

1. ВЛИЯНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ НАГРУЗОК НА ОПОРНО-ДВИГАТЕЛЬНЫЙ АППАРАТ И ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ СПОРТСМЕНОВ

Организм человека обладает сформировавшейся в процессе эволюции способностью приспосабливаться (адаптироваться) к изменяющимся условиям среды. Однако адаптационные возможности организма не беспредельны, он не всегда и не в полной мере может приспособиться к тем или иным условиям среды, в том числе физическим нагрузкам, в результате чего нередко развиваются заболевания.

В поддержании гомеостаза и его регуляции важнейшая роль принадлежит нервной системе, железам внутренней секреции, особенно гипоталамо-гипофизарной и лимбической системам мозга (А. М. Голиков, 1985). Физиологические механизмы, обуславливающие при систематической мышечной тренировке повышение неспецифической резистентности организма, сложны и многообразны.

Во-первых, как это показал Г. Селье (1950, 1969), при действии самых различных стрессоров развитие неспецифической резистентности связано с гипофиз-адреналовой системой, с секрецией адренокортикотропного гормона и глюкокортикоидов. Во-вторых, важное значение в этих механизмах принадлежит нервной регуляции функций.

Одним из важнейших факторов сохранения постоянства внутренней среды, определяющих адаптивные возможности организма, является антагонистическое отношение его функций.

Любые, даже незначительные, нарушения функции связаны с соответствующими морфологическими сдвигами на определенном уровне, что подчеркивает принцип единства структуры и функции (Д. С. Саркисов, 1977).

Адаптация к физическим нагрузкам при мышечной деятельности во всех случаях представляет собой реакцию целостного организма, однако специфические изменения в тех или иных функциональных системах могут быть выражены в различной степени.

В условиях спортивной тренировки, когда происходит долговременная адаптация организма к физическим нагрузкам, имеют место морфофункциональные сдвиги в

состоянии системы микроциркуляции крови. Эти изменения, возникающие непосредственно во время мышечной деятельности, сохраняются в организме как следствие и после ее окончания. Накапливаясь в течение длительного времени, они постепенно приводят к формированию более экономного типа реагирования микрососудов. Специфика тренировки в том или ином виде спорта обуславливает дифференцированные преобразования микрососудов. Это позволяет думать, что показатели состояния системы микроциркуляции крови могут служить важным диагностическим критерием приспособленности организма к тому или иному виду спортивной деятельности, а также характеризовать функциональное состояние сердечно-сосудистой системы.

В основе адаптации любых биологических систем к изменившимся условиям внутренней или внешней среды лежит метаболическая адаптация, т. е. количественное изменение процессов обмена веществ в клетках организма. Адаптивные изменения основных метаболических функций в большинстве случаев морфологически не проявляются — они протекают на уровне макромолекул, представленных ферментами и нуклеиновыми кислотами.

Многочисленные морфологические, биохимические, физиологические исследования свидетельствуют, что большие физические нагрузки способствуют значительным сдвигам в морфологических структурах и в химизме тканей и органов.

При интенсивных физических нагрузках у ряда спортсменов регистрируется срыв адаптационно-приспособительных механизмов, проявляющийся в повышении уровня инфекционной заболеваемости (В. А. Левандо, Р. С. Суздальницкий, 1983) на фоне «поломки» как гуморального (Б. Б. Першин с соавт., 1983), так и клеточного (Н. Д. Суркина с соавт., 1982; И. В. Петрова с соавт., 1982) звеньев иммунитета.

В процессе тренировок и особенно после соревнований отмечается снижение иммуноглобулинов класса IgG, IgA, IgM (С. М. Кузьмин и соавт., 1986). Р. А. Teseh, Р. Kafser (1984) отметили, что при интенсивной физической работе в мышцах снижается содержание АТФ, КрФ и гликогена и увеличивается количество лактата. Во время подготовки к соревнованиям повышается уровень кортикостероидов в крови, что подавляет иммунитет (Е. Scheierman, Е. Kuwer, 1981).

У стайеров часто встречается скрытый дефицит железа

(D. Clement, R. Asmundson, 1982), а также низкий уровень гемоглобина и гематокрита (R. Michsel, 1981), что может снизить физическую работоспособность и отразиться на результатах выступления.

В настоящее время пока еще трудно сказать, в каких отделах изменения являются первичными, а в каких — вторичными. Однако полученные данные позволяют полагать, что обратимые функциональные и гистологические изменения в опорно-двигательном аппарате, возникающие в результате мышечного перенапряжения, могут иметь место у спортсменов, выполняющих в тренировочном занятии большое количество (и интенсивно) стереотипных движений.

Существует мнение, что возникновение патологических (в том числе и дистрофических) изменений в мышцах при длительной и интенсивной нагрузке связано с хроническими микротравмами (частичный или полный разрыв) мышечных волокон (З. С. Миронова и др., 1982). Возможно, что именно мышечные волокна с дистрофическими явлениями вследствие переутомления и являются менее устойчивыми к механическому воздействию, т. е. травмированию. Следует отметить, что в возникновении заболеваний при мышечной перегрузке (переутомлении) определенную роль, по-видимому, играют индивидуальные морфологические особенности тех органов и систем, на которые приходится основная нагрузка. Эти особенности могут проявляться, например, в неодинаковом соотношении медленных и быстрых волокон в одной и той же мышце у разных людей (С. Bosso, P. V. Komi, 1979, и др.).

A. Hagens (1987) отметил, что чрезмерные нагрузки оказывают на ткани деструктивное действие. На фоне таких нагрузок создаются условия, в которых блокируются основные системы обеспечения гомеостаза: системы трофических связей и системы регуляции роста и цитодифференцирования тканей. Результатом является разбалансирование морфофункциональных отношений, которое, приняв необратимый характер, может привести к развитию патологии.

Менее продолжительная, но напряженная нагрузка (до изнеможения) на велоэргометре приводит к значительным сдвигам в ультраструктуре различных компонентов мышечного волокна (В. Ф. Кондаленко, 1979). D. I. Costibe и соавт. (1983) отметили снижение рН мышц и повышение лактата в биоптатах мышц голени и бедра после интенсивных физических нагрузок.

Анализируя причины разрыва мышц и сухожилий, М. Benassy (1963) пришел к выводу, что предшествующий ему артериит вызывает местную ишемию.

П. З. Гудзь (1963, 1964) обнаружил, что при хроническом переутомлении происходит не только паралич сжимателей артерио-венозных анастомозов, но и денервация некоторых участков сосудов, в результате чего возникают выраженные дистрофические и деструктивные изменения части мышечных волокон.

Имеются данные о том, что раннее развитие дистрофических изменений в некоторых мышцах (надостной, подостной и др.) связано с наличием в этой области «бессосудистой зоны» (J. B. Rathburt et. al., 1970).

В мышцах, подвергшихся длительным и предельным нагрузкам, выявляется обычно значительное замедление (в 2—3 раза) местного тканевого кровотока (В. И. Дубровский, 1980, 1982; Н. Hirsche, P. Gaetgens, 1977) и развитие кислородной недостаточности.

При повреждениях мышц наблюдается несинхронность развития очагов травмы и их морфологическая неоднородность. Выраженная стадийная и типовая гетерогенность повреждений является следствием функциональной и морфологической гетерогенности мышц.

Экспериментально показано, что при действии раздражителей на мышцы из них могут выходить белки, аминокислоты, креатин и другие вещества, причем процесс этот сопровождается развитием контрактуры.

Предрасполагающим фактором к разрыву мышц являются утомление, потеря эластичности, мышечные боли (Froimson A. I, 1969). Р. Е. Мс. Master (1933) в эксперименте растягивал мышечно-сухожильные элементы и отметил, что нормальное сухожилие не разрывалось, отрыв происходил в месте его прикрепления или разрывалась сама мышца (обычно в области мышечно-сухожильного соединения).

Н. Grofe (1969) рассчитал, что в некоторых ситуациях тяга более 1000 кг не вызывала разрыва ахиллова сухожилия. Сухожилие обычно разрывается в точке наилучшего кровоснабжения. Наиболее часто это бывает у пациентов старше 35 лет, особенно у плохо тренированных людей (Н. Frings, 1969) и у тех, кто без должной подготовки возобновил интенсивные тренировки или участвовал в соревнованиях.

Постоянное механическое раздражение кожи и подлежащих тканей в зоне залегания синовиальной сумки при-

водит рано или поздно к ее асептическому воспалению, к образованию серозного или серозно-геморрагического бурсита.

Функциональное перенапряжение в отдельных мышечных группах и сопутствующее ему утомление, протекающее с накоплением недоокисленных продуктов обмена веществ, приводят к изменению коллоидного состава тканей, нарушениям кровообращения, что проявляется клинически болевыми ощущениями и повышенной чувствительностью соответствующих мышц. В этой фазе коллоидных реакций еще не отмечается отчетливых органических изменений в мышцах и возвращение к норме легко осуществимо (Л. Н. Лауцевичус, 1950, и др.).

Костная ткань, подобно другим видам соединительной ткани, проявляет свойства анаэробного или гликолитического обмена. В ней интенсивно протекают процессы гликолиза. А. И. Кураченков (1958) отметил, что главными факторами, обуславливающими прогрессивные морфологические изменения в костной системе, являются раздражение рецепторных приборов, рефлекторная гиперемия и усиление обмена веществ. Эти изменения всегда возникают в результате выполнения спортивных упражнений. З. С. Миронова и В. А. Семенов отмечают, что при периостопатии большеберцовой кости происходит резкое нарушение кровообращения.

Среди многих факторов, обуславливающих возникновение деформирующего артроза, немаловажное значение имеет функциональное перенапряжение опорно-двигательного аппарата. Наблюдения Н. М. Голиковой (1967) показали, что более чем у половины больных причиной развития деформирующего артроза коленного сустава является травма. Плечелопаточный периартрит развивается в результате физических перегрузок и хронической микро-травматизации (И. Л. Крупко, 1959).

При чрезмерной физической нагрузке на кость может развиваться патологическая функциональная перестройка кости, описываемая в литературе как «перелом от перегрузки», «перелом от утомления», «маршевый перелом».

Таким образом, функциональное перенапряжение и микротравматизация приводят к нарушению питания кости.

К приспособительным реакциям организма можно отнести структурно-функциональные перестройки в опорно-двигательном аппарате, соответствующую реорганизацию систем обеспечения и систем депонирования потенци-

альных резервов, направленную на повышение энерготрат, связанных с основным обменом.

Резкое прекращение тренировочных занятий является причиной отклонений ряда параметров внутренней среды и требует соответствующей перестройки взаимоотношений функциональных систем организма для обеспечения компенсаторных реакций. Наблюдаемые при этом сдвиги имеют характер, аналогичный гиподинамии (Н. Е. Панферова, 1977).

Нерациональное применение физических нагрузок может привести к функциональным перегрузкам, травмам и заболеваниям опорно-двигательного аппарата и явиться значительным тормозом в подготовке спортсменов к ответственным соревнованиям. Чрезмерная физическая нагрузка приводит к обострению хронических заболеваний или к развитию перенапряжения различных органов и систем организма. В настоящее время известны перенапряжения нервной системы, сердца, крови, почек, опорно-двигательного аппарата и т. д.

Установлено, что субмаксимальные динамические нагрузки вызывают перестройку в ткани печени животных (Р. А. Белоножко, 1980).

У собак, перенесших перетренировку, отмечались морфологические изменения в печени, которые проявлялись главным образом нарушениями кровообращения и дистрофией гепатоцитов (С. С. Полтырев, В. Я. Русин, 1987).

Исследования А. О. Навроты (1968) показали, что повышенные динамические нагрузки у собак приводят к кровоизлиянию в легких. Микроскопически было обнаружено расширение альвеол и их разрыв. Отмечены точечные кровоизлияния в альвеолярных перегородках и выход эритроцитов в просвет альвеол.

Под влиянием тяжелой физической нагрузки могут происходить изменения функции почек с появлением в моче белка, эритроцитов и даже может развиваться острая почечная недостаточность (Г. П. Шульцев, В. В. Несмелова, 1959; О. В. Кочаровская, С. А. Генина, 1964; А. Г. Дембо, 1970; С. Р. Dohcaster, S. Whereat, 1971).

Гистологические исследования почек собак, подвергшихся чрезмерной статической нагрузке, выявили глубокие структурные изменения в различных частях нефрона. Они выражались в уменьшении размеров почечного клубочка, снижении высоты эпителия проксимальных и дистальных извитых канальцев (С. С. Полтырев, В. Я. Русин, 1987).

Как отмечают С. Blomgист с соавт. (1983), систематические умеренные нагрузки способны повышать транспортные возможности сердечно-сосудистой системы, а ведущим фактором, лимитирующим максимальное потребление кислорода (МПК), является ее способность транспортировать кислород.

При хроническом перенапряжении в условиях ежедневной тренировки в эксперименте отмечаются изменения микроциркуляторного русла перикарда. Скорость кровотока в системе микроциркуляции при этом замедляется в 2 раза по сравнению с контролем. Это вызвано тем, что отток крови уменьшается. Наряду с замедлением кровотока значительно увеличивается приток крови.

Очевидное несоответствие между притоком крови в микроциркуляторное русло и ее оттоком объясняет происходящие изменения сосудов: появление в них извилистости, колбообразных расширений, нарушение проницаемости и выход форменных элементов за пределы сосудистой стенки, нарушение тканевого гомеостаза (С. С. Полтырев, В. Я. Русин, 1987).

При мышечной работе расход энергии резко возрастает, в связи с чем более интенсивно протекает процесс окисления веществ в мышечной ткани. Поэтому увеличивается доставка кислорода к скелетным мышцам. Если кислорода для полного окисления веществ не хватает, то оно происходит частично и в организме накапливается большое количество недоокисленных продуктов, таких, как молочная и пировиноградная кислоты. Это приводит к отклонению ряда важных констант внутренней среды организма, что не позволяет ему продолжать мышечную деятельность. В организме образуется кислородный долг, который восполняется в период отдыха. Потребляемый в этот период кислород идет на окисление скопившихся в организме недоокисленных продуктов обмена веществ.

Таким образом, хронические перегрузки, перенапряжения при занятиях спортом повышают угрозу травмирования и возникновения посттравматических заболеваний у спортсменов. Даже самые «легкие» травмы порой приводят к осложнениям и посттравматическим заболеваниям и, естественно, влияют на спортивную работоспособность.

В настоящее время очевидны негативные последствия больших физических нагрузок и растущая необходимость в их ликвидации и профилактике. Вот почему профилактические и реабилитационные мероприятия входят в комп-

лекс подготовки спортсменов. К сожалению, методы профилактики и нормализации функционального состояния спортсменов после больших физических нагрузок изучены еще недостаточно.

II. УТОМЛЕНИЕ ПРИ МЫШЕЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Мышечное утомление — это такое состояние организма, при котором работоспособность человека временно снижена. Понижение работоспособности является главным внешним проявлением этого состояния, его основным объективным признаком. Однако работоспособность может снижаться не только при утомлении, но и при тренировке в неблагоприятных условиях среды (высокой температуре и влажности воздуха; пониженном парциальном давлении кислорода в воздухе, например в среднегорье).

Утомление является естественным физиологическим процессом, нормальным состоянием организма. Для успешной тренировки необходимо, чтобы при каждом упражнении была достигнута определенная степень утомления. Утомление характеризуется еще одним субъективным признаком — усталостью (тяжестью в голове, конечностях, общей слабостью, разбитостью). Русский физиолог А. А. Ухтомский считал, что усталость является «натуральным предупредителем утомления». Выраженность усталости не всегда соответствует степени утомления, т. е. объективным физиологическим и биохимическим сдвигам, наступающим в организме в процессе тренировки. В данном случае играет роль эмоциональная настройка спортсмена: при большой заинтересованности в проделанной работе усталость долго не проявляется, при падении интереса она наступает рано.

Утомление — это биологически защитная реакция организма, направленная против истощения функционального потенциала центральной нервной системы (ЦНС). При развитии утомления, перенапряжения, перетренированности, переутомления имеет место нарушение корковой нейродинамики.

Ряд ученых (А. Mosso, W. Fletcher) утверждают, что причина утомления кроется в самой мышце как рабочем органе, так как, по их мнению, в результате физической работы в мышце накапливаются продукты обмена веществ