

Бекембетова Р.А. , Конакбаев Б.М. 

Казахская академия спорта и туризма, г. Алматы, Казахстан

ЗНАЧЕНИЕ ТРЕНИРОВОЧНОЙ НАГРУЗКИ МАЛОЙ АЭРОБНОЙ МОЩНОСТИ В ЕДИНОБОРСТВАХ

Бекембетова Раиса Абдрахмановна, Конакбаев Бакытбек Мухаметханович

Значение тренировочной нагрузки малой аэробной мощности в единоборствах

Аннотация. В данной статье рассматривается вопрос о значении тренировочной нагрузки малой аэробной мощности, которая значителен как общеподготовительная или базовая подготовка. По результатам тестирования физическая работоспособность малой аэробной мощности спортсменов сборных команд, в частности, по единоборствам, в Научно-исследовательском институте спорта в течение продолжительного времени оценивалась как средняя или низкая. Проведен анализ результатов научных исследований о механизмах адаптации спортсменов к данному режиму физической нагрузки, который является основой для роста и совершенствования специальной физической работоспособности спортсменов. Режимы тренировочных нагрузок характеризуются уровнем энергетического обмена, точным показателем которого является уровень лактата в крови. Поддержание энергетического обмена регулирует не только двигательные функции, но и активность вегетативной нервной системы организма.

Ключевые слова: аэробная нагрузка, лактат, системообразующий фактор.

Bekembetova Raisa, Konakbayev Bakytbek

The value of the training load of low aerobic power in martial arts

Abstract. This article discusses the importance of low aerobic power sports training, which is listed as general preparatory or basic training. According to the results of testing, the physical work capacity of low aerobic power athletes of martial arts teams in the Research Institute of Sports for a long time was evaluated as average or low. An analysis of the results of scientific research on the mechanisms of adaptation of athletes to this mode of physical activity, which is the basis for the growth and improvement of special work capacity, is made. Training load regimes are characterized by the level of energy metabolism, the exact indicator of which is lactate. Maintenance of energy metabolism regulates not only motor functions, but also the activity of the autonomic nervous system.

Key words: aerobic exercise, lactate, system-forming factor.

Бекембетова Раиса Абдрахмановна, Конакбаев Бакытбек Мухаметханович

Жекпе-жек түрлерінде төмен аэробты қуатты жаттықтыру жүктемесінің мәні

Аңдатпа. Бұл мақалада жалпы даярлық немесе негізгі дайындық болып саналатын төмен аэробты қуатты жаттықтыру жүктемесінің маңыздылығы талқыланады. Спорттағы ғылыми зерттеу институтының ұзақ уақыт бойы сынақ нәтижелері бойынша жекпе-жектегі құрама командалар спортшыларының төмен аэробтық қуаттылығының физикалық жұмыс қабілетілігі орташа немесе төмен деп бағаланды. Спортшылардың арнайы жұмыс қабілетінің өсуі мен жетілдіруіне негіз болып табылатын, спортшылардың осы қарқындағы дене жүктемелеріне бейімделу механизмдері туралы ғылыми зерттеулердің нәтижелеріне талдау жүргізілді. Жаттығу жүктемелерінің қарқыны қуат көзінің алмасуының деңгейімен сипатталады және оның нақты көрсеткіші қандағы лактат деңгейі болып табылады. Энергия алмасуын ұстап тұру тек қимыл-қозғалыс функцияларды үйлестіруді ғана емес, сонымен қатар ағзаның вегетативті жүйке жүйесінің қызметін де реттейді.

Түйін сөздер: аэробты жүктемелер, лактат, жүйе құраушы фактор.

Введение. Одной из главных задач управления спортивной тренировкой являются регулирование и контроль физической нагрузки (по характеру, объёму и интенсивности) в соответствии с постоянно изменяющимися возможностями организма спортсмена. Проведение контроля режима тренировочных занятий повышает эффективность спортивной подготовки, снижает риск травмы и болезней, продлевает спортивную жизнь [1]. Такой контроль необходим также для самого спортсмена для понимания и анализа своих достижений.

Для того чтобы управлять или контролировать тренировочный процесс, необходимо систематизировать весь арсенал физических нагрузок на основе какого-то единого принципа, который объединил бы, с одной стороны, внешние педагогические показатели (циклические, ациклические, скорость и др.), а с другой стороны, интегральные показатели ответных реакций организма, то есть биологические функции. Как известно, выполнение любой деятельности (физической, умственной) связано с энергетическими превращениями, которые лежат в основе функционального состояния организма в целом [2], при этом ведущим звеном является энергетический обмен, который вырабатывается до 90% в митохондриях клетки [3]. Так, на основании всестороннего анализа многолетних экспериментальных исследований режимы тренировочных нагрузок стали характеризовать по энергетическому принципу. Классификация по энергетическому критерию исходит из преобладания источников энергии: аэробная (окислительная система), анаэробная (лактатная), анаэробная алактатная (за счет фосфогенной системы) [4, 5]. Одним из параметров, который наиболее точно отражает состояние энергетических процессов в организме, является метаболит гликолиза – лактат [6, 7]. В современной классификации тренировочных нагрузок выделяют до 7 энергетических зон, имеющих определённые педагогические критерии и энергетические границы. В данной статье основное внимание будет сосредоточено на так называемой базовой зоне тренировочного процесса. По мнению ученых, этот режим является значимой частью годового тренировочного цикла и ему отводится около 25-30% годового объема и является основополагающим или базовым [1, с. 16-17]. Однако, углубленные комплексные обследования спортсменов сборных команд РК по единоборствам, проводимые многие годы в НИИ спорта КазАСТ, зачастую свидетельствовали, что именно при

этом энергетическом уровне спортсмены были слабо тренированы [8].

Цель и задачи исследования. Цель данного исследования – определить значимость тренировочных нагрузок общей или базовой подготовки, исходя из анализа механизмов адаптации организма, и выявить причины низкого уровня физической работоспособности малой аэробной мощности спортсменов, занимающихся в основном в единоборствах.

Методы и организация исследования. В связи с поставленной целью проводился анализ результатов фундаментальных исследований о механизмах адаптации организма к тренировочным нагрузкам малой аэробной мощности и его значение для дальнейшего повышения физической работоспособности спортсменов. Основанием для такого анализа явились результаты углубленных комплексных обследований спортсменов, занимающихся различными видами единоборств, которые проводились в НИИ спорта КазАСТ в течение нескольких лет. Тестирование проводилось в полном соответствии с общепринятой методикой [9] с помощью электровелоэргометра «Эргорейсер» фирмы Kittler (ФРГ) с определением МПК на аппарате ГВВ-2 (аппарат Холдена). Сбор выдыхаемого воздуха за строго фиксированное время проводили в газонепроницаемые емкости (мешки Дугласа объемом 160 л). Использовались загубники и дыхательные маски с клапанной системой. Объем выдыхаемого воздуха определяли с помощью газового счетчика типа ГСБ-400.

Результаты исследования и их обсуждение. Предполагают, что любая активация функций (мышечная, умственная) является универсальным средством мобилизации и тренировки реакций энергетического обмена и в то же время произвольное поддержание энергетического обмена (режима) позволяет осуществлять универсальную и мягкую регуляцию не только произвольных функций, но и вегетативной нервной системы (ЧСС, тонус сосудов, функцию всех внутренних органов, иммунную систему и т.д.). При этом регуляция функционального состояния организма путем воздействия на интенсивность и направленность процессов энергетического обмена бывает наиболее эффективной [10].

Если ранее интенсивность нагрузки в основном характеризовали по показателю частоты сокращения сердца (ЧСС, уд/мин), который зачастую дает представление о нагрузке на сердечно-сосудистую систему (и прежде всего, на сердце), то показатель лактата является одним из

параметров, который наиболее точно отражает состояние энергетических процессов в организме в целом [8, с. 23]. Исходя из общепринятой классификации, тренировочная нагрузка малой аэробной мощности характеризуется уровнем лактата не более 2 ммоль/л, ЧСС составляет 50-60% от максимальных значений, потребление кислорода – около 50% от МПК, при этом вентиляция легких включается лишь на 32%.

Результаты исследований в этой области показали, что длительные тренировки такого режима в первую очередь направлены на развитие функциональных возможностей сердечно-сосудистой системы (систолический объем сердца составляет 90% от максимума), что увеличивает сократительную и «насосную» функцию сердца, при этом не происходит гипертрофии мышц сердца. Длительная тренировка малой аэробной мощности способствует развитию новых кровеносных сосудов сердца (васкулиризация) [11, 12], усиливая тем самым транспорт кислорода и питание миокарда сердца, а также усиленной экстракции кислорода работающими мышцами из-за большой артериовенозной разницы по кислороду и его низком напряжении в венозной крови [13].

Выполнение длительной физической нагрузки умеренной мощности, целью которой является развитие общей выносливости, происходит с участием больших мышечных групп, а систематические тренировки приводят к расширению капиллярной сети в работающих мышцах спортсменов, увеличивая кровоток, и при этом сокращается расстояние диффузии кислорода из капилляров в мышечное волокно, повышая эффективность кровообращения в работающих мышцах. Доставка кислорода при умеренной, но длительной работе обеспечивается перестройкой дыхательной системы, которая выражается ростом легочных объемов (ЖЕЛ), увеличением альвеолярной поверхности и, соответственно, ростом сети капилляров в легких повышением выносливости дыхательных мышц [14].

Следует сказать, что долговременные адаптационные реакции носят гетерохронный характер. Необходимо учесть, что, если увеличение показателей систолического объема и сердечного выброса отмечается на 5-7 день после начала такой тренировки, то в мышечной ткани увеличение количества митохондрии, уровня миоглобина, сократительных белков, ферментов, рост капиллярной сети происходят в более поздние сроки (5-8 неделя) [15, с. 159-160; 16]. Однако достигнутые результаты могут нивелироваться

уже на 10-20 день, если прекратить тренировки [17]. Следует отметить, что аэробная тренировка (лактат до 2 ммоль/л) имеет ряд важных характеристик, которые заключаются в доминировании липидного обмена, который является не только источником энергии, но и структурным компонентом клеточных мембран, обладающим адаптационной функцией, и изменение жирно-кислотного состава мембранных липидов является центральным механизмом всех видов адаптации [18, 19]. Все скоростные качества (восприятие, реакция, выполнение, восстановление) зависят от состояния мембранных липидов в синапсах центральной и периферической нервной системы [20].

При исследовании влияния аэробной тренировки на ферменты аэробного метаболизма, находящиеся в митохондриях, было выявлено, что увеличиваются как размеры, так и число митохондрий, а также изменяется соотношение различных ферментов в них. Все эти изменения (активность ферментов, рост числа митохондрий) есть генетически закрепленное явление [15, с. 418-420; 3, с. 143-145; 21]. При этом следует отметить важный момент, что адаптация к длительной аэробной работе сопровождается существенным увеличением запасов как липидов, так гликогена в различных мышцах, особенно в красных волокнах, но различие между белыми и красными мышцами не только сохраняется, но и усиливается, и в этом есть определенная целесообразность. Также выявлено, что во всех мышечных волокнах (красные, промежуточные, белые) аэробная тренировка приводит к увеличению активности ферментов гликолиза, в частности, гексокиназы, причем в промежуточных волокнах – вдвое, а в красных – в полтора раза, благодаря чему происходит постоянный приток глюкозы в клетки различных органов и тканей [22]. В исследованиях [23] было обнаружено, что при длительной мышечной работе значительная доля CO_2 образуется из углеводов через лактат. В связи с этим автор предполагает, что скорость образования лактата в гликолитических мышцах соответствует скорости использования его в красных мышечных волокнах и, следовательно, суммарный эффект связан с одновременной или параллельной работой двух типов мышечных волокон, что выгодно как с механической, так и с метаболической точки зрения, заключают авторы.

Таким образом, при длительной аэробной тренировке изменение активности ключевых ферментов аэробного и анаэробного метаболизма, рост количества митохондрий и капилляров,

а также увеличение запасов энергетических субстратов (липидов, углеводов) свидетельствует о том, что повышается не только количество получаемой энергии, но и скорость ее выработки [13, с. 275-277], при этом алгоритм этих адаптационных изменений, по мнению ученых, заложен генетически [22, с. 101-103; 4, с. 21-23]. Предполагают, что эти изменения являются исходной точкой дальнейшей цепи адаптационных модификаций функциональных систем, клеток и организма в целом для повышения и совершенствования специального тренировочного процесса, поскольку механизмы адаптации и их закономерности в целом универсальны [24, 25].

На любом этапе многолетней подготовки базовые или физические нагрузки малой аэробной мощности занимают важное место в практике тренировочного процесса высококвалифицированных спортсменов, который расширяет арсенал тренировочных средств и при этом не сопровождается гипертрофией органов и тканей, что придает устойчивость к явлениям дезадаптации, заключает автор [1, с. 45].

В связи со значимостью тренировок малой аэробной мощности для дальнейшего роста и совершенствования спортивной подготовки решили проанализировать и дать оценку физической работоспособности именно малой аэробной мощности (ФР 130).

Ниже представлены результаты углубленного комплексного обследования спортсменов

сборных РК, занимающихся разными видами борьбы (Таблицы 1, 2). Обследовано 18 спортсменов по вольной борьбе и 15 спортсменов по дзюдо, среди них 4 мастера международного класса, остальные – мастера спорта. В таблице 1 представлены показатели антропометрии и функции внешнего дыхания, а также уровень физической работоспособности малой аэробной мощности при частоте пульса 130 (ФР 130). Сравнительный анализ свидетельствует, что показатели массо-ростового индекса (МРИ), который определяет направленность спортивной тренировки [26], не соответствуют модельному уровню (370-400 г/см). Относительно функциональных параметров дыхательной системы у обследуемых спортсменов, то они также не отвечают требованиям, предъявляемым спортсменам высокого класса. В то время, как модельные показатели жизненной емкости легких (ЖЕЛ) спортсменов высокой квалификации должны обеспечивать жизненный индекс (ЖИ) 65-75 мл/кг, при этом максимальная вентиляция легких (МВЛ) должна соответствовать 220-270 л. При выполнении физической нагрузки легочная вентиляция является первым звеном в процессе доставки кислорода к работающим мышцам и конечным звеном для выведения продукта биологического окисления – углекислого газа и в связи с этим работоспособность при мышечной деятельности неразрывно связана с функцией дыхательной системы [27].

Таблица 1 – Показатели физического развития и функциональных возможностей респираторного аппарата спортсменов сборной команды РК по вольной борьбе и дзюдоистов

Возраст, лет	Масса, кг	Рост, см	МРИ, г/см	ЖЕЛ, мл	ЖИ, мл/кг	МВЛ, л
Борцы вольного стиля						
Первое обследование						
22,1±0,6	82,3±4,3	174,7±3,34	468±18,7	4720±324	57±3,6	192,7±12,3
Второе обследование						
23,4±0,40	78,7±4,3	171,9±2,8	454±18,6	4672±310	59±1,7	196,2±7,9
Дзюдоисты						
Первое обследование						
24,4±0,82	87,98±7,6	175,9±3,54	498±28,3	4964±283	57,9±3,41	205±10,2
Второе обследование						
24,2±1,2	88,4±9,7	178,7±2,6	490±48,4	4856±	58,1±4,7	192,3±

Из представленных результатов тестирования спортсменов, специализирующихся в единоборстве, – физических качеств (МРИ), а также внешнего дыхания, исходя из проведенного анализа механизма адаптации к физической нагрузке малой аэробной мощности (о чем говорилось

выше), следует сказать, что режимы тренировок и их длительность, возможно, не соблюдались. При таком подходе естественно ожидать и пониженный уровень физической работоспособности и аэробной возможности (МПК), о чем свидетельствуют данные, приведенные в таблице 2.

Таблица 2 - Физическая работоспособность малой аэробной мощности у борцов вольного стиля и дзюдоистов сборной команды РК

Физическая работоспособность, кг			МПК, мл/мин	Оценка
мин	мин/кг	оценка	кг	
Борцы вольного стиля				
Первое тестирование				
781±80,4	10,64±0,77	сред	51,62±1,38	сред.
Второе тестирование				
879±83,8	11,01±0,68	сред.	52,42±1,68	сред.
Дзюдоисты				
975±48,9	11,4±0,72	сред.	47,9±2,91	пониж.

Следовательно, для достижения высоких спортивных результатов подготовки спортсменов, специализирующихся в видах спорта по единоборствам, необходимо полагаться на известные научные основы механизмов адаптации к физическим нагрузкам малой энергетической зоны, времени структурных изменений, а также последовательность и чередование тренировочных циклов [1, с. 91-102].

Возвращаясь к вопросу о контроле и соблюдении энергетических режимов тренировочных нагрузок, необходимо напомнить о роли лактата. В условиях физиологической нормы нервная регуляция является в известной мере ведущей, но при некоторых воздействиях на организм состояние самой нервной системы зависит как от изменений состава общей внутренней среды, так микросреды нервных клеток [28]. Известно, что основным энергетическим источником для функции мозга является глюкоза. Предполагают, что при повышенной активности увеличивается транспорт глюкозы через астроциты, где глюкоза конвертируется в лактат и только после этого он доставляется к нейронам [29]. Установлено, что при физической активности, а также в период восстановления источником энергии для головного мозга является лактат [30]. Результаты исследований, проведенных в университете Бристоль, предполагают, что молочная кислота, по-

мимо ее роли в качестве источника энергии, также является для нервных клеток сигналом для производства большего количества норадреналина, одного из основных гормонов, ответственного за мотивацию, контроль за артериальным давлением, а также ощущения боли и аппетита и т.д. [31]

Таким образом, результаты исследований, посвященных более детальному изучению образования и распределения лактата, дают новые сведения о его функциональной значимости в организме. Одним из важных утверждений является то, что лактат практически признан координатором не только клеточного метаболизма органов и тканей, но организма в целом [32]. Вышеприведенные данные являются дополнительным основанием того, что для объективного контроля режимов тренировочных нагрузок необходимо использовать в первую очередь показатели лактата в сочетании с ЧСС, и самым важным является информировать спортсменов о полученных параметрах. Возможно, такой подход приведет к развитию способности реально ощущать режим выполняемой нагрузки. Для корректной тренировки необходимы сведения об индивидуальных особенностях метаболизма, критерием которого является опять же показатель анаэробного гликолиза-лактата. В результате проведения и анализа результатов многолет-

них исследований автором были выявлены, что при выполнении стандартной ступенчато-возрастающей нагрузки спортсмены с преобладанием аэробного типа обмена концентрация лактата на уровне ПАНО («стайеры»), со смешанным или «универсальным» типом энергообразования, когда уровень лактата колебался в диапазоне до 8 ммоль/л, а также «спринтерским» или анаэробным, при этом показатели концентрации лактата значительно превышали 8 ммоль/л. При сравнительном анализе было выявлено, что спортсмены с анаэробным типом метаболизма имели преимущество при скоростно-силовой и скоростной работе, а у спортсменов с аэробным типом метаболизма относительный показатель МПК был выше по сравнению с двумя другими группами [21, с. 60-72].

Таким образом, показатель лактата был положен в основу определения типов биологической адаптации человеческой популяции как к условиям внешней среды, так и к специфической мышечной деятельности, причем генетически обусловленным [18, с. 41-43; 3, с. 145-146]. В результате выполняемой нагрузки одинаково

характера реакция организма спортсменов на данную нагрузку отвечает по-разному. Для наглядности данного факта мы приводим пример результатов исследований, проведенных сотрудниками НИИ спорта в условиях тренировочных сборов спортсменок сборной команды РК по лыжным гонкам, на рисунке 1. Спортсменки на лыжах-роликах выполняли тренировочную нагрузку (2 км) в аэробном режиме (уровень ПАНО) в свободном стиле. Скорость прохождения трассы колебалась от 5,89 до 6,35 м/с, а средняя скорость была 6,11 м/с при этом диапазон ЧСС находился в пределах от 171 до 185 уд/мин (средний пульс – 176,6 уд/мин). Исходя из представленного графика, следует, что при сопоставимой скорости бега показатели лактата и ЧСС существенно отличаются, что характеризует разный уровень энергетических и функциональных возможностей, либо, исходя из гипотезы, предложенной Л.Г. Харитоновой [30, с. 43-59], у двух спортсменок прослеживается аэробный тип метаболизма (4,1 ммоль/л), у 2 других спортсменок – смешанный (7,2-7,55 ммоль/л), а третий тип – анаэробный (8,3 ммоль/л).

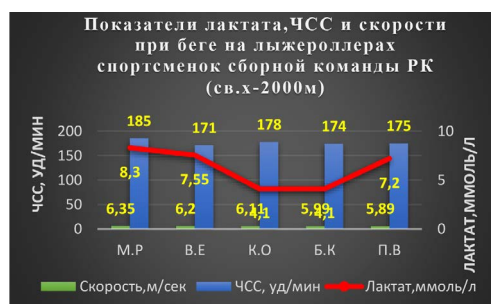


Рисунок 1 - Динамика ЧСС и лактата крови у спортсменок сборной команды РК по лыжным гонкам в условиях тренировочных сборов в г. Щучинск

Следует сказать, что энергетический обмен является мишенью адаптационных перестроек [18, с. 60-67; 6, с. 144-147]. По мнению Е.И. Мавевского с соавторами [10, с. 27-29], поддержание энергетического обмена позволяет осуществлять универсальную регуляцию не только двигательной функции, но и не подчиняющихся воле человека функций вегетативной нервной системы организма (тонус сосудов, частота сердечных сокращений, функция внутренних органов, секреция гормонов, активность иммунной системы и т.д.).

Выводы: 1. Для повышения функциональных возможностей организма спортсменов необходимо проводить на регулярной основе тренировочные занятия малой аэробной мощ-

ности или базовой тренировки (лактат – до 2 ммоль/л), при этом продолжительность тренировки в данном режиме должна быть не менее 1,5-2 часа.

С целью оценки эффективности тренировочного процесса необходимо проводить лабораторные тестирования по определению показателей функциональных возможностей и физической работоспособности спортсменов.

Для оценки адаптационных изменений в условиях тренировочных сборов необходимо использовать общепринятые и специальные тесты (определение состава тела, рассчитывание массо-ростового индекса, определение лактата, проба Штанге, Серкина, Генче и т.д.).

Литература

- 1 Платонов В.Н. Двигательные качества и физическая подготовка спортсменов. – М.: Спорт, 2019. – 656 с.
- 2 Кондрашова М.Н., Маевский Е.И. Переменное использование углеводов и липидов как форма регуляции физиологического состояния. Регуляция энергетического обмена и физиологическое состояние организма. – М.: «Наука», 1978. – С. 5-14.
- 3 Лукьянова Л.Д. Сигнальная роль митохондрий при адаптации к гипоксии // Физиол. журн., 2013. – Т. 59. – № 6. – С. 141-152.
- 4 Хочачка П. Сомеро Дж. Биохимическая адаптация. – М.: Мир. 1988. – 508 с.
- 5 Харгривс М. Метаболизм в процессе физической деятельности. К.: Олимпийская литература, 1998. – 286 с.
- 6 Brooks G.A. The lactate shuttle during exercise and recovery // Med. Sci. Sports Exerc. – 1985. 17. – P. 22-34.
- 7 Gladden L.B. Lactate metabolism: a new paradigm for the third millennium // J. Physiol., – 2004. 558. – P. 5-30.
- 8 Иванов А.С., Сухов С.В. Комплексный контроль в системе подготовки спортсменов. – Алматы, 2004. – 144 с.
- 9 Карпман В.Л., Белоцерковский З.Б., Гудков И.А. Тестирование в спорте. – М.: Физкультура и спорт, 1988. – 208 с.
- 10 Маевский Е.И., Е.В. Гришина, А.С. Розенфельд. Обоснование использования биологически активных добавок янтарит и митомин на основе янтарной кислоты // Биомедицинский журнал. – 2000. Т. 1, СТ. 2. – С. 25-31.
- 11 Меерсон, Ф.З., Пшеничкова М.Г. Адаптация к стрессовым ситуациям и физическим нагрузкам. – М.: Медицина, 1988. – 256 с.
- 12 Crisman R., Ruttman B., Tomanek R. Exercise-induced myocardial capillary growth in the spontaneously hypertensive rat // Microvascular Research. – 1985. – Vol. 30, N2. – P. 185-194.
- 13 Holloszy J.O., Booth F.W. Biochemical adaptations to endurance exercise in muscle // Annual Review of Physiology. – 1976. – 38. – P. 273-291.
- 14 Озолин П.П. Адаптация сосудистой системы к спортивным нагрузкам. – Рига: «ЗИНАТНЕ», 1984. – 134 с.
- 15 Marsh R.L. Catabolic enzyme activities in relation to premigratory fattening and muscle hypertrophy in the gray catbird (*Dumetella carolinensis*) // Journal of Comparative Physiology. – 1981. – 141. – P. 417-423.
- 16 Kenney L.W. Wilmore J.H. and Costill D.L. Physiology of sport and exercise. – Champaign: Human Kinetics, 2004. – 621 p.
- 17 Green H.J. Jones S. Farrance M. and Ranney D. Adaptation in muscle metabolism to prolonged voluntary exercise and training // Journal of Applied Physiology. – 1995. – 78. – Pp. 138-174.
- 18 Крепс Е.М. Липиды клеточных мембран. – Л.: Наука, 1981. – 339 с.
- 19 Болдырев А.А. Введение в биохимию мембран. – М.: Высшая школа, 1986. – 112 с.
- 20 Мовсеян Ш.Е. Увеличение скоростных качеств у спортсменов // Всероссийская (с междунар. уч.) науч.-практич. конф. «Спортивная медицина. Здоровье и физическая культура». – Сочи, 2012. – 2-е издание, доп. – С. 50-55.
- 21 Харитонов Л.Г. Адаптация к физическим нагрузкам спортсменов игровых видов спорта на этапе спортивного совершенствования (на примере футбола, хоккея, бадминтона). – Омск.: СибГУФК, 2005. – 126 с.
- 22 Hultman E. Regulation of carbohydrate metabolism in liver during rest and exercise with special reference to diet. In: 3 rd Intl. Sym. on Biochemistry of Exercise, ed. F. Landry and W.A.R. Orban. Miami, Symposia Specialists. – 1978. – P. 99-126.
- 23 Donovan C.M., Brooks G.A., Endurance training affects lactate clearance, not lactate production. // American Journal of Physiology. – 1983. – 244. – P. 83-92.
- 24 Матвеев Л.П. Основы общей теории спорта системы подготовки. – К.: Олимпийская ая литература, 1998. – 320 с.
- 25 Wilmore J.H., Costill D.L. Physiology of sport and exercise. – Champaign, IL: Human Kinetics, 2004. – 726 p.
- 26 Абрамова Т.Ф., Никитина Т.М., Кочеткова Н.И. Морфологические критерии- показатели пригодности, общей физической подготовленности и контроля текущей и долговременной адаптации к тренировочным нагрузкам. – М.: ТВ Дивизион., 2010. – 104 с.
- 27 Бреслав И.С., Волков Н.И., Тамбовцева Р.В. Дыхание и мышечная активность человека в спорте. – М.: Советский спорт. 2013. – 336 с.
- 28 Кассиль Г.Н., Вайсфельд И.Л., Матлина Э.Ш., Шрейберг Г.Л. Гуморально-гормональные механизмы регуляции при спортивной деятельности. – М.: Наука, 1978. – 304 с.
- 29 Takanako T., Tian G.F., Peng W., et al. Astrocyte-mediated control of cerebral blood flow. // Nature Neuroscience. – 2006. – V. 9. – №2. – P. 260-267.
- 30 Hashimoto T., Brooks G.A. Mitochondrial lactate oxidation complex and an adaptive role for lactate production // Medicine & Science in Sports & Exercise. – 2008 Mar; 40(3): 486-494.
- 31 Tang. F., Lane S., Korsak A., Paton, JFR, Gourine, AV, Kasparov S., Teschemacher A.G. Lactate-mediated glia-neuronal signaling in the mammalian brain // Nature Communications. – 2014. V. 5. – P. 3284.
- 32 Gerald A Dienel Brain lactate metabolism: the discoveries and the controversies // Journal of Cerebral Flow and Metabolism. – 2012. – 32. – P. 1107-1138.

References

- 1 Platonov V.N. Dvigatel'nye kachestva i fizicheskaya podgotovka sportsmenov. M.: Sport., 2019. — 656 s.
- 2 Kondrashova M.N., Maevskij E.I. Peremennoe ispol'zovanie uglevodov i lipidov kak forma regulyacii fiziologicheskogo sostoyaniya. Regulyaciya energeticheskogo obmena i fiziologicheskoe sostoyanie organizma. M. «Nauka». - 1978 – S. 5-14.
- 3 Luk'yanova L.D. Signal'naya rol' mitohondrij pri adaptacii k gipoksii // Fiziol. zhurn., 2013, -T. 59, - № 6. - S. 141-152.
- 4 Hochachka P. Somero Dzh. Biohimicheskaya adaptaciya. M.: Mir. 1988. - 508 s.
- 5 Hargrivi M. Metabolizm v processe fizicheskoy deyatel'nosti. K.: Olimpijskaya literatura, 1998. - 286 s.
- 6 Brooks G.A. The lactate shuttle during exercise and recovery // Med. Sci. Sports Exerc. 1985. 17. – P. 22-34.
- 7 Gladden L.B. Lactate metabolism: a new paradigm for the third millennium // J. Physiol., 2004. 558. – P. 5-30.

- 8 Ivanov A.S., Suhov S.V. Kompleksnyj kontrol' v sisteme podgotovki sportsmenov. Almaty. 2004. - 144 s.
- 9 Karpman V.L., Belocerkovskij Z.B., Gudkov I.A. Testirovanie v sporte. M.: Fizkul'tura i sport. 1988. - 208 s.
- 10 Maevskij E.I., E.V. Grishina, A.S. Rozenfel'd. Obosnovanie ispol'zovaniya biologicheskii aktivnyh dobavok yantavit i mitomin na osnove yantarnoj kisloty. // Biomedicinskij zhurnal, 2000. T.1, ST.2. – S. 25-31.
- 11 Meerson, F.Z., Pshennikova M.G. Adaptaciya k stressovym situacijam i fizicheskim nagruzkam. – M.: Medicina, 1988. – 256 s.
- 12 Srisman R., Ruttman B., Tomanek R. Exercise-induced myocardial capillary growth in the spontaneously hypertensive rat // Microvascular Research. -1985.- Vol.30, N2. - P. 185-194.
- 13 Holloszy J.O., Booth F.W. Biochemical adaptations to endurance exercise in muscle // Annual Review of Physiology. - 1976. - 38. – P. 273-291.
- 14 Ozolin' P.P. Adaptaciya sosudistoj sistemy k sportivnym nagruzkam. Riga: «ZINATNE», 1984. - 134 s.
- 15 Marsh R.L. Catabolic enzyme activities in relation to premigratory fattening and muscle hypertrophy in the gray catbird (*Dumetella carolinensis*) // Journal of Comparative Physiology. 1981, - 141. - P. 417-423.
- 16 Kenney L.W. Wilmore J.H. and Costill D.L. Physiology of sport and exercise. Champaign; Human Kinetics, 2004 - 621 p.
- 17 Green H.J. Jones S. Farrance M. and Ranney D. Adaptation in muscle metabolism to prolonged voluntary exercise and training // Journal of Applied Physiology. 1995, - 78. - Pp. 138-174.
- 18 Kreps E.M. Lipidy kletocnyh membran L.: Nauka, 1981. – 339 s.
- 19 Boldyrev A.A. Vvedenie v biohimiyu membran M.: Vysshaya shkola, 1986.- 112 s.
- 20 Movsesyan SH.E. Uvelichenie skorostnyh kachestv u sportsmenov // Vserossijskaya (s mezhdunar. uch.) nauch. - prakt. konf. «Sportivnaya medicina. Zdorov'e i fizicheskaya kul'tura». - Sochi, 2012. 2-e izdanie, dop. – S. 50-55.
- 21 Haritonova L.G. Adaptaciya k fizicheskim nagruzkam sportsmenov igrovyyh vidov sporta na etape sportivnogo sovershenstvovaniya (na primere futbola, hokkeya, badmintona) Omsk.: SibGUFK, 2005. - 126 s.
- 22 Hultman E. Regulation of carbohydrate metabolism in liver during rest and exercise with special reference to diet. In: 3 rd Intl. Sym. on Biochemistry of Exercise, ed. F. Landry and W.A.R. Orban. Miami, Symposia Specialists. - 1978. - P. 99-126.
- 23 Donovan S.M., Brooks G.A., Endurance training affects lactate clearance, not lactate production. // American Journal of Physiology. - 1983.- 244. - P. 83-92.
- 24 Matveev L.P. Osnovy obshchej teorii sporta sistemy podgotovki K.: Olimpijskaya aya literatura, 1998. – 320 s.
- 25 Wilmore J.H., Costill D.L. Physiology of sport and exercise. Champaign, IL: Human Kinetics, 2004. - 726 p.
- 26 Abramova T.F., Nikitina T.M., Kochetkova N.I. Morfologicheskie kriterii- pokazateli prigodnosti, obshchej fizicheskoj podgotovlennosti i kontrolya tekushchej i dolgovremennoj adaptacii k trenirovochnym nagruzkam. M.: TV Divizion., 2010. - 104 s.
- 27 Breslav I.S., Volkov N.I., Tambovceva R.V. Dyhanie i myshechnaya aktivnost' cheloveka v sporte. M.: Sovetskij sport. 2013. - 336 s.
- 28 Kassil' G.N., Vajsfel'd I.L., Matlina E.SH., SHrejberg G.L. Gumoral'no-gormal'nye mekhanizmy reguljacii pri sportivnoj deyatelnosti. M.: Nauka, 1978. - 304 s.
- 29 Takanako T., Tian G.F., Peng W., et al. Astrocyte-mediated control of cerebral blood flow. // Nature Neuroscience. - 2006. - V.9, - №2. - P. 260-267.
- 30 Hashimoto T., Brooks G.A. Mitochondrial lactate oxidation complex and an adaptive role for lactate production // Medicine & Science in Sports & Exercise. - 2008 Mar; 40(3): 486–94.
- 31 Tang. F., Lane S., Korsak A., Paton, JFR, Gourine, AV, Kasparov S., Teschemacher A.G. Lactate-mediated glia-neuronal signaling in the mammalian brain // Nature Communications. - 2014. V. 5.- P. 3284.
- 32 Gerald A Dienel Brain lactate metabolism: the discoveries and the controversies // Journal of Cerebral Flow and Metabolism. - 2012, - 32. - P. 1107-1138.

Автор для корреспонденции (первый автор)	Хат-хабарларға арналған автор (бірінші автор)	The Author for Correspondence (The First Author)
<p>Конакбаев Бакытбек Мухаметханович – магистр, старший научный сотрудник НИИ спорта, Казахская академия спорта и туризма, г. Алматы, Казахстан</p> <p>e-mail: bahytbek.k@mail.ru ORCID ID:0000-0001-6116-973X</p>	<p>Конакбаев Бакытбек Мухаметханович – магистр, спорттағы ҒЗИ аға ғылыми қызметкері, Қазақ спорт және туризм академиясы, Алматы қ., Қазақстан</p> <p>e-mail: bahytbek.k@mail.ru ORCID ID:0000-0001-6116-973X</p>	<p>Konakbayev Bakytbek – Master's degree, Senior Researcher, Research Institute of Sports, Kazakh Academy of Sport and Tourism, Almaty, Kazakhstan</p> <p>e-mail: bahytbek.k@mail.ru ORCID ID:0000-0001-6116-973X</p>