах голени являются как более выраженное по сравнению с предплечьем сжатие сосудов, так и различный характер активации отдельных мышц этих областей при удержании дозированной статической нагрузки.

6. Кровоснабжение мышц человека во время ритмической работы зависит от силы сокращения и длительности периодов сокращения и расслабления. При равных расширительных реакциях сосудов приток крови к работающим мышцам прямо пропорционален длительности интервалов расслабления и обратно пропорционален продолжительности периодов сокращения. Существенное влияние на кровоснабжение ритмически сокращающихся мышц оказывает величина регионарного АД, зависящая от уровня системного АД и положения конечности по отношению к сердцу, а также степень понижения локального венозного давления, определяемая силой и частотой сокращения.

7. Работоспособность мышц человека при удержании статических нагрузок является обратной функцией силы сокращения. В условиях ритмического режима деятельности скорость развития утомления находится в прямой зависимости от силы сокращения и продолжительности периодов напряжения и в обратной - от длительности интервала расслабления. При увеличении силы сокращения для предотвращения быстрого развития утомления следует соответствующим образом уменьшить величину отношения длительности периода сокращения к продолжительности периода расслабления. Конкретная величина этого отношения является сложной функцией основных параметров ритмической двигательной активности.

8. Работа небольших мышечных групп сопровождается значительными изменениями системного артериального давления (АД) и частоты сердечных сокращений (ЧСС). Увеличение АД при ритмической работе пропорционально силе, продолжительности и частоте сокращения. Интенсивность прироста ЧСС и АД и их абсолютные величины во время статической работы зависят от силы и продолжительности сокращения. После окончания работы ЧСС и АД в течение 1 мин возвращаются к исходному уровню.

Прирост ЧСС и АД при равных относительных нагрузках не зависит от размеров сокращающихся мышц. Одновременная статическая работа нескольких мышечных групп не сопровождается суммацией прессорных реакций. Сокращение двух мышечных групп с различными величинами мышечных напряжений приводит к такому же повышению ЧСС и АД, как и в случае, когда группа мышц, работающая в данном комплексе с наибольшей нагрузкой, удерживала ее самостоятельно.

9. Основное значение в повышении системного АД при работе небольших мышечных групп имеют увеличение ЧСС и сопротивления сосудов в неактивных органах и тканях. Источником активации симпатической нервной системы является возрастание афферентации от работающих мышц.

Во время локальной статической работы происходит повышение тонуса резистивных и емкостных сосудов мышц неработающей конечности. Скорость уменьшения емкости венозных сосудов зависит от силы и продолжительности сокращения. Эффективность нейрогенных влияний в области венозного резервуара кожи выражена больше, чем в бассейне вен мышц.

Увеличение АД при мышечной работе является важной функциональной реакцией, направленной на улучшение кровоснабжения активных мышечных волокон.

10. Работоспособность скелетных мышц зависит от уровня их кровоснабжения. При удержании небольших статических нагрузок даже незначительное уменьшение притока крови к работающим мышцам приводит к существенному ускорению их утомления. Одними из факторов, которые в процессе трудовой деятельности человека могут приводить к уменьшению кровоснабжения активных мышц и снижению их работоспособности, являются перегибы сосудов при углах в проксимальных суставах менее $60-50^\circ$ и расположение конечности выше уровня сердца.

11. Нервно-эмоциональное напряжение вызывает существенное увеличение объемной скорости кровотока в мышцах конечностей. Максимальная продолжительность статической работы, выполняемой в условиях нервно-эмоционального напряжения, значительно возрастает. Повышение произвольной работоспособности при эмоциональном напряжении не зависит от уровня кровоснабжения работающих мышц. Предполагается, что расширительная реакция сосудов скелетных мышц при эмоциональном напряжении возникает вследствие симпатической активации гликолиза в мышечных волокнах. Увеличение анаэробного метаболизма является, по-видимому, той причиной, которая приводит к "эмоциональному" повышению работоспособности в условиях статического сокращения мышц, когда основным путем энергетического обеспечения мышечной деятельности служит анаэробный метаболизм.

Практические рекомендации. Результаты исследования позволили дать ряд практических рекомендаций. В качестве критериев мышечного утомления предложено использовать скорость прироста АД, ЧСС и кровотока в работающих мышцах. Для оценки утомления рекомендован специальный тест. Обоснована возможность использования времени появления ощущения усталости или боли в работающих мышцах для прогнозирования момента наступления сильного утомления. Даны рекомендации по рациональной организации

выполнения статической и ритмической работы. Показана целесообразность проведения профотбора лиц на работу, связанную с необходимостью удержания средних и больших статических нагрузок небольшими мышечными группами. Предложена структура автоматического устройства для определения объемной скорости кровотока методом венозной окклюзионной плетизмографии и разработаны медико-технические требования на такие приборы. Созданы кистевой и ножной динамометры для исследования силы и выносливости мышц предплечья и голени.

Наряду с решением теоретических вопросов результата исследований явились базой для обоснования следующих практических рекомендаций:

1. В качестве критериев мышечного утомления, в дополнение к существующим, рекомендуется использовать характер изменений кровотока в работающих мышцах, системного артериального давления и частоты сердечных сокращений на протяжении работы. Активность небольших мышечных групп не является утомительной, если в процессе ее выполнения скорость прироста кровотока в мышцах работающей конечности составляет не более 0,3-0,5 мл/100см³/мин, системного АД - не более 0,2-0,3 мм рт. ст./мин, а частоты сердечных сокращений – не более 0,1-0,2 уд/мин.

2. Предложен простой тест для оценки степени мышечного утомления. Он заключается в удержании статической нагрузки в 30% МПС в течение двух минут на кистевом или ножном динамометрах. Во время такой работы в конце 1-й и 2-й минуты необходимо измерять АД и ЧСС, а после нее - кровотоки в работавших мышцах до момента его восстановления. Критериями развивающегося мышечного утомления являются величины прироста АД и ЧСС во время такой дозированной работы, а также добавочного кровоснабжения мышц за период восстановления. Чем они больше по отношению к исходным, тем более выражено утомление. Объективность этого метода по сравнению с определением статической выносливости обусловлена тем, что продолжительность работы регламентируется исследователем. В связи с этим исследуемое лицо не в состоянии оказывать произвольное влияние на регистрируемые показатели. Они зависят лишь от степени выраженности мышечного утомления.

3. При ритмической работе в качестве критерия мышечного утомления целесообразно использовать время появления первого ощущения усталости или слабой боли в работающих мышцах. Этот простой показатель может быть применен для прогнозирования момента наступления выраженного утомления, так как при различных режимах сокращения ощущение усталости возникает при совершении мышцами 40-60% движений от количества сокращений, которые они вообще способны совершить к моменту отказа от работы.

4. При создании физиологически обоснованных режимов труда и отдыха с целью профилактики утомления необходимо учитывать следующее:

а) предельными статическими нагрузками, которые могут удерживаться длительное время без выраженного утомления, являются усилия, не превышающие 7-8% от максимальной произвольной силы данной мышечной группы;

б) если какая-то группа мышц может выполнять статическую работу длительное время без утомления, то включение в работу других мышц с той же или меньшей величиной относительного усилия не ускорит развития утомления;

в) при ритмической работе с продолжительностью периодов напряжения, не превышающей 6 с, и длительностями перемещения груза не менее 0,2 с при усилиях 10% МПС длительность микропаузы должна составлять не менее 0,4 с; при нагрузках в 20% МПС - не менее 3,0-4,0 с; для усилий в 30% МПС - не менее 5,0 с; силах сокращения в 40% МПС - не менее 8,0-10,0 с.

5. С целью увеличения мышечной работоспособности рекомендуется:

а) при вынужденной рабочей позе не допускать возможности выполнения работы при углах в коленном и локтевом суставах менее 90-80°;

б) не располагать рабочую поверхность выше 10 см над уровнем сердца;

в) при больших физических нагрузках эффективно использование различных приемов, активирующих эмоциональную сферу работающих, например, функциональной музыки.

6. Не допускать лиц, страдающих заболеваниями сердечно-сосудистой системы, к работе, связанной с необходимостью удержания статических усилий, превышающих 15-20% МПС, и выполнения ритмической работы малыми мышцами, но с большими нагрузками.

7. Внедрение результатов методических исследований осуществлено в следующих направлениях:

а) предложена оптимальная структура и создана модель автоматического устройства для определения объемной скорости кровотока методом венозной окклюзионной плетизмографии. За разработку основного принципа работы этого прибора совместно с И.Ю. Скучасом и Р.А. Скучене получено авторское свидетельство № 370634. Обоснованы медико-технические требования к таким устройствам;

б) разработаны и после апробации внедрены для практического использования кистевой и ножной динамометры для определения силы и выносливости мышц предплечья и голени. Конструкции этих приборов признаны в институте рационализаторскими предложениями.

5. **Сонькин Валентин Дмитриевич**. В наличии автореферат. Тема диссертации: «**Особенности энергетического обеспечения мышечной работы у мальчиков школьного возраста**», представленной на соискание ученой степени кандидата биологических наук по специальности 03.00.173 – физиология человека и животных.

Работа выполнена в Научно-исследовательском институте физиологии детей и подростков Академии педагогических наук СССР, г. Москва.

Защита состоялась **22 марта 1979 г.** на заседании специализированного совета К 018.01.01 в Научно-исследовательском институте физиологии детей и подростков АПН СССР, г. Москва.

Научный руководитель:

кандидат биологических наук, старший научный сотрудник **Корниенко И.А.**

Цель работы. Исследование особенностей энергетического обеспечения мышечной работы у мальчиков школьного возраста.

Актуальность работы. Энергетическое обеспечение является одним из основных факторов, определяющих мышечную работоспособность (Margaria R., 1963; Волков Н.И., 1969; Seliger V., 1972). Важнейшим источником энергии при мышечной деятельности являются аэробные процессы (Волков Н.И., 1975).

Возрастная физиология за последние годы накопила много фактов, заставляющих по-новому подойти к оценке возможностей детей и подростков при выполнении двигательных задач, связанных с активацией аэробных процессов (Astrand P.O., 1952; Фрейдберг И.М., 1954; Эголинский Я.А., 1960; Гуминский А.А., 1973; Фарфель В.С., 1976; Vavra, 1976). Имеются данные, свидетельствующие о недостаточном развитии анаэробных механизмов энергопродукции в скелетных мышцах у младших школьников (Яковлев Н.Н., 1960; Shephard R., 1969; Eriksson B., 1972; Пярнат Я.П., 1977). Однако возрастные особенности энергообеспечения мышечной деятельности у детей школьного возраста в целом остаются недостаточно изученными. В частности, не известна верхняя граница той зоны мощности, в

которой работа практически полностью обеспечивается за счет энергий окислительного фосфорилирования. Недостаточно исследованы реакции физиологических систем, связанных с энергообеспечением, в диапазоне аэробных возможностей организма школьников. Мало работ посвящено изучению реакции детского организма на нагрузки умеренной мощности.

Большое распространение за последнее время получило исследование физической работоспособности детей и подростков по тесту PWC_{170} (Иваницкая И.Н., 1973 и др.), Однако этот тест был разработан для исследования работоспособности взрослых (Sjostrand, 1947; Карпман В.Л. и др., 1969), а факторы, определяющие возрастные изменения этого показателя, недостаточно изучены (Колякина Э.А., Прокопьева О.М., 1974).

В связи со сказанным, большую актуальность приобретает вопрос о том, какие особенности энергетического обеспечения мышечной деятельности присущи детскому организму. Эти особенности во многом определяют двигательные возможности детей и подростков, поэтому знание их важно для физиологического обоснования средств и методов развития физических качеств учащихся (Хрипкова А.Г., 1976).

Научная новизна исследования. В результате проведенного исследования получены новые данные, показывающие, что в возрастном интервале от 7 до 17 лет происходят существенные изменения энергетического обеспечения мышечной деятельности. Они заключаются в снижении верхней границы той зоны мощности, где работа практически полностью обеспечивается за счет аэробного источника энергии. Одновременно с возрастом повышается роль анаэробно-гликолитических процессов. Наиболее четко это демонстрируется возрастными сдвигами "анаэробного порога", а также подтверждается результатами регрессионного анализа параметров потребления кислорода и деятельности кардиореспираторной системы при физических нагрузках в широком диапазоне мощностей.

Впервые проведен анализ возрастных особенностей энергообеспечения при нагрузке, вызывающей частоту сокращений сердца 170 уд/мин в устойчивом состоянии, что позволяет по-новому подойти к оценке возрастных изменений, сущности и возможности применения в онтогенетических исследованиях теста PWC_{170} .

Исследование динамики дыхательного коэффициента в переходном процессе в начальные моменты работы позволило выявить связь длительности "вработывания" с размерами тела испытуемых.

Показано, что одинаковая относительно массы тела умеренная нагрузка предъявляет практически одинаковые требования к энергетическому обеспечению у детей младшего школьного возраста, подростков и юношей. Вегетативные системы организма, связанные с энергообеспечением, успешно справляются с умеренной циклической нагрузкой у мальчиков школьного возраста.

Научная и практическая значимость исследования. Теоретическая ценность работы состоит в том, что выявлены отчетливые возрастные различия в энергетическом обеспечении мышечной деятельности у мальчиков школьного возраста. Эти данные важны для понимания возрастных преобразований метаболических процессов в скелетных мышцах. Проведенные исследования дают новые факты для характеристики процессов адаптации организма к мышечной деятельности на различных этапах онтогенеза. Полученные результаты могут быть использованы в научных исследованиях посвященных проблемам возрастных особенностей мышечной деятельности и разработке средств и методов физического воспитания детей и подростков.

Для использования в научно-исследовательской практике могут быть рекомендованы разработанные и примененные в настоящем исследовании модификации методов

интерферометрического анализа выдыхаемого воздуха и определения физической работоспособности PWC_{170} у детей и подростков.

Выводы.

1. В условиях выполнения циклической работы на велоэргометре у мальчиков 7-8, 9-10, подростков 12-13 и юношей 16-17 лет выявляется целый ряд возрастных различий, отражающих "экономизацию" деятельности кардиореспираторной системы в онтогенезе.

2. Увеличение массы и размеров тела мальчиков от 7-8 к 16-17-летнему возрасту сопровождается замедлением "вработывания" по параметрам деятельности кардиореспираторной системы при одинаковой относительно массы тела умеренной нагрузке.

3. Возрастные различия зависимости частоты сердечных сокращений от мощности нагрузки в диапазоне от условий относительного покоя до максимального потребления кислорода отражают снижение с возрастом частоты сокращений сердца в покое и при одинаковой нагрузке. В то же время линии регрессии связи частоты пульса с мощностью нагрузки, выраженной в относительных единицах, идут практически параллельно у детей 9-10, подростков 12-13 и юношей 16-17 лет. Снижение частоты пульса покоя и параллельность линии регрессии связи частоты сердечных сокращений с относительной величиной мощности нагрузки совокупно определяют возрастное увеличение относительного показателя физической работоспособности при пульсе 170 уд/мин (PWC_{170}).

4. Наличие высокой корреляции и линейной связи между мощностью нагрузки и частотой сердечных сокращений, включая состояние относительного покоя, позволяет судить о возможностях сердца по обеспечению мышечной работы на основании данных о частоте пульса в покое и при одной нагрузке субмаксимальной мощности. На этом основании при исследовании детских коллективов может быть применена одно-нагрузочная проба для определения PWC_{170} , которая позволяет существенно упростить процедуру тестирования и последующие расчеты.

5. Возрастные различия в реакции кардиореспираторной системы на циклическую мышечную нагрузку не сказываются на количественных показателях наиболее интегральных энергетических параметров при выполнении работы одинаковой относительно массы тела умеренной мощности. В частности, не отмечено возрастных различий между мальчиками 7-8, 9-10, подростками 12-13 и юношами 16-17 лет при выполнении ими на велоэргометре нагрузки мощностью 6 кгм/мин/кг в течение 10 минут по показателям:

- интенсивности потребления кислорода в устойчивом состоянии;
- относительной величине O_2 долга и его доле в общем кислородном запросе;
- "кислородной стоимости" 1 кгм работы и механической эффективности работы (нетто-КПД).

6. В период от 9-10 лет до 16-17 лет у мальчиков происходит снижение кислородного обеспечения мышечной работы большой мощности, что обуславливает большую активацию анаэробных механизмов энергопродукции у юношей по сравнению с детьми при мышечной работе большой мощности.

7. В период от 9-10 лет до 16-17 лет у мальчиков происходит снижение анаэробного порога. Это проявляется в снижении относительной величины мощности, интенсивности потребления кислорода (в мл/мин/кг и в % от МПК), частоты сокращений сердца, при которых активируются анаэробные механизмы энергопродукции.

8. Возрастное снижение кислородного обеспечения мышечной работы большой мощности, а также снижение с возрастом анаэробного порога означают уменьшение в период

от 9-10 до 16-17 лет диапазона циклических нагрузок, в котором работа в устойчивом состоянии практически полностью обеспечивается за счет аэробного источника энергии. В частности, мощность работы, вызывающая частоту сердечных сокращений 170 уд/мин, не приводит к заметной активации анаэробной энергопродукции в младшем возрасте, тогда как у юношей 16-17 лет около 14% энергии при такой нагрузке образуется анаэробным путем.

9. Возрастное снижение кислородного обеспечения субмаксимальной мышечной работы, а также возрастное снижение характеристик анаэробного порога, не могут быть объяснены только исходя из данных о возрастных изменениях функционирования вегетативных систем организма при динамической мышечной работе. Причина возрастных перестроек энергетического обеспечения мышечной работы может заключаться в значительных преобразованиях организации мышечной энергетики на тканевом уровне.

6. **Алексеев Владимир Михайлович**. В наличии автореферат. Тема диссертации: «Связь между абсолютными и относительными показателями потребления кислорода и частоты сердечных сокращений при мышечной работе у спортсменов и неспортсменов», представленной на соискание ученой степени кандидата биологических наук по специальности 14.00.17 - нормальная физиология.

Работа выполнена на кафедре физиологии Государственного Центрального ордена Ленина института физической культуры, г. Москва.

Защита состоялась **20 сентября 1984 г.** на заседании специализированного совета К 069.02.07 Тартуского государственного университета, г. Тарту.

Научный руководитель:

доктор медицинских наук, профессор **Коц Я.М.**

Цель работы. Определение возможностей оценки физиологической напряженности деятельности сердечно-сосудистой системы по абсолютным и относительным пульсовым показателям, зарегистрированным в процессе и после выполнения мышечной работы разной мощности и продолжительности у спортсменов и неспортсменов.

Актуальность работы. Во многих видах физкультурно-спортивной, бытовой и производственной деятельности выполняется мышечная работа преимущественно аэробного характера. Об интенсивности (мощности) этой работы можно судить по общей скорости потребления кислорода организмом (ПО_2). Оба эти показателя - интенсивность и ПО_2 , в свою очередь, прямо связаны с частотой сердечных сокращений (ЧСС). Поэтому ЧСС широко используется для физиологической оценки интенсивности аэробной мышечной работы как показатель ее физиологической напряженности. Вместе с тем применение ЧСС для этих целей требует учета целого ряда обстоятельств. Прежде всего связь между показателями ЧСС и ПО_2 варьирует у людей разного возраста, пола, уровня физической подготовленности, зависит от характера и условий выполняемой работы. Оценка физиологической напряженности физической нагрузки по ЧСС зависит также от времени определения последней, поскольку ЧСС непрерывно изменяется в процессе работы, особенно большой мощности. Кроме того, регистрация ЧСС в естественных условиях трудовой и спортивной деятельности непосредственно во время выполнения мышечной работы связана с методическими трудностями. Поэтому для оценки физиологической нагрузки часто учитывается ЧСС, зарегистрированная в период восстановления. В этих случаях для суждения о рабочей ЧСС необходимо выявить количественную связь между ЧСС во время работы и в разные периоды восстановления.

Хотя возможности применения ЧСС для решения указанных вопросов неоднократно изучались, в том числе в последние десятилетия (Васильева В.В., Виру А.А., Граевская Н.Д., Гуминский А.А., Зацюрский В.М., Зимкин Н.В., Карпман В.Л., Летунов С.П., Мотылянская Р.Е., Озолин П.П., Розенблат В.В., Фарфель В.С., Уткин В.Л., Astrand P.O., Karvonen M., Rowell L., Saltin B. И др.) систематическая количественная оценка роли перечисленных факторов, влияющих на связь между PO_2 и ЧСС у спортсменов и неспортсменов, в значительной степени остается еще неосуществленной.

Научная новизна и теоретическая значимость работы. Впервые проведено систематическое сравнительное исследование диагностических возможностей абсолютных и относительных пульсовых показателей для оценки абсолютной и относительной физиологической напряженности выполняемой физической нагрузки у спортсменов и неспортсменов.

Осуществлен детальный количественный анализ связи между абсолютными и относительными показателями PO_2 и ЧСС, динамики изменения ЧСС в процессе и после выполнения мышечной работы разной мощности и продолжительности у спортсменов и неспортсменов.

Практическая значимость результатов и пути их реализации. Установлено, что для корректной сравнительной оценки физиологической напряженности аэробной мышечной работы целесообразно использовать относительные пульсовые показатели, т.е. показатели ЧСС, выраженные в процентах от индивидуальной максимальной ЧСС или от рабочего пульсового резерва (разности между максимальной ЧСС и ЧСС в условиях покоя).

Предложены формулы для расчетного определения скорости потребления кислорода по абсолютным и относительным показателям частоты сердечных сокращений.

Полученные количественные характеристики изменения ЧСС во время продолжительной работы, а также в период восстановления могут быть использованы для контроля за текущим состоянием сердечно-сосудистой системы в процессе тренировки у людей с разным уровнем физической аэробной способности.

Разработан простой способ расчетного определения максимального потребления кислорода у спортсменов и неспортсменов по данным абсолютной частоты сердечных сокращений и мощности внешней механической работы.

Выводы.

1. Для оценки физиологической нагрузки по частоте сердечных сокращений при выполнении аэробной мышечной работы могут использоваться две группы пульсовых показателей: а) абсолютные (единица измерения - уд/мин) - абсолютная рабочая ЧСС (ЧССр) и абсолютный рабочий прирост ЧСС сверх ЧСС в покое (ЧССрп) и б) относительные (размерность - проценты) - относительная рабочая ЧСС (ЧССр в % от индивидуальной максимальной ЧСС, т.е. % ЧССмакс) и относительный рабочий прирост ЧСС (ЧССрп в % от пульсового резерва, т.е. ЧССорп).

2. При выполнении работ одинаковой абсолютной аэробной мощности (с равной скоростью потребления кислорода) абсолютные и относительные пульсовые показатели значительно отличаются у групп спортсменов и неспортсменов, а в группе спортсменов у лиц с разными показателями максимального потребления кислорода (МПК), максимальной ЧСС (ЧССмакс) и пульсового резерва (ЧССрз).

3. При работах одинаковой относительной аэробной мощности (с равным % от индивидуального МПК) различия в абсолютных показателях ЧСС (ЧССр или ЧССрп) у спортсменов и неспортсменов практически полностью определяются индивидуальными

величинами ЧСС_{макс} или ЧСС_{рз}. При расчете % МПК по ЧСС_р ($y = 0,707 \times x - 40,1$) или ЧСС_{рп} ($y = 0,714 \times x + 7,5$) среднеквадратические отклонения от фактического составляют соответственно $\pm 7,0\%$ и $\pm 6,7\%$ МПК.

4. При выполнении работ равной относительной аэробной мощности относительные пульсовые показатели у спортсменов и неспортсменов с разными показателями ЧСС_{макс} и ЧСС_{рз} практически одинаковы. При расчете % МПК по % ЧСС_{макс} ($y = 1,474 \times x - 48,7$) и ЧСС_{рп} ($\% \text{ МПК} = \text{ЧСС}_{рп} \times \text{ЧСС}_{рз}^{-1} \times 100\%$) стандартные отклонения составляют соответственно $\pm 4,7\%$ и $\pm 4,5\%$ МПК.

5. В процессе мышечной работы постоянной аэробной мощности с уровнем потребления кислорода более 50% от индивидуального МПК после нескольких минут быстрого увеличения частоты сердечных сокращений («вработывания») происходит относительно медленное равномерное повышение ЧСС – пульсовой «дрейфа», скорость и амплитуда которого находятся в прямой зависимости от интенсивности нагрузки.

6. При выполнении работ с одинаковой абсолютной нагрузкой (скоростью потребления кислорода) скорость и амплитуда пульсового «дрейфа» значительно выше у неспортсменов, чем у спортсменов. Однако в процессе равных относительных аэробных нагрузок (одинаковом % от МПК) среднегрупповые количественные характеристики пульсового «дрейфа» у людей с разной максимальной аэробной производительностью совпадают.

7. Скорость и амплитуда пульсового «дрейфа» находятся практически в прямолинейной связи с ЧСС, регистрируемой на 10-й мин нагрузки. При равной ЧСС на 10-й мин работы скорость пульсового «дрейфа» в среднем сходна у лиц с разным МПК (спортсменов и неспортсменов), а также при одинаковых субмаксимальных аэробных нагрузках с различным темпом педалирования (60 и 75 об/мин).

8. На протяжении первых 45-60 с восстановительного периода после работ большой аэробной мощности (более 55% МПК) уменьшение ЧСС примерно постоянно, не зависит от интенсивности работы и одинаково у людей с разной физической работоспособностью (МПК). В дальнейшем (на 2-10-й мин восстановления) снижение ЧСС находится в прямой зависимости от финальной рабочей ЧСС (мощности работы) и лишь несколько быстрее у спортсменов, чем у неспортсменов.

9. Наиболее высокая корреляционная связь между финальной рабочей ЧСС и ЧСС во время восстановления наблюдается в начальный послерабочий период (в пределах первых 30 с), далее эта связь ослабевает, причем тем быстрее и значительнее, чем выше мощность выполнявшейся работы (финальная рабочая ЧСС).

Практические рекомендации. Сравнительную оценку относительной физиологической нагрузки при выполнении спортсменами или неспортсменами мышечной работы разной аэробной мощности, а также продолжительных физических упражнений целесообразно осуществлять по относительным показателям частоты сердечных сокращений - % ЧСС_{макс} (т.е. рабочей ЧСС, выраженной в процентах от индивидуальной максимальной ЧСС) или ЧСС_{рп} (т.е. рабочему приросту ЧСС сверх частоты пульса в покое, представленному в процентах от пульсового резерва данного человека), обладающих практически одинаковыми диагностическими возможностями, достоверно более высокими, нежели абсолютные пульсовые показатели - рабочая ЧСС и рабочий прирост ЧСС сверх уровня в покое.

Пульсовую оценку физиологической нагрузки по ЧСС, регистрируемой в период восстановления (после работ преимущественно аэробного характера), следует осуществлять по данным, определенным в первые 10-20 с восстановления.

7. **Васенина Вера Геннадьевна.** В наличии автореферат. Тема диссертации: «**Физиологические особенности липидного обмена при физической работе различной мощности**», представленной на соискание ученой степени кандидата биологических наук по специальности 14.00.17 - нормальная физиология.

Работа выполнена во Всесоюзном научно-исследовательском институте физической культуры, г. Москва.

Защита состоялась **23 декабря 1986 г.** на заседании специализированного совета К 053.22.13 в Университете дружбы народов имени Патриса Лумумбы, г. Москва.

Научный руководитель:

доктор медицинских наук, профессор **Агаджанян Н.А.**

Цель работы. Изучение физиологической значимости показателей липидного обмена плазмы крови в оценке функциональных возможностей спортсменов различной квалификации при выполнении физической нагрузки в разных зонах мощности.

Актуальность работы. Одной из важных проблем, стоящих перед медико-биологической наукой, является глубокое познание физиологических и биохимических процессов жизнедеятельности организма в условиях повышенной мышечной активности.

Спортивная деятельность в биологическом аспекте представляет собой функциональное напряжение всего организма, направленное на достижение необходимого моторного эффекта. Высокая работоспособность при этом обеспечивается не только повышенным уровнем развития функциональных систем организма, но и их тонкой слаженной координацией.

Многочисленные исследования доказали, что физическая нагрузка оказывает благоприятное воздействие на системы кровообращения, дыхания, уменьшает воздействие факторов риска. Доказательством этому могут служить спортсмены, обладающие повышенной устойчивостью к действию различных экстремальных факторов внешней среды. Энергетическое обеспечение организма спортсменов при выполнении физических нагрузок - один из наиболее важных вопросов, требующих решения. При выполнении физических нагрузок различной мощности важное значение имеет энергообеспечение мышечной деятельности, в частности изменения в липидном обмене.

Установлено, что с повышением объёмов тренировочных нагрузок окисление липидов в энергообеспечении мышечной деятельности приобретает первостепенную роль, а именно, изменяется активация системы липаз, жировой ткани, печени и скелетной мускулатуры.

Однако изменения показателей липидного обмена в процессе спортивной деятельности при высокой степени адаптации к мышечным нагрузкам разной мощности изучены пока недостаточно. Тогда как для повышения спортивных результатов важно иметь представление об особенностях протекания липидного обмена с целью коррекции тренировочного процесса и дифференцированного распределения физической нагрузки в разные периоды годичного цикла подготовки спортсменов.

В связи с этим нам представляется весьма актуальным изучение изменений липидных метаболитов плазмы крови при физической нагрузке различной мощности, а также выявление наиболее эффективных показателей, характеризующих уровень работоспособности спортсменов. Это позволит расширить наши представления об одном из важнейших звеньев физиологических механизмов адаптации к физическим нагрузкам.

Результаты этих исследований особенно важны при подготовке высококвалифицированных спортсменов.

Научная новизна и теоретическая значимость работы. Исследование доказало, что базальный липидный состав плазмы крови коррелирует со стажем спортивной деятельности,

квалификацией, специализацией. У спортсменов в плазме крови обнаружен более высокий уровень α -липопротеидов (ЛПВП-липопротеидов высокой плотности), чем у лиц, не занимающихся спортом. Показатели содержания α -ЛП находились в прямой зависимости от уровня спортивной квалификации. Установлено, что реактивные изменения липидного состава плазмы крови зависят от интенсивности, мощности и продолжительности физической нагрузки. Высококвалифицированные спортсмены отличались стабильностью показателей липидного состава плазмы крови на всех этапах тренировочного процесса и соревновательных нагрузок. Адекватное использование возможностей организма в этот период, т.е. реализация реакций липидного обмена может способствовать улучшению спортивных достижений.

Практическая значимость результатов и пути их реализации. Полученные результаты свидетельствуют о возможности использования показателей липидного состава плазмы крови в качестве контроля за подготовкой спортсменов в процессе тренировки, при выполнении двигательных нагрузок различной мощности. На основании этих данных разработаны научно обоснованные критерии, которые могут быть применены при определении профиля спортивной ориентации и квалификационном прогнозе. В результате проведенных исследований имеется акт внедрения в работу команды по современному пятиборью.

Выводы.

1. Проведенные на различных группах обследуемых сравнительные исследования, позволяли установить зависимость изменения липидного состава плазмы крови от квалификации спортсменов, степени их подготовленности и специализации. Особенности фоновой гиперлипидемии находятся в зависимости от стажа спортивной деятельности. Для видов спорта, отличающихся монотонностью наиболее реактивными являются показатели уровня триацилглицеринов и эфиров холестерина в плазме крови.

2. Показано, что в состоянии относительного покоя уровень общих липидов у лиц, регулярно занимающихся спортом, в 1,2-2,5 раза выше, чем у обследованных контрольной группы, за счет увеличения содержания энергоёмких фракций: фосфолипидов, незатерифицированных жирных кислот, ди-, и триацилглицеринов, эфиров холестерина. Такая метаболическая стабильность гложет служить объективным критерием для оценки подготовленности спортсмена к соревновательным нагрузкам.

3. Установлено, что соревновательная нагрузка вызывает реактивные изменения липидного состава плазмы крови в зависимости от интенсивности, мощности и продолжительности мышечной деятельности. Для высококвалифицированных спортсменов характерна стабильность липидного состава крови, сложившаяся на этапах тренировочного процесса в зависимости от спортивной специализации.

4. У лиц, регулярно занимающиеся спортом, наблюдается повышенная лабильность - функциональная подвижность механизмов энергетической мобилизации организма, которое проявляется в «опережающей» реакции липидных метаболитов. Предстартовый «опережающий» эффект липидного обмена зависит от степени спортивной квалификации, стажа и может служить в качестве одного из тестов подготовленности спортсмена к соревновательным нагрузкам.

5. Спортивная деятельность, связанная с повышенной физической активностью способствует появлению более высокого уровня α -липопротеидов (в среднем в 2,1 раза больше по сравнению с контрольной группой). Содержание α -липопротеидов находится в прямой зависимости от уровня спортивной квалификации: для высококвалифицированных

спортсменов характерно повышенное содержание пре- β -липопротеидов в среднем в 1,2 раза больше, по сравнению с контрольной группой, а триацилглицеринов в 3,2 раза больше.

6. Наиболее общими показателями, отражающими подготовленность высококвалифицированных спортсменов к соревновательным нагрузкам, являются факторы холестеринового обмена (холестерин, эфиры холестерина, α -липопротеиды).

Практические рекомендации. Для оценки спортивной квалификации, готовности к выполнению особо мощных и продолжительных нагрузок наиболее информативными показателями могут быть факторы системы НЭЖК/ТГ (неэтерифицированные жирные кислоты, триацилглицерины, комплекс НЭЖК с альбумином, моно-, и диацилглицерины).

В качестве физиологических критериев адекватности двигательной деятельности высококвалифицированных спортсменов рекомендуется использовать данные липидного обмена в квалификационном прогнозе и при определении профиля спортивной ориентации.

8. **Сонькин Валентин Дмитриевич.** В наличии автореферат. Тема докторской диссертации: «**Энергетическое обеспечение мышечной деятельности школьников**», представленной на соискание ученой степени доктора биологических наук по специальности 03.00.13 – физиология человека и животных.

Работа выполнена в Научно-исследовательском институте физиологии детей и подростков Академии педагогических наук СССР, г. Москва.

Защита состоялась **11 декабря 1990 г.** на заседании специализированного совета ДО 18.01.01 в Научно-исследовательском институте физиологии детей и подростков АПН СССР, г. Москва.

Научный консультант:

доктор биологических наук, профессор **Корниенко И.А.**

Цель работы. Выявление важнейших этапов становления энергетического обеспечения мышечной деятельности в период от 7 до 17 лет и анализ тех физиологических механизмов, которые лежат в основе возрастного развития энергетики скелетных мышц. Это приблизит создание естественнонаучной базы теории развития важнейших двигательных качеств школьников - силы, быстроты и выносливости, а также позволит научно обосновать необходимые практические способы тестирования мышечной работоспособности в различных режимах работы для детей и подростков на отдельных этапах онтогенеза.

Объект исследования. Учащиеся I-X классов общеобразовательных школ г. Москвы.

Актуальность работы. Биоэнергетика мышечной деятельности, сложившаяся за последние 20 лет как самостоятельная отрасль физиологических знаний, выработала систему понятий, достаточно полно описывающих функциональные возможности и особенности их проявления в зависимости от возраста, уровня тренированности, врожденных свойств организма человека (P.-O. Astrand, K. Rodahl, 1977; Я.М. Коц, 1982; В.Л. Уткин, 1985). Начало этому направлению дал R. Margaria (1963), который сформулировал представление о трех источниках энергетического обеспечения мышечной деятельности: аэробном, анаэробно-гликолитическом и фосфагенном. В последующих работах были изучены параметры деятельности каждого из трех источников энергии (R. Margaria et al., 1964-1971, 1976; P. Cerretelli et al., 1967-1978; Н.И. Волков, 1969, 1974 и др.). Работами В. Issekutz (1960-1968); J. Karlsson (1965-1980); В. Saltin (1960-1982); В.А. Сакса (1981); И.А. Корниенко (1980); В.И. Демина (1983) и др. авторов была выяснена роль тканевых и регуляторных механизмов в обеспечении энергией сократительного аппарата скелетных мышц.

Изучению аэробного энергетического источника и его возрастных особенностей посвящено немало работ как отечественных, так и зарубежных авторов (S. Robinson, 1938; Г.О. Ефремов, 1949; P.-O. Astrand, 1952; И.М. Фрейдберг, 1954; Я.А. Эголинский, 1959; С.Б. Тихвинский, 1972; М. Machek J. Vavra, 1976; L. Andersen, 1977 и мн. др.). Возрастные особенности деятельности анаэробных источников исследованы фрагментарно. Со времени работ P.-O. Astrand (1952) известно, что максимальная концентрация молочной кислоты в крови у детей значительно ниже, чем у юношей и взрослых. В. Eriksson (1972) показал, что у подростков 12 лет резко увеличивается активность фосфофруктокиназы в ткани скелетных мышц. Тем не менее, остается неясной общая закономерность возрастных преобразований энергетики мышечной деятельности в период 7-17 лет, когда в организме происходят сложнейшие перестройки всех систем, что обусловлено неравномерностью роста и развития, протеканием пубертатных процессов, повышением двигательной подготовленности.

Знание основных закономерностей онтогенетических преобразований энергообеспечения мышечной деятельности необходимо для естественнонаучного обоснования теории развития двигательных качеств с учетом биологических особенностей каждого возрастного этапа (В.М. Зациорский, 1966; С.А. Косилов, 1973; В.С. Фарфель, 1976; В.П. Филин, Н.А. Фомин, 1980; М.Я. Набатникова и др., 1982; Л.Е. Любомирский, 1989).

Научная новизна. В работе представлены полученные впервые автором и получившие в дальнейшем подтверждения в научной литературе данные о гетерохронном созревании отдельных источников энергии для мышечной деятельности у детей и подростков школьного возраста. В частности показано, что развитие аэробного источника завершается, в основном, к возрасту 10-11 лет, т.е. до начала полового созревания. Пубертатный период сопровождается резким увеличением мощности и емкости анаэробных источников энергопродукции, достигающих расцвета только на последней, 5-й стадии полового созревания. Показано, что с возрастом увеличивается специфичность адаптивных реакций. Применительно к мышечной деятельности человека это положение подтверждено физиологическим анализом результатов педагогических экспериментов, проводившихся на уроках физического воспитания в общеобразовательной школе.

Научно-практическое значение работы. Состоит в разработке концепции возрастного развития энергетического обеспечения мышечной деятельности, основанной на анализе результатов собственных исследований автора и данных литературы. Возрастное изменение структуры энергообеспечения при выполнении физической работы приводит к необходимости систематизации имеющихся и разработке новых тестирующих процедур для оценки мышечной работоспособности с учетом области их применения и возрастных особенностей испытуемых. Перспективными направлениями здесь являются эргометрическое тестирование детей и подростков, учитывающее нелинейную зависимость предельного времени удержания нагрузки от ее мощности, а также использование пульсометрических восстановительных тестов, дающих информацию как об интенсивности нагрузки, так и о "физиологической стоимости" работы.

Выводы.

1. Весь комплекс полученных и проанализированных нами данных позволяет охарактеризовать следующие этапы развития энергетики мышечной деятельности у мальчиков школьного возраста:

1 этап - возраст от 7 до 9 лет - период поступательного развития всех механизмов энергетического обеспечения с преимуществом аэробных систем.

2 этап - возраст 9-10 лет - период "расцвета" аэробных возможностей; роль анаэробных механизмов мала.

3 этап - период от 10 до 12-13 лет - отсутствие приростов аэробных возможностей; умеренный прирост анаэробных возможностей; развитие фосфагенного и анаэробно-гликолитического механизмов протекает синхронно.

4 этап - возраст от 13 до 14 лет - существенный прирост аэробных возможностей; торможение прироста анаэробно-гликолитического механизма энергообеспечения; фосфагенный механизм развивается пропорционально увеличению массы тела.

5 этап - возраст 14-15 лет - прекращение роста аэробных возможностей, резкое увеличение емкости анаэробно-гликолитического процесса; развитие фосфагенного механизма по-прежнему пропорционально увеличению массы тела.

6 этап - период от 15 до 17 лет - аэробные возможности растут пропорционально массе тела; продолжают быстро нарастать анаэробно-гликолитические возможности; значительно ускоряется развитие механизмов фосфагенной энергопродукции; завершается формирование дефинитивной структуры энергообеспечения мышечной деятельности.

2. Выявлены этапы в динамике роста и развития скелетных мышц мальчиков школьного возраста:

1 этап (8-10 лет) характеризуется синхронизацией изменений темпов роста массы тела и скелетных мышц;

2 этап (10-14 лет) характеризуется асинхронностью темпов роста мышц верхних и нижних конечностей;

3 этап (15-17 лет) характеризуется синхронией ростовых процессов, а период 16-17 лет - торможением роста мышц конечностей.

3. Возрастные изменения эффективности вегетативных функций организма, обеспечивающих снабжение работающих мышц кислородом, сравнительно невелики и не способны объяснить многократное увеличение рабочих возможностей в период от 7 до 17 лет.

4. Эргометрическая модель зависимости "мощность-время" Muller дает возможность с помощью простейших методов исследования достаточно точно оценивать реальные сдвиги в работоспособности организма. Показано, что с возрастом происходит значительное расширение диапазона доступных человеку нагрузок, причем наибольший прирост отмечен в зоне субмаксимальной мощности, где энергообеспечение определяется возможностями анаэробно-гликолитического энергетического процесса. Емкость энергетических систем в период от 7 до 17 лет увеличивается в десятки раз, особенно сильно - на этапе завершения пубертатных перестроек. Это может быть связано с влиянием половых гормонов на скелетные мышцы и другие ткани организма.

5. "Физиологическая стоимость" одинаковой по удельной мощности физической работы с возрастом снижается, особенно значительно в зоне большой мощности. Это отражает расширение функционального диапазона и обеспечивает повышение эффективности адаптивных реакций организма.

6. Характер и степень взаимосогласованности вегетативных функций является существенным фактором, ограничивающим потенциальную емкость энергетических источников (особенно аэробного) при длительной напряженной мышечной работе. В период от 10 до 17 лет происходят неоднозначные изменения степени согласованности реакций вегетативных систем на нагрузку. Наибольшее разнообразие реакций отмечается в возрасте 11 лет, самая высокая однотипность реакций - в возрасте 14 лет. Взрослый тип регуляции вегетативных функций при мышечной работе характеризуется увеличивающимся

однообразием реакций по мере нарастания мощности нагрузки. В восстановительном периоде самым напряженным моментом являются 3-5 минуты релаксации, что можно связать с наиболее выраженным отклонением в составе внутренней среды организма.

7. Сопоставление рабочих возможностей и вегетативных реакций при работе верхними и нижними конечностями показали, что удельные (на 1 кг массы работающих скелетных мышц) показатели энергообеспечения мало различаются при этих двух моделях нагрузки. Общая работоспособность мышц рук с возрастом увеличивается медленней, чем таковая мышц ног. В результате, если до периода полового созревания мышцы рук оказываются более развитыми, чем мышцы ног, то по его завершении удельные рабочие возможности мышц рук становятся несколько ниже. Экономичность работы выше при работе ногами, что может быть связано с особенностями регуляции движений конечностей.

Предложена линейная математическая модель кислородного снабжения при работе верхними и нижними конечностями, согласно которой: 1) при работе руками скорость нарастания метаболизма внутренних органов по мере увеличения мощности внешней механической работы значительно выше, чем при работе ногами; 2) при работе ногами скорость нарастания метаболизма внутренних органов выше (при возрастании мощности нагрузки) у юношей по сравнению с детьми.

8. Выявлены особенности энергетического обеспечения организма девочек и девушек при циклической мышечной работе. В младшем школьном возрасте эти различия не носят принципиального характера и касаются только несколько более низкой эффективности вегетативных функций девочек. В подростковом и юношеском возрасте выявлен крайне низкий уровень развития энергетики скелетных мышц девушек, особенно - мышц ног. При этом можно полагать, что ограничение двигательных возможностей девушек лежит, главным образом, в области регуляции физиологических функций. По-видимому, именно низкая тренированность девушек обуславливает существенное их отставание от юношей в уровне работоспособности.

9. Выявлены возрастные особенности адаптации детей школьного возраста к мышечной деятельности, связанные с особенностями энергетического обеспечения на различных этапах онтогенеза. Главным механизмом расширения физических возможностей детей младшего возраста является увеличение эффективности работы вегетативных систем. В начале периода полового созревания, когда происходит интенсивное развитие анаэробных энергетических систем, наиболее эффективно для повышения работоспособности педагогическое воздействие в виде анаэробных (силовых и скоростно-силовых) нагрузок. В возрасте 14 лет, когда отмечается временное увеличение аэробной производительности школьников, целесообразно повышать долю нагрузок аэробного характера в структуре педагогического воздействия. В юношеском возрасте необходимо соразмерное сочетание нагрузок аэробного, анаэробного и смешанного характера, обеспечивающее комплексное развитие тех двигательных качеств учащихся, которые обусловлены развитием энергетического обеспечения.

Практические рекомендации. Предложены новые способы оценки мышечной работоспособности детей и подростков. Один из них, базирующийся на нелинейной зависимости предельного времени работы от ее мощности, позволяет на основании простых эргометрических измерений характеризовать работоспособность во всем диапазоне доступных человеку нагрузок. Другой способ, основанный на измерении частоты сокращений сердца в восстановительном периоде после работы большой, субмаксимальной или максимальной мощности, позволяет оценивать "физиологическую стоимость" работы, а также может служить

надежным индикатором интенсивности работы в тех случаях, когда она выходит из диапазона линейной зависимости ЧСС от мощности нагрузки.

9. **Беляев Федор Павлович.** В наличии автореферат и диссертация. Тема диссертации: «**Особенности функциональной гиперемии в тренированных на выносливость скелетных мышцах человека**», представленной на соискание ученой степени кандидата медицинских наук по специальности 14.00.17 - нормальная физиология.

Работа выполнена на кафедре физиологии Государственного Центрального ордена Ленина института физической культуры, г. Москва.

Защита состоялась «__» _____ 1992 г. на заседании специализированного совета К 053.22.13 в Российском университете дружбы народов, г. Москва.

Научный руководитель:

доктор медицинских наук, профессор **Тхоревский В.И.**

Цель работы. Изучение механизмов изменения кровообращения в скелетных мышцах человека под влиянием тренировки аэробной выносливости, направленных на увеличение доставки кислорода к работающим мышечным клеткам, ускорение выведения продуктов метаболизма во время и после работы и, следовательно, повышение работоспособности.

Актуальность работы. Кровоснабжение скелетных мышц во время работы определяет скорость доставки к ним кислорода и эффективность выведения из мышцы продуктов метаболизма. Следовательно, уровень мышечного кровотока должен оказывать достаточно сильное влияние на физическую работоспособность как отдельных мышц, так и организма в целом. Тем не менее, представляя, несомненно, большой практический и теоретический интерес, зависимость работоспособности человека от уровня кровоснабжения активных мышц изучена недостаточно. Весьма неполны, а порой и противоречивы данные о физиологических механизмах изменений кровоснабжения скелетных мышц в процессе долговременной адаптации к физическим нагрузкам, а также о взаимосвязи изменений мышечного кровотока и структурно-функциональных сдвигов, происходящих в тренируемой мышце. В то же время без ответа на эти вопросы трудно понять механизмы, лежащие в основе повышения физической работоспособности у спортсменов, тренирующих выносливость.

Подавляющее число исследований кровоснабжения скелетных мышц посвящено другим, не связанным с физической работоспособностью проблемам. Основные усилия специалистов в этой области были направлены на изучение кровоснабжения мышц при различных режимах их функциональной активности. Механизмов функциональной гиперемии, динамики рабочей гиперемии и других схожих проблем.

Научная новизна и теоретическая значимость работы. Полученные в работе ранее не известные данные о характере изменения кровоснабжения скелетных мышц человека под влиянием тренировки выносливости, позволили расширить представления о механизмах, способствующих повышению физической работоспособности человека при аэробной тренировке. Показано, что такая тренировка приводит к увеличению кровоснабжения активных мышц вследствие более выраженного снижения сопротивления артериальных сосудов во время сокращения и повышения эффективности функционирования капиллярной сети мышц; увеличивает скорость спада кровотока в мышцах после статической работы; ускоряет развитие функциональной гиперемии в начале мышечной работы.

Важной отличительной чертой проведенного исследования является то, что все данные получены после работы, которая являлась одинаковой для тренированных и нетренированных

испытуемых как по абсолютной, так и относительной величине производимого мышечного усилия.

Полученные данные дают основание полагать, что улучшение кровоснабжения скелетных мышц в процессе тренировки выносливости происходит, главным образом, вследствие увеличения тока крови к мышечным волокнам II типа не столько в результате роста новых капилляров, сколько благодаря раскрытию резервных.

Практическая значимость результатов и пути их реализации. Результаты исследований показали, что максимальные величины кровотока в голени и скорость его спада после статической нагрузки в 40% от максимальной произвольной силы, а также динамика функциональной гиперемии в начале мышечной работы могут быть использованы в качестве критериев оценки аэробной работоспособности человека.

В работе применена принципиально новая методика (авторское свидетельство на изобретение "Способ измерения мышечного кровотока конечности" № 1651854 от 11 июля 1988 г.), позволяющая измерять кровотоки в отдельных мышцах человека.

Материалы исследований включены в учебную программу по физиологии для институтов физической культуры.

Выводы.

1. Чем выше аэробная выносливость человека, тем больше возрастает кровотоки в мышцах после любых дозированных статических нагрузок. В большей степени эта закономерность проявляется при нагрузках высокой интенсивности. Увеличение кровоснабжения работающих мышц связано с повышением предельных возможностей сосудистой сети скелетных мышц снижать сопротивление току крови.

2. Снижение сопротивления сосудов в тренированных на выносливость мышцах и увеличение их кровоснабжения в начале работы происходит с большей скоростью, чем в нетренированных.

3. Улучшение кровоснабжения мышцы в процессе тренировки выносливости происходит, главным образом, благодаря увеличению тока крови к мышечным волокнам II типа. Повышение кровоснабжения этого типа волокон возникает не столько в результате роста новых капилляров, сколько благодаря раскрытию резервных. Образование новых капилляров, вероятнее всего, имеет место в участках преимущественного расположения медленных мышечных волокон I типа.

4. Характерной особенностью постконтракционной гиперемии в тренированных мышцах после статических нагрузок с усилиями свыше 20% от МПС является большая скорость снижения кровотока. Этот эффект наблюдается на участке периода восстановления, где скорость его спада у всех лиц наибольшая. Механизмы, приводящие к ускорению спада кровотока, проявляют себя уже после 8 недель аэробной тренировки. Можно думать, что они связаны с лучшими условиями кровоснабжения работающих мышц и, следовательно, с большей скоростью удаления из них продуктов метаболизма.

5. Увеличение пропускной способности артериальных сосудов мышц в процессе тренировки выносливости наряду с возрастанием капилляризации мышц и более эффективным использованием существующей капиллярной сети способствует усилению доставки кислорода ко всем типам мышечных волокон и повышению их работоспособности.

6. Процессы доставки кислорода к активным мышечным волокнам и его утилизация тесно связаны с кровоснабжением работающих мышц. Об этом говорит наличие достоверной корреляционной зависимости между предельными величинами мышечного кровотока и

минимальным сопротивлением в голени, с одной стороны, и показателями порога анаэробного обмена спортсменов - с другой.

Практические рекомендации. Максимальные величины кровотока в голени и скорость его спада после статической нагрузки в 40% от МПС, а также динамика функциональной гиперемии в начале мышечной работы могут быть использованы в качестве критериев оценки аэробной работоспособности человека.

10. **Виноградова Ольга Леонидовна.** В наличии диссертация и автореферат. Тема докторской диссертации: «**Влияние исходного уровня углеводов и доступности жиров на энергетический метаболизм и работоспособность**», представленной на соискание ученой степени доктора биологических наук по специальности 03.00.13 – физиология человека и животных.

Работа выполнена на кафедре физиологии Государственного центрального ордена Ленина института физической культуры, г. Москва.

Научный консультант:

Защита состоялась «__» _____ 1992 г. на заседании специализированного совета Д 053.05.35 по присуждению ученой степени доктора биологических наук в Московском государственном университете им. М.В. Ломоносова, биологический факультет, г. Москва.

Цель работы. Состояла в изучении влияния изменений исходного уровня и доступности субстратов, а также возможностей устранения продуктов метаболизма на энергетическое обеспечение и работоспособность при работах разной интенсивности у человека. Изменение доступности субстратов вызывалось искусственно с помощью диетологических и фармакологических воздействий или достигалось естественным путем в процессе специально подобранных режимов ежедневной тренировочной деятельности или повторного выполнения супрамаксимальной работы в одном тренировочном занятии. Ускорения устранения из работающих мышц продуктов анаэробного метаболизма добивались с помощью искусственного повышения предробочих буферных ресурсов.

Актуальность работы. Физиологические закономерности энергетического метаболизма и его влияния на физическую работоспособность - одна из важных проблем физиологии труда и спорта. В связи со значительными различиями в метаболическом обеспечении, пути решения этой проблемы существенно различаются при работе разной интенсивности. Особый интерес представляет диапазон интенсивностей от субмаксимальной аэробной с потреблением кислорода около 70% от максимального потребления кислорода (МПК) до супрамаксимальной с кислородным запросом порядка 120% от МПК. В последнее время в решении проблемы метаболического обеспечения работы достигнуты значительные теоретические и практические успехи. Это оказалось возможным за счет методических подходов, состоящих в направленном воздействии на содержание и доступность энергетических субстратов и на процесс удаления продуктов метаболизма. В частности, разработан способ повышения углеводных ресурсов организма - углеводное насыщение - состоящий из комбинации истощающей углеводные ресурсы работы и последующего обогащенного углеводами пищевого рациона (Bergstrom, Hultman, 1967). Установлено, что применение углеводного насыщения ведет к усилению рабочего расхода углеводов при снижении расхода жиров и к повышению работоспособности при выполнении субмаксимальной аэробной работы относительно невысокой мощности (Bergstrom et al., 1967; Karlsson, Saltin, 1971; Bewer et al., 1988; Roberts et al., 1988). Существуют приемы для того, чтобы вызвать противоположный эффект - усиление рабочего использования

жиров на фоне снижения расхода углеводов. Это, прежде всего, тренировочные нагрузки, развивающие выносливость (см. обзор Booth, Thomason, 1991), а также некоторые диетологические и фармакологические манипуляции, усиливающие мобилизацию жиров: снижение предрабочих углеводных ресурсов (Jansson, 1980), применение кофеина, вызывающего активацию липолиза в жировой и мышечной ткани, или комбинации жирового завтрака с последующим введением гепарина, приводящей к повышению уровня свободных жирных кислот (СЖК) в крови (Costill et al., 1977, 1978). По некоторым сообщениям (Costill et al., 1979; Ivy et al., 1979; Berglund, Hemmingsson, 1982) эти воздействия повышают субмаксимальную аэробную работоспособность, однако есть и противоположные данные.

Следует отметить, что метаболические и эргогенные эффекты активации жирового обмена изучены еще не достаточно. Остаются открытыми и некоторые вопросы, связанные с углеводным насыщением, в частности, факторы, влияющие на суперкомпенсацию. Не вполне ясно, какова "зона эффективного действия" углеводного насыщения, т.е. при каких интенсивностях работы проявляется его эргогенный эффект. Не понятен механизм реализации углеводного насыщения на уровне отдельного мышечного волокна - в каких волокнах идет накопление гликогена и насколько эффективно используются увеличенные запасы гликогена при работе. Имеются многочисленные указания на то, что в мышце между углеводным и жировым звеньями энергетического метаболизма существуют реципрокные взаимоотношения (Rennie et al., 1976; Ashour, Hansford, 1983; Newsholme, Leech, 1983). Поэтому для понимания регуляции соотношения используемых при работе углеводов и жиров особый интерес представляет изучение эффектов одновременной активации углеводного и жирового обмена.

Использование углеводных источников энергообеспечения (мышечного гликогена) с повышением интенсивности работы увеличивается (Saltin, Karlsson, 1971), причем все большая часть гликогена расходуется в анаэробном гликогенолизе, что приводит к драматическому накоплению кислых продуктов метаболизма в работающих мышцах и крови (Hermansen et al., 1975; Sahlin, 1978; Tesch, Karlsson, 1984). Для нагрузок с кислородным запросом выше максимального вопрос о влиянии изменения исходного уровня мышечного гликогена на работоспособность и метаболическое обеспечение работы далеко не ясен. Совершенно не исследована возможность одновременного увеличения уровня гликогена и ускорения устранения из работающих мышц продуктов анаэробного метаболизма.

Научная новизна и теоретическая значимость работы. При изучении различных воздействий на доступность субстратов и характер энергетического метаболизма при работе обнаружен ряд новых фактов, подтверждающих высокую лабильность этих показателей и выявляющих ведущую роль субстратного фактора в регуляции уровня мышечного гликогена и субстратно-энергетического обеспечения работы. Сопоставление изменений в характере расхода гликогена после углеводного насыщения при работе разной интенсивности в мышечных волокнах двух типов позволило выявить зависимость этих изменений от степени предрабочего прироста содержания гликогена и от мощности выполняемой работы. При субмаксимальной аэробной работе прироста расхода в волокнах обоих типов оказываются пропорциональными приростам предрабочего содержания, а при работе с кислородным запросом выше максимального значительно увеличивается расход в мышечных волокнах I типа. Биохимические данные по сравнению общего потока через гликогенолиз и образования лактата в условиях повышенного или пониженного исходного содержания гликогена свидетельствует о том, что изменения в рабочем расходе гликогена при работе с кислородным запросом выше максимального идут в основном за счет аэробного компонента.

Впервые показано, что при одновременном увеличении углеводных и буферных ресурсов организма происходит усиление как аэробного, так и анаэробного распада гликогена в работающих мышцах.

Доказано, что в результате комбинированного применения воздействий, направленных на активацию углеводного и жирового метаболизма, происходит взаимное торможение метаболических эффектов каждого из воздействий. С другой стороны, при одновременном применении двух воздействий, активирующих липидный метаболизм, возникает более значительное усиление утилизации липидов, чем при изолированном применении каждого из этих воздействий.

Обнаружено, что используемые воздействия обладают эргогенным эффектом, причем при комбинированном применении двух воздействий можно добиться аддитивного эффекта.

Расширены представления об изменениях углеводно-жирового баланса в процессе тренировки. Продемонстрирован один из принципиально возможных путей инициации изменений в энергообеспечении субмаксимальной аэробной работы - увеличения вклада жиров - возникающих в процессе длительной тренировки выносливости. Показано, что уменьшение углеводных ресурсов, вызванное интенсивными ежедневными занятиями в недельном тренировочном цикле, ведет к увеличению доли жиров и, соответственно, уменьшению доли углеводов в энергообеспечении субмаксимальной аэробной работы, тем более выраженному, чем меньше интенсивность тестовой работы.

Практическая значимость результатов и пути их реализации. На основании обнаруженных связей работоспособности с субстратно-энергетическим обеспечением работы предложен комплекс методов для повышения спортивной работоспособности в широком диапазоне интенсивностей - при работе с кислородным запросом от 65-70% МПК до 120-130% МПК и предельным временем от нескольких десятков минут до одной-двух минут. Различные элементы этого комплекса могут найти применение для ускорения восстановления спортсменов, а также при решении некоторых задач оздоровительной физкультуры. Комплекс методов описан в двух методических письмах и оформлен как изобретение. Предлагаемые методы внедрены в подготовку высококвалифицированных легкоатлетов, лыжников, велосипедистов.

Заключение. В настоящем исследовании продемонстрированы широкие возможности воздействия на субстратно-энергетическое обеспечение работы с помощью изменения исходного уровня и доступности субстратов и устранения метаболитов энергетического обмена. Кроме того, зарегистрированы параллельно возникающие положительные изменения работоспособности при "оптимизации" энергетического метаболизма по одному или нескольким параметрам. Эти результаты, а также литературные данные, свидетельствующие об отрицательных изменениях работоспособности при применении воздействий, усугубляющих неблагоприятные изменения в метаболическом обеспечении работы, - уменьшение углеводных ресурсов перед работой, ацидотический сдвиг и т. п. (Озолина, 1985; Greenhaff et al. , 1986, 1988) - свидетельствуют в пользу положения о существовании причинной связи между изменениями метаболического обеспечения работы и эргогенными эффектами. Принятие этого положения позволяет внести некоторые уточнения в представления о метаболических факторах, лимитирующих выполнение работы разной интенсивности.

К настоящему времени в литературе сформировалось мнение, что для субмаксимальной работы лимитирующим работоспособность фактором является резкое снижение уровня гликогена в работающих мышцах. Полученные результаты свидетельствуют, что речь должна

идти не о полном истощении запаса гликогена, а о критическом уровне снижения его концентрации. Возникает вопрос, почему уменьшение концентрации гликогена в рабочих мышцах ведет к отказу от работы. Имеющиеся на сегодняшний день данные позволяют предположить, что наиболее вероятным связующим звеном между содержанием гликогена в мышце и суб- и околомаксимальной аэробной работоспособностью является образование восстановительных эквивалентов, используемых в митохондриальном дыхании (Connett et al., 1984, 1988).

В настоящем исследовании для ограничения избыточного расхода гликогена использовали активаторы липолиза. При этом получены данные, которые можно рассматривать как довод в пользу представления о существовании реципрокных взаимоотношений между углеводным и жировым звеньями энергетического метаболизма в мышце при работе.

При работе с кислородным запросом выше максимального исходные запасы гликогена как будто не имеют лимитирующего значения, поскольку их увеличение не сопровождается повышением работоспособности. С другой стороны, наиболее эффективным средством повышения супрамаксимальной работоспособности оказывается одновременное применение воздействий, повышающих предрбочий уровень углеводных и буферных запасов. Некоторые косвенные данные указывают, что действующей причиной повышения буферных резервов может быть благоприятное изменение внутриклеточного рН. Таким образом, создается впечатление, что для высокоинтенсивной работы именно синергический эффект понижения внутриклеточного рН и недостатка субстрата может являться причиной отказа от работы.

Возникающее вследствие увеличения предрбочих запасов гликогена его усиленное рабочее расходование может по-разному проявляться в разных условиях, в той или иной степени затрагивая аэробный и анаэробный пути расщепления. Предполагается, что оба варианта изменения гликолиза могут реализовываться на уровне пируватдегидрогеназного комплекса, достаточно чувствительного к метаболическим и гормональным влияниям (Hennig et al., 1975; Berger et al., 1976; Mandarino et al., 1987; Kelley et al., 1990).

Подытоживая полученные результаты, следует признать, что существуют достаточно широкие возможности повышения спортивной работоспособности с помощью направленного воздействия на субстратно-энергетическое обеспечение мышечной деятельности. Увеличения работоспособности в упражнениях выносливостного характера удастся добиться как путем предрбочего увеличения углеводных ресурсов, так и с помощью мобилизации жировых запасов. Причем в зависимости от используемых в энергообеспечении работы данной интенсивности энергосубстратов повышения работоспособности удастся добиться с помощью мобилизации жировых запасов (в наиболее длительных упражнениях), или увеличения предрбочих углеводных ресурсов. С точки зрения эффективности активация углеводного обмена является предпочтительной. Наибольшего увеличения работоспособности в циклических видах спорта значительной продолжительности удастся добиться при одновременной активации обоих метаболических путей. В видах спорта со значительным накоплением кислых продуктов метаболизма повышения работоспособности можно добиться с помощью применения буферов, но наиболее эффективным средством повышения работоспособности при высокоинтенсивной работе является сочетанное повышение углеводных и буферных резервов организма.

Выводы.

1. Субстратный фактор играет ведущую роль в регуляции уровня мышечного гликогена, в характере метаболического обеспечения работы, в его изменении в процессе тренировки.

Так, наиболее быстрый ресинтез мышечного гликогена в процессе углеводного насыщения приходится на период пониженной чувствительности периферических тканей к инсулину.

2. Суперкомпенсация гликогена в работавших мышцах не зависит от типа и интенсивности истощающей работы. Для данного мышечного волокна величина послерабочего перевосстановления зависит от того, какая часть субстрата (относительно исходного уровня) израсходована. Прирост уровня гликогена над исходным уровнем в мышечных волокнах обоих типов примерно одинаков.

3. Повышение предрбочего содержания гликогена в мышцах приводит к "углеводному сдвигу" в энергообеспечении работы, тем более выраженному, чем выше интенсивность работы. Снижение уровня мышечного гликогена ведет к "жировому сдвигу" в энергообеспечении работы. В случае непрерывной аэробной работы "жировой сдвиг" тем выраженнее, чем меньше интенсивность тестовой работы.

4. Зависимость рабочего расхода гликогена от его исходного содержания по-разному проявляется в мышцах разного состава и при разных интенсивностях работы. В частности, при работе с кислородным запросом выше максимального изменение рабочего расхода гликогена идет по аэробному пути и преимущественно в волокнах первого типа. При одновременном увеличении углеводных и буферных резервов организма характер метаболического обеспечения работы предполагает активацию и аэробного и анаэробного расхода гликогена в рабочих мышцах.

5. В результате комбинированного применения воздействий, направленных на активацию углеводного и жирового метаболизма, происходит взаимное торможение метаболических эффектов каждого из воздействий.

6. При одновременном применении двух активаторов жирового обмена возникает более значительное усиление утилизации липидов, чем при изолированном применении одного из этих воздействий.

7. Выполнение глобальной циклической работы на фоне углеводного насыщения приводит к значительному повышению работоспособности при работе с кислородным запросом ниже или на уровне максимального. При кислородном запросе выше максимального повышения работоспособности удастся добиться одновременным применением углеводного насыщения и алкаемии. Комбинированное применение углеводного насыщения с кофеином или гепарином после жирового завтрака вызывает аддитивный эргогенный эффект при субмаксимальной аэробной работе. Предполагается, что в основе эргогенных эффектов лежат описанные изменения метаболического обеспечения работы.

8. На основе анализа литературных данных и собственных результатов предложена система мер повышения спортивной работоспособности через воздействие на субстратно-энергетическое обеспечение работы в широком диапазоне интенсивностей (предельных продолжительностей).

11. **Захарьева Наталья Николаевна**. В наличии диссертация. Тема докторской диссертации: «**Системные механизмы регуляции гомеостатических функций почек при приобретенных нефритах у детей школьного возраста**», представленной на соискание ученой степени доктора медицинских наук по специальностям 14.00.09 – педиатрия и 03.00.13 - физиология.

Работа выполнена на .

Защита состоялась « ___ » _____ 2004 г. на заседании докторского диссертационного совета в.

Научные руководители:

заслуженный деятель наук РФ, доктор медицинских наук, профессор **Сергеева К.М.**

академик Международной академии наук, доктор медицинских наук, профессор

Гавриков К.В.

Актуальность работы. Детская нефрология является одним из приоритетных направлений педиатрии в связи с большой распространенностью заболеваний органов мочевой системы и высокой инвалидизацией детей (Игнатова М.С., Царегородцев А.Д., 2001), что требует разработки новых методических подходов в оценке функционального состояния почек и прогноза заболеваний (Маковецкая Г.А., Гасилина Е.С., 2001). Многообразие клинического течения различных нозологических форм нефритов определяет интерес к изучению механизмов интегральной регуляции деятельности почек. Многие аспекты данной проблемы изучены недостаточно.

Почки - важнейший структурный и функциональный элемент в системе гомеостаза - системе саморегулирующегося процесса поддержания, постоянства внутренней среды организма, что определяется многообразием их функций. Это многообразие обеспечивается сложными процессами ультрафильтрации крови и транспорта мочи, метаболическими процессами в тканях, синтезом гормонов и биологически активных веществ, авторегуляцией дифференцированного почечного кровотока, механизмами нервной регуляции функций почек (Наточин Ю.В., 1982, 1995; Игнатова М.С., Вельтищев Ю.Е., 1982; Тареева И.Е., 1995; В.В. Серов, 1995; Д.А. Шейман, 2001).

Регуляция деятельности почек является «интегративным» понятием. Она определяется, во-первых, комплексом механизмов, обеспечивающих сохранение физиологического гомеостаза. Во-вторых, является фактором модулирующим - способствующим или препятствующим проявлению конечных эффектов регуляции. В связи с этим физиологический уровень деятельности почек не может быть определен величиной какого-либо отдельно взятого параметра.

Вместе с тем, показатели гомеостаза, обеспечивающие разные стороны метаболических процессов, выступают в качестве полезных приспособительных результатов, формирующих функциональные системы (ФС) и подсистемы организма (Судаков К.В., 1988). Однако, до настоящего времени единичны работы, посвященные изучению закономерностей и механизмов организации внутри- и межсистемного взаимодействия гомеостатических функциональных систем (ГФС) при нефритах у детей. Они касаются только аспектов адаптации в отношении здоровых детей и подростков (Глазачев О.С., 1988, 1997).

Вместе с тем, еще Анохин П.К. (1937, 1969, 1975) писал, что для сохранения на уровне высокой надежности функциональных систем, служащих поддержанию жизни здорового человека, внимание исследователей должно быть направлено на вскрытие механизмов устойчивости нормальной функции организма методами системного представления о всех видах деятельности человека в целом. Теория функциональных систем Анохина П.К. способствует пониманию, каким образом организм с помощью механизмов саморегуляции поддерживает те или иные жизненно важные показатели, как эти отдельные процессы происходят в нормальных и экстремальных условиях. Как показал Судаков К.В. (1996, 1997), основные постулаты общей теории функциональных систем, такие как принципы избирательного созревания, иерархического и мультипараметрического взаимодействия функциональных систем в целом организме, позволяют определить механизмы компенсации нарушенных функций, звенья саморегуляции функциональных систем, обеспечивающих

гомеостазис, и вплотную подойти к проблемам системной реабилитации физиологических функций у детей (Глазачев О.С., 1997).

Развитие системного подхода для решения различных вопросов медицинской науки открыло новые перспективы для клинической медицины. Однако, в основном, это касается изучения механизмов регуляции системного и регионарного кровообращения (Гавриков К.Б., 1993; Никитин С.А., 1991; Осадшая Л.Б., 1997; Степанова О.Б., 1986, Лифанова Е.В., 1990; Исупов И.Б., 1996). В значительной степени этому способствует широкое внедрение новых методик и приемов анализа физиологической информации (Вайнштейн Г.Б., Горохов К.А., Кириченко Л.М. и др., 1978). Применение средств вычислительной техники позволяет проводить многоуровневый количественно-качественный анализ многообразия функциональных параметров (Соколова И.Б. с соавт., 1987, Никитин С.А., 1991).

В настоящее время в практической медицине широко используются представления о типах вегетативной регуляции организма человека и типах его системной гемодинамики (Гавриков К.Б., Глазачев О.С., 1988; Гавриков К.Б., 1993). В ряде работ доказано наличие взаимообусловленности между типами вегетативных регуляций и типами системной кардиогемодинамики (Лифанова Е.В., 1989; Осипов А.В., 1996; Гавриков К.Б., Глазачев О.С., 1988; Кириченко М.Н., 1995). Изучены особенности соотношений типов кровообращения в онтогенезе человека (Осадшая Л.Б., 1997), типологические характеристики системного и регионарного (церебрального) кровотока (Исупов И.Б., 2001).

Вместе с тем, закономерности формирования «эффекторного интеграла» ведущих функциональных систем, обеспечивающих гомеостазис при патологических состояниях у детей, их индивидуально-типологические особенности с учетом заболевания мочевой системы до настоящего времени не исследовались. В этом аспекте существенное значение приобретает анализ индивидуально-типологических особенностей функций почек в зависимости от вегетативного обеспечения при разных формах приобретенных нефритов. С позиций системного анализа не изучены вопросы эффекторной организации функций почек при различных нозологических формах приобретенных нефритов с учетом их многокомпонентного внутрисистемного взаимодействия.

В прогрессировании течения нефрита показана существенная роль иммунных (Тареева И.Е., 1996; Сенцова Т.Б., 1997; Курилова Е.В., 1998), инфекционных (Шишкин А.Н., 2000; Длин В.В. с соавт., 2002; Lin C.Y., 1991; Couser W.G., 1999), метаболических (Неверов Н.И., 1991; Ситникова В.П. с соавт., 1991; Сергеева К.М., 2000; Маковецкая Г.А., с соавт., 2002), гемодинамических (Тареева И.Е. с соавт., 1998), гемокоагуляционных (Мовчан Е.А. с соавт., 2001), уродинамических (Папаян А.В. с соавт., 1998), гиперфильтрационных (Кутырина И.М. с соавт., 1992) факторов, иерархия которых в течение болезни может меняться (Сура В.В. с соавт., 1998).

Однако, не исследована структура организации иерархического взаимодействия функций почек с функциональными системами иммунной системы, гемостаза, кроветворения при различной типологической организации системного кровообращения и вегетативного баланса в условиях приобретенных нефритов. Не исследованы возможности прогнозирования развития хронического течения заболевания с учетом исходной типологической организации вегетативного гомеостаза и системного кровообращения.

Не удалось встретить комплексных работ, посвященных анализу указанных системных механизмов, обеспечивающих сохранение гомеостаза в условиях развития приобретенного нефрита у детей. Вместе с тем, решение этого вопроса является важным для обоснования прогноза и реабилитации больных нефритами.

Цель работы. Определение системных механизмов организации взаимодействия регуляции функций почек, вегетативного гомеостаза, ведущих систем гомеостаза (кровообращения, мочеобразования, гемостаза, кроветворения, иммунитета); оценка характера типологических реакций системной организации функций почек в зависимости от типа вегетативных регуляций и влияния на течение и прогноз при нефритах у детей школьного возраста.

Научная новизна. В работе впервые проведен сравнительный системный анализ особенностей взаимодействия функциональных систем гомеостатического уровня у детей с гломерулонефритом, тубулоинтерстициальным нефритом, пиелонефритом. Установлено, что в основе прогностически неблагоприятных функциональных сдвигов почек при всех формах приобретенных нефритов лежат изменения мультиэффекторных отношений функциональных систем, изменение «жесткости» корреляционных связей, сочетание высокого уровня «жесткости» с уменьшением «плотности» взаимосвязей, что свидетельствует о сужении адаптационных возможностей системы.

Показано, что характер мультиэффекторного взаимодействия изученных функциональных систем имеет устойчивые индивидуально-типологические особенности, сохраняющиеся на всем протяжении болезни.

Продемонстрирована структура системогенеза (гетерохрония, консолидация) саморегуляции мочевой системы.

Характер перестроек механизмов регуляции функциональных систем зависит от индивидуально-типологических особенностей ребенка. Установлено, что наименее адаптивным является симпатико-тонический тип вегетативных регуляций, определяющий и менее благоприятный прогноз на восстановление функций почек.

Установлено, что при условии сохранения почечного гомеостаза на физиологическом уровне индивидуально-типологические особенности взаимосвязей функциональных систем, определяющие дезорганизацию функций почек, максимально выражены при гломерулонефрите и тубулоинтерстициальном нефрите. У больных с пиелонефритом механизмы взаимодействий функциональных систем организма близки к таковым у здоровых детей, что позволяет считать эту форму нефрита прогностически более благоприятной.

Установлено, что определение типа вегетативных регуляций и системного кровотока позволяет выяснить иерархичность взаимодействий функциональных систем при приобретенных нефритах.

Теоретическая значимость работы. Настоящее исследование является новым направлением количественно-качественной оценки взаимодействия функциональных систем гомеостатического уровня при разных нозологических формах приобретенных нефритов у детей. Результаты работы перспективны в плане количественной мультипараметрической оценки степени напряжения внутри- и межсистемных взаимосвязей функциональных систем, а через них - степени дезорганизации функций почек.

В исследовании обоснована прогностическая целесообразность учета исходных индивидуально-типологических особенностей школьников, в частности типа вегетативной регуляции и системной кардиогемодинамики в реализации программы реабилитации при диспансеризации.

Практическая значимость работы. Настоящее исследование является новым направлением количественно-качественной оценки функциональной системы мочеобразования в детской нефрологии. Его результаты перспективны для количественного анализа и математического моделирования внутри- и межсистемного взаимодействия.

На основе системного подхода исследованы типологические особенности взаимодействия параметров гомеостатических механизмов мочеобразовательной системы, систем кровотока, гемопоза, иммунитета, гемокоагуляции у больных нефритами детей школьного возраста. Получены новые данные о закономерностях реорганизации взаимоотношений функциональных систем при разных нозологических формах заболеваний. Установлены новые возможности прогнозирования исхода нефрита на основе характера взаимодействий механизмов оптимизации функции почек и интегрированных в них функциональных систем организма.

Разработанные и внедренные в практику педиатрических лечебных, лечебно-оздоровительных и реабилитационных отделений новые методы диагностики функционального состояния больных нефритами детей школьного возраста, способы анализа и оценки данных физиологических и клинических наблюдений, позволили улучшить качество реабилитации больных нефритами, снизить удельный вес рецидивов заболеваний.

По материалам диссертации получено свидетельство на рационализаторское предложение, одиннадцать актов на внедрение научных результатов.

Результаты проведенных исследований легли в основу методических рекомендаций и пособий для врачей: 1. Методы исследования в детской нефрологии, Волгоград, ВМА, 1995; 2. Физическое воспитание и реабилитация школьников с заболеваниями почек, Волгоград, 2000; 3. Гомеостатические функции почек и принципы их регуляции, Волгоград, 2000; 4. Методы исследования и двигательная реабилитация школьников с заболеваниями почек, Волгоград, 2001; 5. Методы исследования и возрастные особенности адаптации детей с приобретенными нефритами, Волгоград, 2001; 6. Мочевыделительная система, особенности функции и принципы регуляции, Волгоград, 2001.

12. Литвак Александр Львович. В наличии диссертация и автореферат. Тема диссертации: «**Кровоснабжение скелетных мышц и потребление кислорода организмом человека при тренировке аэробной выносливости**», представленной на соискание ученой степени кандидата биологических наук по специальности 03.00.13 - физиология.

Работа выполнена на кафедрах биомедицины Тверского государственного университета, г. Тверь и физиологии Российского государственного университета физической культуры, спорта и туризма, г. Москва.

Защита состоялась **31 мая 2007 г.** на заседании диссертационного совета К 212.263.01 в Тверском государственном университете, кафедра биомедицины, г. Тверь.

Научные руководители:

доктор биологических наук, профессор **Рыжов Анатолий Яковлевич.**

доктор медицинских наук, профессор

Тхоревский Виталий Иванович

Цель работы. Исследование взаимосвязи между потреблением O_2 и кровоснабжением сокращающихся мышц при работе разной мощности в процессе тренировки аэробной выносливости.

Объект исследования. Методические приемы определения величин регионарного кровотока в мышцах голени, показателей общего потребления O_2 и ФР у спортсменов различной квалификации, тренирующихся и не тренирующихся аэробную выносливость.

Предмет исследования. Закономерности изменения регионарного кровотока в активно сокращающихся СМ под влиянием циклической работы у спортсменов различной квалификации, тренирующихся и не тренирующихся аэробную выносливость; корреляционные

зависимости между значениями регионарного кровотока, ППО_2 и аэробной работоспособностью.

Актуальность работы. Исследование кровоснабжения скелетных мышц и потребления кислорода организмом человека при тренировке аэробной выносливости является малоизученной и важной для фундаментальной физиологии, физиологии спорта и клиники проблемой. Вопрос о соотношении кровоснабжения активно работающих скелетных мышц и потребления кислорода изучен недостаточно, в связи с чем исследование Литвака А.Л., посвященное установлению взаимосвязи между значениями регионарного кровотока в скелетных мышцах, объемом потребляемого кислорода и работоспособностью спортсменов, тренирующих аэробную выносливость, является вполне актуальным.

Наиболее существенные результаты, полученные лично автором. С использованием оригинальной комплексной методики установлена положительная связь регионарного кровообращения в активно работающих мышцах голени и общего потребления кислорода при выполнении возрастающих циклических нагрузок. Определены значения предельного кровотока в мышцах при выполнении локальной работы до отказа. Получены данные о характере регионарного кровотока на уровне предельного потребления кислорода и наличии резерва кровоснабжения мышц, свидетельствующие об экономизации функций кардиореспираторного аппарата у спортсменов, тренирующих аэробную выносливость и наличии у них резерва кровоснабжения мышц при работе.

Научная новизна и теоретическая значимость работы. Впервые экспериментально в сравнительном аспекте определены особенности кровообращения работающих мышц и взаимосвязей регионарного кровотока и потребления кислорода у спортсменов, тренирующих аэробную выносливость, и представителей нециклических видов спорта. Полученные данные вносят определенный вклад в экспериментальную физиологию двигательной активности. Выявленные факты оптимальной координации показателей регионарного кровообращения и максимального потребления кислорода способствуют лучшему пониманию центральных и периферических механизмов повышения аэробной работоспособности.

Практическая значимость результатов и пути их реализации. Результаты исследования показали, что максимально возможные величины регионарного кровотока в мышцах голени после выполнения локальной работы «до отказа», а также процент использования функциональных резервов кровотока от предельно возможных величин могут быть использованы в качестве критериев оценки аэробной работоспособности спортсменов.

В работе применена новая методика определения значений регионарного кровотока в мышцах человека во время и непосредственно после выполнения динамической нагрузки - объемная плетизмография, в комплексе с определением общего потребления O_2 , которую можно использовать при тестировании спортсменов различных спортивных специализаций.

Полученные результаты обсуждаются в учебном процессе на кафедре биомедицины Тверского государственного университета в курсе лекций физиологии движений, а также при подготовке курсовых и дипломных работ студентов. Предложенные методические подходы и результаты могут найти применение в учебной и научно-исследовательской работе на биологических факультетах университетов, в медицинских вузах и вузах спортивного профиля.

Выводы.

1. На основе разработанного комплексного метода объемной плетизмографии с одновременным измерением объема потребляемого O_2 получены данные о характере изменения регионарного кровотока в скелетных мышцах у спортсменов, тренирующих и не

тренирующих аэробную выносливость, под влиянием динамической работы глобального и локального характера.

2. При ступенчато возрастающей работе на велоэргометре между изменениями значений потребления O_2 и ОСК отмечается положительная взаимосвязь. Регрессионная зависимость показывает, что у спортсменов при специфической тренировке аэробной выносливости в представленных условиях каждому приросту потребления O_2 в 10 мл/мин/кг соответствует прирост ОСК в 5,6 мл/100 см³/мин, тогда как у лиц, не тренирующих аэробную выносливость, подобный прирост составляет 3,25 мл/100 см³/мин. Аналогичное соотношение наблюдается у спортсменов, тренирующих аэробную выносливость, дифференцированных на подгруппы. У лиц, не тренирующих аэробную выносливость, разделенных на подгруппы, подобные положительные взаимоотношения наблюдаются в пределах максимальных значений кровотока, после достижения которых отмечается закономерное снижение артериального притока крови к скелетным мышцам на фоне возрастающего потребления O_2 .

3. При углубленной специализации для квалифицированных спортсменов циклических видов спорта информативным критерием аэробной выносливости скелетных мышц являются максимальные значения регионарного кровотока, которые в 1,5-2 раза превышают аналогичные показатели у лиц, не тренирующих аэробную выносливость. Поэтому в циклических видах спорта с направленностью на развитие аэробной выносливости у спортсменов высокой квалификации следует наравне с индивидуальными величинами МПК использовать значения максимального регионарного кровотока.

4. При выполнении ступенчато возрастающих нагрузок на уровне предельного потребления O_2 у спортсменов циклических видов спорта имеет место меньший процент использования регионарного кровотока от предельно возможного, что свидетельствует об экономном использовании ограниченного объема артериальной крови и наличии у них больших функциональных резервов доставки O_2 по сравнению с лицами, не тренирующими аэробную выносливость. Так, у спортсменов, тренирующих аэробную выносливость, максимальные значения регионарного кровотока при велоэргометрии на уровне предельного потребления O_2 составляют $49,58 \pm 1,8\%$ от предельно возможного кровотока в мышцах голени, полученного после выполнения локальной работы «до отказа», а у лиц, не тренирующих аэробную выносливость, – $70,07 \pm 1,7\%$.

5. Максимальные значения регионарного кровотока у квалифицированных спортсменов, тренирующих аэробную выносливость, соответствуют велоэргометрической нагрузке, равной $1866,6 \pm 66,6$ кгм/мин при VO_2 на уровне предельного потребления O_2 , что свидетельствует об интенсификации периферического кровообращения в активно работающих СМ, по сравнению с лицами, не тренирующими аэробную выносливость. При этом у спортсменов кровоток имеет закономерное плавное возрастание по мере увеличения велоэргометрической нагрузки вплоть до окончания работы, в отличие от испытуемых, не тренирующих аэробную выносливость, которые используют предельные возможности сосудистой системы мышц голени при нагрузке, равной $916,66 \pm 45,19$ кгм/мин при VO_2 , составляющем 68,57-73,2% от предельного потребления O_2 . Продолжение работы у данных лиц вызывает закономерное снижение регионарного кровотока на фоне возрастающего потребления O_2 .

Практические рекомендации.

1. При тестовом отборе спортсменов в группу высшего спортивного мастерства или в сборные команды следует исходить не только из показателей общей аэробной работоспособности, но и из состояния периферической аэробной выносливости мышц,

оценить которую можно по значениям регионарного кровотока в активно сокращающихся скелетных мышцах наиболее загруженных конечностей. При этом предпочтение следует отдавать тем спортсменам, у которых при выполнении тестовых нагрузок процент использования артериального притока крови при работе на уровне МПК от предельно возможного меньше.

2. В ходе тренировочно – соревновательного процесса для регистрации происходящих изменений в динамике развития и совершенствования периферической мышечной выносливости рекомендуется использовать комплекс тестовых нагрузок, максимально приближенных по технической структуре к спортивной деятельности атлетов, при этом позволяющих одновременно исследовать и измерять как величины МПК, так и значения регионарного кровотока в активно сокращающихся скелетных мышцах.

3. При тренировке аэробной выносливости у высококвалифицированных спортсменов циклических видов спорта следует особое внимание уделять повышению региональной аэробной выносливости активно работающих мышц, в том числе выражаемой в величинах максимальной пропускной способности сосудов активно работающих мышц.

Заведующий кафедрой физиологии

Сонькин В.Д.

Заведующий методическим кабинетом кафедры физиологии

Литвак А.Л.

22.12.07.