

УДК : 796.01:57

Миорелаксация в физиологических механизмах специальной физической работоспособности спортсменов

Денисенко Ю. П. ¹*, Гераськин А. А. ², Поливаев А. Г. ², Эртман Ю. Н. ³

¹ Поволжский государственный университет физической культуры, спорта и туризма
г. Казань, Россия

ORCID: 0000 – 0002 – 0468 - 4396, yprof@yandex.ru *

² Ишимский педагогический институт им. П. П. Ершова (филиал ТюмГУ)
г. Ишим, Россия

ORCID: 0009 – 0003 – 4819 - 5310, geraskin.anatoly39@yandex.ru
a.g.polivaev@utmn.ru

³ Омский государственный университет физической культуры и спорта
г. Омск, Россия
ertman@inbox.ru

Аннотация. Актуальной становится проблема обеспечения эффективной подготовки спортсменов в экстремальных условиях деятельности и создания функциональных предпосылок для сохранения здоровья. **Научная новизна.** Работа является систематическим комплексным исследованием функционального состояния центральной нервной и нервно-мышечной систем у спортсменов различного возраста и квалификации – от новичков до мастеров спорта. Релаксационный тип адаптации наиболее выгоден. Для него характерен самый высокий уровень регуляции и координации движений, технического мастерства, общей и скоростной выносливости, физической работоспособности и устойчивости к физическим перегрузкам. **Практическая значимость** состоит в том, что физиологически обоснованная комплексная система релаксационной подготовки обеспечивает без дополнительных энергетических затрат и затрат тренировочного времени существенное повышение эффективности тренировочного процесса. Особенно важно, что система релаксационной подготовки как важнейшая составная часть общего тренировочного процесса, может использоваться на всех этапах становления спортивного мастерства спортсменов. **Материалы и методы исследования.** Учитывая цель, задачи и пути решения проблемы, изложенные в рабочей гипотезе, проводились комплексные исследования с использованием физиологических, биохимических, кардиологических, психологических, эргометрических, биомеханических и математических методов. Особое значение придавалось контролю за функциональным состоянием нервно-мышечной системы и его динамикой в процессе адаптации к различным факторам среды, взаимосвязям нервно-мышечной системы с другими системами организма и всестороннему изучению ее роли в важнейших проявлениях жизнедеятельности организма, таких, как адаптация, работоспособность, устойчивость к заболеваниям и повреждениям. **Результаты исследования.** Релаксация является одной из методик, позволяющих добиваться необходимых изменений функционального состояния организма. Внедрение в практику методов релаксации, направленных на предупреждение, коррекцию и устранение негативных психоэмоциональных состояний, может способствовать повышению адаптационных возможностей организма. **Заключение.** Периодическое использование в определенной последовательности всего комплекса средств и адаптогенных факторов, вызывающих метаболические сдвиги в организме, аналогичные тем, которые наблюдаются при физических нагрузках, позволяет получить значительно больший эффект при гораздо меньших затратах тренировочного времени.

Ключевые слова: релаксация, физическая работоспособность, функциональное состояние, адаптация.

Для цитирования: Денисенко Ю. П. *, Гераськин А. А., Поливаев А. Г., Эртман Ю. Н. Миорелаксация в физиологических механизмах специальной физической работоспособности спортсменов. Педагогико - психологические и медико - биологические проблемы физической культуры и спорта. 2026; 21 (3) : .

Myorelaxation in the physiological mechanisms of athletes' special physical performance

Yuriy P. Denisenko¹, Anatoliy A. Geraskin², Aleksey G. Polivayev², Yuriy N. Ertman³

¹ Volga State University of Physical Culture, Sports and Tourism
Kazan, Russia

ORCID: 0000-0002-0468-4396, yprof@yandex.ru *

² P. P. Ershov Pedagogical Institute (branch of Tyumen State University)
Ishim, Russia

ORCID: 0009 – 0003 – 4819 - 5310, geraskin.anatoly39@yandex.ru
a.g.polivaev@utmn.ru

³ Omsk State University of Physical Culture and Sports
Omsk, Russia
ertman@inbox.ru

Abstract. The problem of ensuring effective training of athletes in extreme conditions of activity and creating functional prerequisites for maintaining health is becoming urgent. One of the ways to solve this problem is to use effective modern and physiologically sound technologies and correct the functional state. Relaxation is also considered as an alternative or supplement to the correction of the functional state. **The purpose** of the study is a theoretical and experimental substantiation of the basic principles of building a comprehensive system of special relaxation training aimed at improving the functional state of the central nervous and neuromuscular systems, increasing the rate of skeletal muscles' relaxation and increasing the effectiveness of the training process. **Scientific novelty.** The work is a systematic comprehensive study of the central nervous and neuromuscular systems' functional state in athletes of various ages and qualifications - from beginners to masters of sports. It is established that the inhibitory processes of the central nervous system and the rate of skeletal muscles' relaxation make a significantly greater contribution to the physiological mechanisms of increasing physical performance and, consequently, to the progress of athletic performance compared with the excitatory processes of the central nervous system, providing the manifestation of maximum strength and speed of muscle contraction. They take an active part in the physiological mechanisms of athletes' long-term adaptation formation to physical exertion. It is proved that the relaxation type of adaptation is the most beneficial. It is characterized by the highest level of regulation and coordination of movements, technical skill, general and high-speed endurance, physical performance and resistance to physical overloads. **The practical significance** of the work lies in the fact that a physiologically based comprehensive relaxation training system provides a significant increase in the effectiveness of the training process without additional energy and training time. It is especially important that the relaxation training system, as an essential part of the overall training process, can be used at all stages of athletes' athletic skills development. **Materials and methods of research.** Taking into account the purpose, objectives and ways to solve the problem outlined in the working hypothesis, comprehensive studies were conducted using physiological, biochemical, cardiological, psychological, ergometric, biomechanical and mathematical methods. The results of the study. Relaxation is one of the techniques that make it possible to achieve the necessary changes in the functional state of the body. The introduction of relaxation techniques aimed at preventing, correcting and eliminating negative psychoemotional conditions can help to increase the adaptive capabilities of the body. **Conclusion.** The periodic use in a certain sequence of the entire complex of drugs and adaptogenic factors that cause metabolic shifts in the body, similar to those observed during physical exertion, allows to get a much greater effect with much less training time.

Keywords: relaxation, physical performance, functional state, adaptation.

For citation: Yuriy P. Denisenko *, Anatoliy A. Geraskin, Aleksey G. Polivayev, Yuriy N. Ertman. Myorelaxation in the physiological mechanisms of athletes' special physical performance. Russian Journal of Physical Education and Sport. 2026; 21 (3) : .

Актуальность

Проблема физической работоспособности (ФР) является одной из центральных в физиологии труда и спорта. Важное место она занимает и в экологической физиологии, поскольку ФР в значительной мере отражает уровень адаптивности человека к неадекватным условиям окружающей среды. Высокий уровень ФР предопределяется функциональными свойствами и состоянием всех систем организма. Можно привести ряд исследований, констатирующих влияние тех или иных факторов на ФР, но не разъясняющих физиологические механизмы этих влияний. Наименее изученной в этой проблеме оказалась роль нервно-мышечной системы, в частности роль скорости произвольного расслабления скелетных мышц. Имеется достаточное количество указаний на чрезвычайную важность релаксации в спортивной деятельности человека. Все наиболее эффективные методы психорегуляции, саморегуляции и аутотренинга основаны на релаксации [2, 3, 6, 10, 15].

Материал и методы

В сериях экспериментов использовались спортивно-педагогические, кардиологические, биохимические, психофизиологические, эргометрические методы исследований, включая поисковые педагогические эксперименты и два основных педагогических эксперимента. Материалы исследований обрабатывались общепринятыми методами вариационной статистики и корреляционного анализа.

Комплексными исследованиями были охвачены квалифицированные спортсмены. Всего в разных сериях экспериментов обследовано 1563 спортсмена – от новичков до мастеров спорта. На первом этапе изучалась и анализировались научно-методическая литература, документы планирования учебно-тренировочного процесса; формулировались гипотеза, цель и задачи исследований; определялись методы исследований, адекватные поставленным задачам; разрабатывались схемы опытно-экспериментальной работы. На втором этапе проводились серии экспериментов, направленные на решение задач работы и разработка комплексной системы релаксационной подготовки в тренировочном процессе. На третьем этапе была проведена серия констатирующих экспериментов, направленных на оценку эффективности комплексной системы релаксационной подготовки в тренировочном процессе спортсменов.

Результаты и обсуждение

Несмотря на ясность понятия “Физическая работоспособность”, до сих пор нет единого общепринятого его определения. Часто ФР связы-

вают с максимальными проявлениями функциональных возможностей человека. Подобные определения ФР сводятся к следующему: работоспособность представляет собой тот максимум работы, который в состоянии выполнить человек; работоспособность – состояние систем организма, их способность проявить максимум своих возможностей; в общем виде величина ФР прямо пропорциональна количеству внешней механической работы, которую человек способен выполнить с высокой интенсивностью. Некоторые авторы [1, 4, 5, 7, 8, 9, 11, 14] в своих определениях ФР говорят не о работе вообще, а о конкретной деятельности, переходя тем самым к определению “Специальная работоспособность”. Она оценивается по количественным критериям (объем, интенсивность, мощность), а также по своей физиологической (энергетической) стоимости, т. е. степени выраженности ответных реакций организма на воздействие физической нагрузки. Чем меньше выраженность ответных реакций (повышение артериального давления, частоты сердечных сокращений и дыхания, образования метаболитов и т.д.), тем лучше адаптирован организм к конкретной физической нагрузке. Одним из интегральных показателей специальной физической работоспособности (СФР) в спорте служит спортивный результат. Несмотря на существование множества факторов, влияющих на СФР и ее физиологическую стоимость, в конечном итоге, при наличии оптимального уровня развития сократительных свойств мышц, она зависит от двух важнейших: во-первых, от рационального расходования (экономизации) биологической энергии, а, во-вторых, от скорости восполнения (восстановления) энергетических ресурсов организма во время двигательной деятельности.

Экономизация энергетических ресурсов достигается несколькими путями.

1. Реализацией закона “Экономии активной мышечной массы”, то есть включением в работу только тех групп мышц, которые принимают в ней самое непосредственное участие, а все прочие мышцы должны быть при этом максимально расслаблены. Необходимость релаксации в данном случае объясняется тем, что любое, даже незначительное напряжение, но большого количества второстепенных групп мышц приводит к существенным бесполезным энергозатратам, которые могут в несколько раз превысить энергозатраты, требуемые на выполнение той или иной конкретной физической работы. Практическое осуществление этого принципа возможно, во-первых, при наличии навыков к быстрому произвольному напряжению и расслаблению разных групп скелетных мышц, которые приобретаются путем целенаправленной тренировки с

помощью специальных релаксационных упражнений и методических приемов. А во-вторых, при отсутствии “психоэмоциональной напряженности” и гипертонуса скелетных мышц, которые возникают вследствие повышенной возбудимости ЦНС, при перетренированности или при слабости тормозных систем ЦНС и вызывают резкие нарушения процесса расслабления, межмышечной координации и координации движений в целом.

2. Выбором оптимального темпа движений и пауз отдыха между мышечными сокращениями. Для быстрых циклических движений характерен альтернирующий (попеременный) ритм активности мышц-антагонистов. При среднем темпе движений мышечная активность прекращается несколько раньше конца движения. Дальнейшее движение обеспечивается силами инерции и погашается эластическими силами растянутого антагониста. При таком темпе движений наблюдается наименьшее участие активных мышечных сил и он экономически наиболее выгоден. Наименее выгодными считаются очень медленный темп движений, когда мышцы-антагонисты напряжены одновременно и работают в уступающе-преодолевающем режиме или очень быстрый темп движений. При увеличении темпа циклических движений многими исследователями констатировалось нарушение альтернирующего ритма и появление частичного наложения активности мышц-антагонистов, которое при ещё большем повышении темпа движений и доведении его до предельного может привести к появлению одновременной активности в мышцах-антагонистах и остановке движения (фиксации). Частичное наложение активности значительно затрудняет движение, т. к. мышцам-антагонистам при каждом своем сокращении приходится преодолевать сопротивление (растягивать) не успевающих своевременно расслабиться мышц-антагонистов, что требует дополнительного расхода энергии на выполнение той же самой работы. В этой ситуации существенно затрудняется проявление максимальной скорости сокращения (взрывных качеств) мышц. Частичное наложение активности мышц-антагонистов может возникать не только при увеличении темпа движений, но и при снижении скорости расслабления мышц.

В известных опытах И.М. Сеченова, выполненных в 1902-1903 гг., он сумел показать возможность длительной работы скелетных мышц, аналогично сердечной мышце, при определенных соотношениях в продолжительности периодов деятельности (напряжения) и отдыха (расслабления). При соблюдении ряда методических условий, в частности, частоты электрической стимуляции, скелетная мышца может сокращать-

ся десятки часов без утомления. В то же время укорочение пауз отдыха или повышение частоты стимуляции приводит к быстро развивающемуся утомлению. В реальных условиях спортивной деятельности создать столь идеальные соотношения между периодами нагрузки и отдыха мышц, найденные И.М. Сеченовым, практически невозможно. В этих условиях сохранение экономически наиболее выгодного альтернирующего или близкого к нему ритма активности мышц-антагонистов возможно только при наличии высокой скорости расслабления мышц.

3. Совершенной техникой выполнения движений. Это обобщенное понятие, включающее отличную координацию и оптимальную ритмовую структуру движений. Оба эти компонента находятся в прямой зависимости от функциональной активности тормозных систем ЦНС и скорости произвольного расслабления (СПР) скелетных мышц. Не менее важным и одним из основных критериев отличной техники считается лёгкий, свободный бег без излишнего напряжения второстепенных групп мышц, т. е. соблюдение того же закона “экономии активной мышечной массы”.

4. За счёт уменьшения теплопродукции работающих мышц и, соответственно, снижения интенсивности деятельности терморегуляторных систем, обеспечивающих сохранение температурного гомеостаза. Этот путь экономизации энерготрат реализуется при соблюдении всех условий, перечисленных в предыдущих пунктах. Кроме того, как отмечалось ещё в исследованиях А.А. Ухтомского (1927), уменьшение теплопродукции регистрируется при работе мышц в аэробном режиме, то есть при достаточном кровоснабжении и поступлении кислорода в работающие мышцы, которые тоже находятся в существенной зависимости от скорости расслабления мышц.

5. Дополнительная экономия энергетических ресурсов организма достигается за счёт снижения интенсивности функционирования кислород-транспортных систем (дыхательной, сердечно-сосудистой) обеспечения мышечной деятельности. Показано, что участие всей мышечной массы в интенсивной физической работе является причиной самой большой нагрузки на сердечно-сосудистую систему, имеющей место в целостном организме [6]. Поэтому при включении механизмов, обеспечивающих экономизацию функционирования нервно-мышечной системы, уменьшается запрос к кислород-транспортным системам, снижается интенсивность их деятельности и, естественно, уменьшается расход биологической энергии. Вторым важным фактором является скорость восстановления растрачиваемых энергетических ресурсов.

Впервые в работах И. П. Павлова было показано, что процессы восстановления достигают значительной напряженности уже во время, а не по окончании деятельности органов. По современным представлениям, сокращение скелетных мышц непосредственно обеспечивается энергией за счет расщепления аденозинтрифосфорной кислоты (АТФ), запасы которой ограничены. Поэтому для выполнения работы в течение длительного времени необходимо, чтобы в промежутках между сокращениями, т. е. в период расслабления мышц, происходил непрерывный ресинтез АТФ. Ресинтез АТФ может идти за счет креатинфосфата или за счет макроэргических фосфорных соединений. Но вследствие ограниченности запасов креатинфосфата в мышцах такой ресинтез АТФ осуществляется не более 2 - 4 секунд. Ресинтез АТФ за счет макроэргических фосфорных соединений может идти двумя путями: путем гликолитического фосфорилирования, осуществляемого в анаэробных условиях и путем дыхательного фосфорилирования (в аэробных условиях). Под анаэробным метаболизмом понимается любой метаболический процесс, поставляющий энергию сократительному аппарату скелетной мышцы и независимый от немедленного поглощения кислорода [15]. Для кратковременных физических нагрузок максимальной интенсивности характерно смешанное анаэробно-аэробное обеспечение. Так, по данным Н.В. Яружного (1984), работа максимальной мощности в течение 45с на 70% обеспечивается за счет анаэробных механизмов и на 30% - за счет окислительного фосфорилирования. Работа максимальной мощности в течение 1 мин обеспечивается на 60% анаэробными процессами и на 40% - аэробными, а при двухминутной работе соотношение анаэробных и аэробных процессов составляет 40 и 60%, соответственно. В более поздней работе [15] приводится следующая оценка энергообеспечения одноминутной работы максимальной мощности: на 17% за счет креатинфосфата, на 8%- внутренними запасами кислорода, на 33%- гликолизом, на 42% - активностью систем транспорта кислорода. Интенсивный гликолиз сопровождается значительным повышением концентрации лактата в мышцах и крови, снижением величины рН и выраженным ацидозом [4], оказывающим прямое ингибирующее влияние на АТФ-азу миозина и затрудняющим выход кальция (Ca^{++}) из саркоплазматического ретикулума, то есть ухудшающим сократительную функцию мышц. Дефицит АТФ вызывает падение активности АТФ-зависимого кальциевого насоса саркоплазматического ретикулума, в результате чего снижается скорость оттока Ca^{++} из миофибрилл в саркоплазматический ретикулум и, соответственно, снижается

скорость расслабления мышц. В этих условиях могут возникать даже метаболические контрактуры и повреждения мышц. Кроме того, по мере уменьшения содержания креатинина и АТФ в мышцах во время интенсивной деятельности ухудшается возможность энергопродукции за счет окислительного фосфорилирования. Даже относительно небольшое снижение фосфатного потенциала, сочетающееся с изменениями степени редукции цитохрома С, соотношения между восстановленным и окисленным никотинамиддинуклеотидом приводит к частичному разобщению дыхания и окислительного фосфорилирования [15] и потере части энергии окисления в виде повышенной теплопродукции. Важную роль в этих процессах играет и нарастающая тканевая гипоксия. Дыхательное фосфорилирование имеет ряд существенных преимуществ перед гликолитическим. Оно во много раз эффективнее энергетически. Например, при окислении молекулы глюкозы в анаэробных условиях обеспечивается ресинтез двух-трех молекул АТФ, а в присутствии кислорода - 30-40 молекул АТФ.

В аэробных условиях осуществляется еще более эффективный ресинтез АТФ за счет окисления жирных кислот, каждая молекула которых обеспечивает восстановление 138 молекул АТФ [4]. Очень важно также, что при этом в мышцах не скапливаются молочная кислота и недоокисленные продукты обмена. Исходя из этого, очевидно, что для быстрого и эффективного восстановления энергетических ресурсов непосредственно во время двигательной деятельности и для длительного поддержания высокого уровня ФР необходимо, чтобы к работающим мышцам поступало максимально возможное количество кислорода. Долгое время преобладало мнение о том, что, например, спринтер "не дышит" на дистанции и что спринтерский бег обеспечивается в основном анаэробной производительностью, запасами АТФ, креатинфосфата и скоростью ресинтеза АТФ в анаэробных условиях, поскольку механизмы аэробного обеспечения мышечной деятельности якобы не успевают включиться за столь короткое время (10-11 с.), необходимое для пробега спринтерской дистанции. Однако ещё работы Г.М. Поповой [9] показали, что за время бега спринтер делает от 14 до 19 дыхательных циклов, потребляя 290-320 мл кислорода, а средняя легочная вентиляция составляет 7,93 л. Показатели газообмена во время бега превышают данные покоя в 6 раз, а в отдельных случаях в 9-10 раз. Наблюдалось возрастание частоты дыхания, легочной вентиляции и поглощения кислорода с увеличением скорости бега. Главным фактором, лимитирующим максимальное потребление кислорода и аэробную

работоспособность, является мышечный кровоток. Дыхательная и сердечно-сосудистая (пульс во время бега достигает 180-190 уд/мин) системы функционируют довольно интенсивно, но весь вопрос в том, сколько крови и кислорода поступает к работающим мышцам, какова эффективность кровоснабжения и кислородного обеспечения работающих мышц и как добиться того, чтобы именно к работающим мышцам поступало наибольшее количество кислорода из тех ресурсов, которые обеспечиваются деятельностью этих систем. В среднем мышцы составляют 40-50% массы тела. В покое они потребляют 50-60 мл кислорода в минуту, то есть 20% всего потребляемого организмом кислорода. Этим количеством кислорода их обеспечивает циркуляция 800 – 1000 мл крови, что указывает на извлечение 25-30% кислорода, содержащегося в артериальной крови. При расчете на всю скелетную мускулатуру взрослого человека кровоток может изменяться со 150 мл до 15 л в 1 мин и даже больше, поверхность функционирующих капилляров- примерно с 10 до 200 м², скорость абсорбции жидкости в капиллярное русло может достигать 50 мл/мин, а фильтрация- 120 мл/мин, емкостные сосуды скелетной мускулатуры могут изменять объем содержащейся в них крови в пределах 300 мл при горизонтальном положении тела. Эти данные указывают на доминирующую роль кровообращения скелетной мускулатуры в общей гемодинамике. У спортсменов потребление кислорода может достигать до 5-6 л/мин, мышечный кровоток- до 25-30 л/мин, а минутный объем- до 30-35 л/мин. При таких обстоятельствах каждые 100 мл крови, проходящей через мышцу, отдают не менее 80-90 % от каждых 20 мл кислорода, содержащегося в этом количестве артериальной крови [15]. Всякое увеличение функции органа и сокращение скелетных мышц происходят при обязательном возрастании тканевого метаболизма, причем анаэробные процессы не могут на долгий срок обеспечить функционирование тканей. Во время мышечного сокращения с силой 10 % от максимального, уровень метаболизма возрастает в 7 раз по сравнению с аналогичным в покое. Поскольку ускорение окислительного метаболизма невозможно без увеличенной доставки крови, принято считать, что уровень метаболизма и потребность в кислороде определяются условиями доставки крови к тканям.

Изучению периферического кровообращения в скелетных мышцах при изометрических сокращениях и динамической работе посвящено большое количество исследований. В 1920 году Lindhard, наблюдая значительное повышение обменных процессов после поддержания статических усилий, предположил, что во время

сокращения мышц происходит сдавливание мелких кровеносных сосудов, и поэтому кровоток к мышцам почти прекращается. Вследствие этого в мышце, работающей в анаэробных условиях, развивается большая кислородная задолженность, восполняемая после прекращения усилий. Затем эту гипотезу о возникновении препятствий мышечному кровотоку при сокращении мышц поддержали и экспериментально доказали многие исследователи. По данным В.И. Тхоревского (1967), с увеличением силы статических сокращений больше 20% от максимального произвольного напряжения кровоснабжение мышц снижается. Чем выше нагрузка, тем больше препятствие создается кровотоку и тем меньше становится кровообращение. После окончания работы кровоток скачкообразно возрастает. Так, при усилии в 60% от максимального произвольного напряжения величина максимального кровотока после расслабления была в 12,5 раза больше, чем в момент сокращения. Сильное статическое напряжение (свыше 60% от максимального) может вызвать даже полное прекращение кровообращения в напряженных мышцах. В ряде исследований вводится понятие "ишемический режим кровообращения сокращающихся скелетных мышц", который начинается при увеличении силы сокращения более 10% от максимального, а полное прекращение кровотока через напряженную мышцу регистрировалось при силах сокращения 50-60% от максимального. С переходом сокращающихся мышц на ишемический режим кровоснабжения их работоспособность скачкообразно уменьшается [13]. Величина кровотока через сокращающуюся мышцу зависит не только от силы сокращения, но и от уровня артериального давления, преодолевающего препятствие [6]. Большой интерес в плане изучаемого вопроса представляют исследования кровоснабжения мышц при ритмических сокращениях. При ритмической работе кровоток в скелетных мышцах значительно превышает его уровень при равнозначной по силе статической работе. Однако и при ритмических сокращениях имеет место механическое препятствие кровотоку. Экспериментальными работами доказано, что кровоток в ритмически сокращающихся мышцах возрастает в основном в период расслабления, а в фазе сокращения сосуды остаются сдавленными [12]. Исследуя влияние длительности микропауз между короткими сокращениями, вызываемыми пачками электрических импульсов на мышечный кровоток, установили, что увеличение кровотока прекращается при укорочении интервалов между сокращениями меньше 1с. [13]. Параллельно с изучением влияний на кровоток различных режимов работы мышц велся широкий поиск фак-

торов и механизмов, вызывающих эффекты вазодилатации и рабочей гиперимии. Выделялись механизмы регуляции по дефициту кислорода, различные сосудорасширяющие метаболиты (CO₂, молочная кислота, K⁺ и др.), осмотическое давление тканей, "фосфатная" гипотеза и т.д. [6]. Наше внимание больше привлекли результаты, доказывающие, что при силе сокращения, составляющей 1/4 максимально возможной (т.е. когда в деятельность вовлечено лишь 25% всего числа мышечных волокон), величина кровотока через сокращающуюся мышцу достигает уже 85% максимальной величины. Даже небольшие напряжения, но большого количества второстепенных, т. е. непринимающих непосредственного участия в конкретном движении мышц, неизбежно приводят к тому, что значительная часть кислорода, столь необходимого мышцам, выполняющим основную функциональную нагрузку, потребляется второстепенными группами мышц. Возникающий вследствие этого кислородный дефицит, вплоть до венозной или артериальной гипоксии, вынуждает основные группы мышц работать в менее выгодном анаэробном режиме. Появление кислородного дефицита с низким уровнем физической, психологической и функциональной подготовленности самого спортсмена. Это проявляется в повышенной возбудимости ЦНС, слабости тормозных систем ЦНС, гипертонусе мышц и в низкой скорости расслабления мышц. Проведенный анализ возможных путей и механизмов, с помощью которых организмом могут решаться задачи экономизации и повышения скорости восстановительных процессов во время мышечной деятельности, показал, с одной стороны, их многообразие и сложность причинно-следственных взаимоотношений; а с другой - привел к заключению, что все они связаны с функцией расслабления скелетных мышц. Релаксация означает нейромускулярное расслабление и психическую разрядку, т. е. активизацию тормозных процессов в ЦНС. Торможение - это единственный эффективный и хорошо известный способ защиты нервных клеток от истощения во время деятельности, а тесно связанное и управляемое этим процессом мышечное расслабление является тем механизмом, посредством которого организмом осуществляется экономизация функций и энергетических затрат, быстрое восстановление энергетических ресурсов непосредственно во время мышечной деятельности и поддержание высокого уровня СФР. С этих позиций объяснимы факты высоко достоверной корреляционной и статистической зависимости СФР и спортивных результатов от скорости произвольного расслабления скелетных мышц при спортивной деятельности.

Заключение

Учитывая огромную значимость миорелаксации в важнейших проявлениях жизнедеятельности организма, логично предположить, что именно миорелаксация, в частности скорость произвольного расслабления скелетных мышц, может оказаться тем самым системообразующим фактором. Целенаправленное развитие и совершенствование релаксационных процессов и скорости расслабления мышц позволит расширить функциональные возможности организма, обеспечить улучшение необходимых физических качеств и различных сторон подготовленности, а в конечном итоге - повысить эффективность всего тренировочного процесса.

Таким образом, всестороннее изучение роли миорелаксационных процессов в механизмах ФР, прогрессе спортивных результатов и повышении эффективности тренировочного процесса, а также исследование влияния различных традиционных и нетрадиционных средств спортивной тренировки на организм, на повышение скорости расслабления мышц, формирование рациональных типов долговременной адаптации и последующая разработка на этой основе принципов построения комплексной системы специальной релаксационной подготовки спортсменов является одним из перспективных научных направлений.

Список литературы

1. Бальсевич В. К. Физическая культура: воспитание, образование, тренировка. *Физкультура, образование, наука*. 2016; 1: 3 - 53.
2. Высочин Ю. В., Лукоянов В. В. *Активная миорелаксация и саморегуляция в спорте*. СПб.: ГАФК им. П.Ф. Лесгафта. 1997: 85.
3. Денисенко Ю. П., Гераськин А. А., Поливаев А. Г., Андрущишин И. Ф. *Влияние активности тормозно - релаксационной функциональной системы защиты на эффективность выполнения физических нагрузок. Высшая школа: научные исследования. Материалы Межвузовского международного конгресса (Москва, 14 мая 2026 г.)*. М.: ИНФИНИТИ. 2026: 63 - 71.
4. Золотарев А. П. Перспективы развития структуры и содержание многолетней подготовки спортивного резерва в футболе. *Теория и практика футбола*. 2000; 2: 5 - 8.
5. Зайченко А. С. *Оценка работоспособности футболиста в контексте индивидуализации тренировочного процесса. Физическая культура: воспитание, образование, тренировка*. 2021; 1: 43 - 45.
6. Ищенко В., Лисенчук Г. Анализ физической подготовленности футболистов команд разной квалификации. *Теория и практика футбола*.

2003; 3: 13 - 17.

7. Левин В. Комплексный анализ подготовленности футболистов высокой квалификации в динамике годичного цикла. *Теория и практика футбола*. 2000; 4: 16-19.

8. Морозов Ю. А. Физическая подготовка футболистов. *Искусство подготовки высококлассных футболистов*. М.: Советский спорт. 2003: 86 - 99.

9. Попова Г. М. Частота дыхания в спринте. *Сборник научных работ молодых учёных*. Л.: ГДОИФК им. П.Ф. Лесгафта. 1969: 42 - 44.

10. Сентябрьев Н. Н. *Направленная релаксация организма при напряженной мышечной деятельности человека*. Волгоград: ВГАФК. 2004: 142.

11. Солопов И. П., Сучилин А. А., Цянь В. *Функциональная подготовка юных футболистов разных игровых амплуа на основе применения эргогенических средств*. Волгоград: ВГАФК. 2006 : 57.

12. Тхоревский В. И. Кровоснабжение скелетных мышц при статической и динамической работе: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. М. 1967 : 24.

13. Шамардин А. И. *Методика развития и совершенствования двигательных (физических) качеств у юных футболистов*. Волгоград. 2005 : 48.

14. Davis M., Eshelman E. R., McKay M. *The Relaxation and Stress Reduction Workbook*. New Harbinger Publications. 1995 ; 25 - 57.

15. Solmyo A., Gonzales - Serratos H. Electron probe analysis of the sarcoplasmic reticulum and vacuolated T-tubule system of fatigued from muscle. *Ann. N. – Y. Acad. Sci.* 1978 ; 307 : 232 - 234.

References

1. Balsevich V. K. Physical culture: upbringing, education, training. *Fizicheskaya kultura, obrazovanie, nauka*. 2016 ; 1 : 3 - 53 [In Russ.].

2. Vysochin Yu. V., Lukoyanov V. V. *Aktivnaya miorelaksatsiya I samoregulyatsiya v Sporte* [Active muscle relaxation and self-regulation in sports]. St. Petersburg: P. F. Lesgaft GAFK. 1997 : 85 [In Russ.].

3. Denisenko Yu. P., Geraskin A. A., Polivaev A. G., Andrushchishin I. F. The effect of the activity of the inhibitory-relaxation functional protection system on the effectiveness of physical activity. *Vyshshaya Shkola : nauchnye issledovaniya. Materialy Mezhhvuzovskogo kongressa (Moskva, 14 maya 2026 goda)* [Higher School: scientific research. Materials of the Interuniversity International Congress (Moscow, May 14, 2026)]. Moscow: INFINITI. 2026 : 63 - 71 [In Russ.].

4. Zolotarev A. P. Prospects for the development of the structure and content of long-term training

of the sports reserve in football. *Teorya I Praktika Futbola*. 2000 ; 2 : 5 - 8 [In Russ.].

5. Zaichenko A. S. Assessment of a football player's performance in the context of individualization of the training process. *Fizicheskaya kultura : vospitanie, obrazovanie, trenirovka*. 2021 ; 1 : 43 - 45 [In Russ.].

6. Ishchenko V., Lisenchuk G. Analysis of physical fitness of football players of teams of different qualifications. *Teorya I Praktika Futbola*. 2003 ; 3 : 13 - 17 [In Russ.].

7. Levin V. Comprehensive analysis of the preparedness of highly qualified football players in the dynamics of the annual cycle. *Teorya I Praktika Futbola*. 2000 ; 4 : 16 - 19 [In Russ.].

8. Morozov Yu. A. Physical training of football players. *Iskusstvo podgotovki vysokoklassnykh futbolistov*. Moscow: Soviet Sport. 2003 : 86 - 99 [In Russ.].

9. Popova G. M. Respiratory rate in a sprint. *Sbornik nauchnykh rabot molodykh uchenykh*. L.: P. F. Lesgaft GDOIFK. 1969 : 42 - 44 [In Russ.].

10. Sentyabrev N. N. *Napravlenneya relaksatsiya organizma pri napryazhennoy myshechnoy deyatel'nosti cheloveka* [Targeted relaxation of the body during intense human muscular activity]. Volgograd: VGAFK. 2004 : 142 [In Russ.].

11. Solopov I. P., Suchilin A. A., Qian V. *Funktsionalnaya podgotovka yunnykh futbolistov raznykh igrovykh amplya na osnove primeneniya ergogenicheskikh sredstv* [Functional training of young football players of different playing roles based on the use of ergogenic means]. Volgograd: VGAFK. 2006 : 57 [In Russ.].

12. Thorevsky V. I. Blood supply to skeletal muscles during static and dynamic work: Abstract of the dissertation. *Candidate's thesis*. Moscow. 1967 : 24 [In Russ.].

13. Shamardin A. I. *Metodika razvitya I sovershenstvovaniya dvigatelnykh (fizicheskikh) kachestv u yunnykh futbolistov* [Methods of development and improvement of motor (physical) qualities in young football players]. Volgograd. 2005 : 48 [In Russ.].

14. Davis M., Eshelman E.R., McKay M. *The relaxation and stress reduction workbook*. New Harbinger Publications. 1995 : 25 - 57 [In Engl.].

15. Solmyo A., Gonzales - Serratos H. Electron probe analysis of the sarcoplasmic reticulum and vacuolated T-tubule system of fatigued from muscle. *Ann. N. – Y. Acad. Sci.* 1978 ; 307 : 232 - 234 [In Engl.].

Статья поступила в редакцию: 17.08.2026

Денисенко Юрий Прокофьевич - доктор биологических наук, профессор, профессор кафедры теории и методики футбола и хоккея, Поволжский государственный университет физической культуры, спорта и туризма, 420010, Россия, Республика Татарстан, г. Казань, ул. Деревня Универсиады, дом 35, e-mail: yprof@yandex.ru

Гераськин Анатолий Александрович - кандидат педагогических наук, доцент кафедры естественно - научного образования и физической культуры, Ишимский педагогический институт имени П. П. Ершова (филиал Тюменского государственного университета), 627750, Россия, Тюменская область, г. Ишим, ул. Ленина, дом 1, e-mail: geraskin.anatoly39@yandex.ru

Поливаев Алексей Геннадьевич - кандидат педагогических наук, доцент кафедры естественно - научного образования и физической культуры, Ишимский педагогический институт им. П. П. Ершова (филиал Тюменского государственного университета), 627750, Россия, Тюменская область, г. Ишим, ул. Ленина, дом 1, e-mail: a.g.polivaev@utmn.ru

Эртман Юрий Николаевич - кандидат педагогических наук, доцент, заведующий кафедрой спортивных игр, Омский государственный университет физической культуры и спорта, 644099, Россия, г. Омск, ул. Масленникова, дом 144, e-mail: ertman@inbox.ru