

Луговская О.Н., Смоленский А.В., Золичева С.Ю.

СРАВНЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НАРУЖНОЙ КОНТРПУЛЬСАЦИИ И ПАССИВНОЙ НОРМОБАРИЧЕСКОЙ ГИПОКСИТЕРАПИИ У БАСКЕТБОЛИСТОК 10–14 ЛЕТ

Кафедра спортивной медицины ФГБОУ ВО «Российский государственный университет физической культуры, спорта, молодежи и туризма», 105122, Москва, Россия

Цель исследования – оценка результативности изолированного и сочетанного курсового применения нормобарической гипоксии и усиленной наружной контрпульсации у юных баскетболисток, обучающихся в училище олимпийского резерва. Обследовано 86 баскетболисток в возрасте 10–14 лет, находящихся на этапе спортивной специализации. Физиотерапевтические процедуры (усиленную наружную контрпульсацию и нормобарическую гипокситерапию в условиях климатической камеры) проводили изолированно и в комбинации в перерывах между тренировками. Эффективность оценивали на основании изменения показателей до и после курсового применения процедур (проба РВС 170, максимальное потребление кислорода, нагрузочные тесты). Установлено наибольшее повышение общей и специальной работоспособности у юных баскетболисток при 10-дневном комбинированном курсе нормобарической гипокситерапии и наружной контрпульсации.

Ключевые слова: детско-юношеский спорт; нормобарическая гипокситерапия; усиленная наружная контрпульсация; баскетбол; физическая работоспособность.

Для цитирования: Луговская О.Н., Смоленский А.В., Золичева С.Ю. Сравнение эффективности использования наружной контрпульсации и пассивной нормобарической гипокситерапии у баскетболисток 10–14 лет. *Физиотерапия, бальнеология и реабилитация*. 2017; 16(5): 244–248.

DOI: <http://dx.doi.org/10.18821/1681-3456-2017-16-5-244-248>.

Для корреспонденции: Луговская Ольга Николаевна, кафедра спортивной медицины Российского государственного университета физической культуры, спорта, молодежи и туризма, 105122, Москва, Россия.
E-mail: dr.lugovskaya@rambler.ru

Lugovskaya O.N., Smolensky A.V., Zolicheva S.Yu.

COMPARISON OF EFFICIENCY OF USE OF EXTERNAL COUNTERPULSATION AND PASSIVE NORMOBARIC HYPOXYTHERAPY IN FEMALE BASKETBALL PLAYERS 10–14 YEARS OLD

Department of Sports Medicine of the Federal state budgetary educational establishment of higher education «Russian State University of Physical Education, Sport, Youth and Tourism (SCOLIPE)», 105122, Moscow, Russia

The aim of the study was to evaluate the effectiveness of the isolated and combined course application of normobaric hypoxia and enhanced external counterpulsation in young female basketball players. We examined 86 female basketball players aged 10–14 years who are in the sports specialization stage. Physiotherapeutic procedures (enhanced external counterpulsation and normobaric hypoxic therapy in climatic chamber conditions) were conducted in isolation and in combination in breaks between training sessions. Efficacy was assessed on the basis of changes in indicators before and after the course application of the procedures (PWC sample 170, maximum oxygen consumption, stress tests). The greatest increase in general and special working capacity was found in young female basketball players with a 10-day combined course of normobaric hypoxic therapy and external counterpulsation.

Key words: children's and youth sports; normobaric hypoxic therapy; enhanced external counterpulsation; basketball; physical working capacity.

For citation: Lugovskaya ON, Smolensky AV, Zolicheva S.Yu. Comparison of the effectiveness of the use of external counterpulsation and passive normobaric hypoxic therapy in female basketball players 10–14 years old. *Fizioterapiya, Bal'neologiya i Reabilitatsiya (Russian Journal of the Physical Therapy, Balneotherapy and Rehabilitation)*. 2017; 16 (5): 244–248. (In Russ.).

DOI: <http://dx.doi.org/10.18821/1681-3456-2017-16-5-244-248>.

For correspondence: Olga N. Lugovskaya, PhD student, Applicant at the Department of sports medicine of Russian State University of Physical Education, Sport, Youth and Tourism.
E-mail: dr.lugovskaya@rambler.ru

Acknowledgments. The study had no sponsorship.
Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Received 16 February 2016
Accepted 20 April 2016

Высокий уровень достижений в профессиональном спорте напрямую зависит от состояния детско-юношеского спорта, задачами которого являются подготовка спортсменов, их воспитание и образование. Максимально эффективно эти задачи можно реализовать в условиях училищ олимпийского резерва (УОР), количество которых в России выросло в 2 раза и более за последние 6 лет [1]. Баскетбол является одной из самых популярных игр в мире. Освоенные двигательные действия игры в баскетбол и сопряженные с ним физические упражнения – эффективные средства укрепления здоровья, которые могут использоваться человеком на протяжении всей его жизни [2]. Основными задачами на тренировочном этапе (этапе спортивной специализации) у баскетболистов являются повышение уровня общей и специальной физической, технической, тактической и психологической подготовки, приобретение опыта и достижение стабильности выступления на официальных спортивных соревнованиях, формирование спортивной мотивации, укрепление здоровья спортсменов.

Среди методов физиотерапии, направленных на решение задач данного этапа, можно выделить усиленную наружную контрпульсацию (УНКП) и пассивную нормобарическую гипокситерапию (НГ). УНКП – метод вспомогательного кровообращения, основанный на перемещении крови в артериях и венах под воздействием сдвигания нижних конечностей манжетами и приводящий к повышению перфузионного давления в коронарных артериях во время диастолы и снижению сопротивления сердечному выбросу во время систолы [3, 4]. НГ – метод улучшения функционального состояния и работоспособности путем дозированных гипоксических воздействий в нормобарических условиях. Оба метода являются эффективными, неинвазивными, нефармакологическими и безопасными способами повышения общей и специальной работоспособности у спортсменов. Они активно используются в практике спортивной медицины с 1990-х гг., однако единые рекомендации по их длительности, методике применения, режимам использования отсутствуют. При анализе данных литературы не обнаружено работ, посвященных сравнительной эффективности НГ и УНКП как по отдельности, так и при их совместном применении. Это диктует необходимость исследования, направленного на оценку эффективности применения данных методов в практике детско-юношеского спорта.

Несмотря на большое количество исследований, касающихся применения УНКП, механизм действия данного метода недостаточно ясен и обосновывается различными гипотезами. Стандартным терапевтическим курсом для больных ишемической болезнью сердца являются 35 часовых процедур усиленной контрпульсации [5–9]. Однако ввиду длительности экспозиции процедуры и курса метод не применим для охвата большого количества спортсменов, в том числе учащихся УОР, вследствие повышенной плотности учебных занятий и тренировок, а также отказа большинства юных спортсменов от длительных экспозиций УНКП. В связи с этим встает необходимость изучения действия кратко-

временных экспозиций контрпульсации в практике детско-юношеского спорта.

При кратковременном применении УНКП механизм действия этого фактора, по данным ряда исследователей [3, 10], заключается в воздействии на сосуды артериального русла (повышение диастолического давления крови в магистральных сосудах, приводящего к усилению перфузии коронарных сосудов вследствие открытия коронарных коллатералей и анастомозов и венозного русла, а также уменьшению постнагрузки на сердце, что способствует снижению нагрузки на миокард и количества потребляемого ею кислорода) и венозного русла (усиление венозного оттока от нижних конечностей, приводящее к уменьшению депонирования крови в сосудах нижних конечностей и усилению венозного возврата к сердцу) [3]. При спортивных нагрузках, интенсивность которых превышает порог анаэробного обмена, миоциты испытывают гипоксию, результатом чего является снижение скорости восстановительных процессов в миокарде. Процедуры УНКП благодаря действию на сосуды артериального русла ускоряют восстановление после физических упражнений.

Гипоксия как один из методов изменения функционального состояния спортсменов в виде повышения резистентности к физическим нагрузкам используется в практике спортивной медицины на протяжении 50 лет. Одним из способов использования искусственной гипоксии является пассивное пребывание в нормобарической гипоксической среде в условиях климатических камер. Эффекты адаптации к гипоксии, доказанные в многочисленных исследованиях, можно условно разделить на гематологические и негематологические [11–13]. К гематологическим механизмам относятся стимуляция продукции эритропоэтина (вследствие действия на рецепторы в почках), ретикулоцитоз, повышение уровня 2,3-дифосфоглицерата (что способствует выведению кислорода из гемоглобина), рецепторов трансферрина, гематокрита, гемоглобиновой массы, улучшение состояния клеточного и гуморального звеньев иммунитета. К негематологическим механизмам относятся стимуляция ангиогенеза в коже, мышцах, миокарде [14], повышение концентрации миоглобина, возрастание эффективности транспорта и утилизации глюкозы [15], эффективности вентиляторного ответа, диффузионной способности легких, снижение симпатико-адреналовой реактивности на стресс-стимулы, повышение буферной емкости мышц, биоэнергетической эффективности митохондриальной дыхательной цепи (митохондриальные ферментные комплексы 1 и 2) и стимуляция продукции новых митохондрий [16–18]. Как правило, данный метод используется в виде длительных 10–12-часовых экспозиций – «сон на высоте» [19]. Такая длительность невозможна для применения в УОР ввиду низкой пропускной способности и отсутствия условий для сна в климатических кабинках.

Целью нашего исследования была оценка результативности изолированного и комбинированного курсового применения НГ и УНКП.

Таблица 1

Результаты двигательных тестов после проведения процедур

Нагрузочный тест	1-я группа (УНКП)	2-я группа (НГ)	3-я группа (УНКП + НГ)	4-я группа (контроль)
Спринтерский бег 20 м, с:				
до процедуры	3,65 ± 0,28	3,62 ± 0,28	3,74 ± 0,34	3,86 ± 0,29
после процедуры	3,53 ± 0,22	3,69 ± 0,24	3,62 ± 0,26	3,82 ± 0,24
<i>p</i>	> 0,05	0,055	0,03	
40-секундный челночный бег, м:				
до процедуры	184,40 ± 8,28	180,71 ± 8,44	182,67 ± 13,06	177,47 ± 10,78
после процедуры	185,13 ± 7,19	179,41 ± 8,08	184,13 ± 11,51	174,24 ± 14,44
<i>p</i>	> 0,05	> 0,05	0,03	
Вертикальный прыжок, см:				
до процедуры	39,73 ± 8,46	42,12 ± 7,50	40,92 ± 6,57	38,37 ± 6,43
после процедуры	40,93 ± 7,96	45,24 ± 6,23	45,54 ± 6,86	40,17 ± 7,25
<i>p</i>	> 0,05	> 0,05	0,01	

Материал и методы

В исследовании приняли участие 86 баскетболисток в возрасте 10–14 лет (средний возраст $12,2 \pm 1,3$ года), находящихся на тренировочном этапе (этапе спортивной специализации) в условиях УОР. Исследование проводилось в соответствии с принципами Хельсинкской декларации после одобрения этическим комитетом. Спортсменки всех групп были сопоставимы по возрасту, антропометрическим данным и уровню спортивного мастерства. Обязательным критерием для включения в клиническое исследование являлось подписание родителями добровольного информированного согласия на участие ребенка в исследовании. Методы физической терапии проводили в перерывах между тренировками.

Все спортсменки были разделены на 4 группы: 1-я группа ($n = 15$; $12,47 \pm 1,25$ года) включала баскетболисток, получающих дополнительно УДКП; 2-я группа ($n = 17$; $12,71 \pm 1,26$ года) – баскетболисток, получающих дополнительно НГ; баскетболистки 3-й группы ($n = 24$; $12,08 \pm 1,38$ года) получали дополнительно комбинацию указанных выше методов, 4-ю группу ($n = 30$; $11,90 \pm 1,12$ года) составляли спортсменки, тренирующиеся в обычном режиме.

Курс УНКП в 1-й группе состоял из 10 ежедневных процедур 1 раз в сутки в течение 15 мин на аппарате для УНКП фирмы «Foshan Vamed Medical Instrument Co., Ltd» (Китай) без использования ручных манжет. Начальный уровень компрессии был подобран индивидуально для каждой спортсменки и зависел от уровня порога болевой чувствительности. К концу курса все спортсменки получали УНКП с уровнем компрессии 150–200 кПа. Размер манжет для УНКП подбирали индивидуально в зависимости от величины окружности голени и бедра.

Курс НГ во 2-й группе предусматривал 10 ежедневных процедур 1 раз в сутки в течение 30 мин в покое

в условиях климатической камеры фирмы «Нурохисо» (США). Гипоксическая среда достигалась путем фильтрации кислорода полимерными мембранами. Концентрация кислорода в кабине снижалась на 1% в день в течение первых 5 дней (с 19% в 1-й день до 13% на 5-й день). Следующие 5 дней концентрация кислорода поддерживалась на уровне 12–13%. Перед началом курса спортсменкам была проведена гипоксическая проба в течение 10 мин при концентрации кислорода 12%. Контрольные измерения артериального давления (АД) и частоты сердечных сокращений (ЧСС) выполнялись через 5 и 10 мин после начала процедуры. К дальнейшему исследованию были допущены только спортсменки, имеющие нормальную реакцию на гипоксию (повышение ЧСС на 5–35 уд/мин, повышение АД на 5–15 мм рт. ст.). Во

время пребывания в климатической камере уровень сатурации и ЧСС у девушек оценивали с помощью напалечного пульсоксиметра «Oxi-Go-Pro» («Нурохисо», США).

Баскетболистки 3-й группы получали курс комбинированной терапии, который заключался в чередовании применения НГ и УНКП по 1 процедуре в день на протяжении 10 дней. В течение курса ими было получено 5 процедур УНКП и 5 процедур НГ.

Все спортсменки до и после 10-дневного курса были обследованы по протоколу, включающему сбор клинического и спортивного анамнеза, клинический осмотр, оценку антропометрических данных, показатели АД, ЧСС и уровень сатурации в покое, велоэргометрическую пробу РWC 170 в модификации Карпмана [20], расчет максимального потребления кислорода (МПК) по формуле Карпмана, нагрузочные тесты (вертикальный прыжок, бег на 20 м, 40-секундный челночный бег на 28 м), расчет максимальной мощности прыжка по Харману [21], а также психоэмоциональное тестирование с помощью теста САН (самочувствие, активность, настроение).

При оценке различий показателей в сравниваемых группах использовали односторонний критерий Стьюдента для выборок с различными дисперсиями. Статистически значимыми считали различия с уровнем доверия 0,95 и выше ($p < 0,05$). Все цифровые данные представлены в виде $M \pm m$, где M – среднее групповое значение величины, m – стандартная ошибка среднего.

Результаты

На основании анализа данных, полученных в ходе исследования, были составлены таблицы, в которых отражены изменения результатов двигательных тестов и показателей работоспособности во всех группах (табл. 1 и 2).

Таблица 2

Показатели работоспособности после проведения процедур

Показатель	1-я группа (УНКП)	2-я группа (НГ)	3-я группа (УНКП + НГ)	4-я группа (контроль)
PWC 170, кгм/мин:				
до процедуры	628,23 ± 192,64	533,88 ± 179,42	579,08 ± 190,5	550,29 ± 179,93
после процедуры	679,67 ± 151,32	723,42 ± 189,03	649,78 ± 187,81	525,07 ± 144,85
<i>p</i>	0,057	0,003	0,016	
PWC 170/кг:				
до процедуры	12,09±4,31	9,95 ± 3,09	11,45± 3,86	10,59 ± 2,93
после процедуры	12,24± 2,32	13,62 ± 4,39	12,83± 4,6	10,20 ± 2,46
<i>p</i>	> 0,05	0,006	0,027	
МПК, л/мин:				
до процедуры	2,45 ± 0,42	2,24 ± 0,39	2,34 ± 0,42	2,25 ± 0,4
после процедуры	2,57 ± 0,33	2,60 ± 0,52	2,50 ± 0,41	2,22 ± 0,32
<i>p</i>	> 0,05	0,014	0,056	
Средняя мощность прыжка по Харману, Вт:				
до процедуры	716,93 ± 376,77	753,18 ± 361,9	663,04 ± 315,04	631,60 ± 380,98
после процедуры	768,20 ± 362,4	857,65 ± 320,15	800,96 ± 361,05	665,67 ± 388,84
<i>p</i>	> 0,05	> 0,05	0,036	
Пиковая мощность прыжка по Харману, Вт:				
до процедуры	6256,20 ± 791,5	6390,18 ± 693,1	6215,54 ± 652,4	6092,83 ± 746,5
после процедуры	6380,27 ± 739,1	6643,82 ± 556,3	6563,75 ± 732,03	6260,78 ± 46,47
<i>p</i>	> 0,05	> 0,05	0,002	

По результатам нашего исследования при 10-дневном курсе использования УНКП и НГ изменение АД, ЧСС и сатурации в покое, результаты теста САН оказались статистически незначимым во всех группах ($p > 0,05$).

Как следует из табл. 1, уровень физической подготовленности спортсменов в начале исследования соответствовал нормативам общей и физической подготовленности для баскетболистов, находящихся на тренировочном этапе. Скорость спринтерского бега зависит от двух факторов: величины ускорения и максимальной скорости. Скорость разбега наиболее важна для коротких отрезков дистанции в беге для спортсменов игровых видов спорта [2]. Во 2-й и 3-й исследуемых группах отмечено улучшение показателей, при этом наибольший прирост отмечался у спортсменов, которые получали комбинацию процедур НГ и УНКП (-0,12 с). Показатели вертикального прыжка и челночного бега на 28 м статистически достоверно увеличились только в 3-й группе спортсменов. Таким образом, при оценке двигательных тестов выявлено отсутствие изолированного влияния УНКП на показатели нагрузочного тестирования. При этом в группе спортсменов, получавших УНКП совместно с НГ, отмечен прирост всех показателей. Причиной этого, вероятнее всего, является суммирование положительного эффекта гипоксического воздействия (в виде увеличения аэробной производительности) и механического лимфодренаж-

ного воздействия на сосуды нижних конечностей при использовании УНКП.

При оценке показателей общей работоспособности отмечен изначально низкий уровень по величине пробы PWC 170, что связано с неспецифической нагрузкой для баскетболистов. Однако ввиду простоты применения данный метод может быть использован для оценки эффективности проводимых процедур. Так, при сравнении показателей до и после исследования наблюдалось повышение абсолютных показателей PWC 170 во всех исследуемых группах. Между тем статистически значимое улучшение относительной величины PWC 170 и МПК отмечено только во 2-й и 3-й группах. Это может быть связано как с малой выборкой 1-й группы, так и с отсутствием влияния изолированного применения УНКП на данные параметры. Известно, что энергетическое обеспечение игровой деятельности носит смешанный аэробно-анаэробный характер. Повышение уровня МПК у спортсменов 2-й и 3-й групп подтверждает влияние НГ на основной показатель аэробных возможностей баскетболистов.

При оценке средней мощности прыжка по Харману выявлено достоверное увеличение показателей у спортсменов, получающих НГ в комбинации с УНКП. Аналогичная закономерность наблюдалась у спортсменов данной группы по показателям для пиковой мощности прыжка. Максимальная мощность – это результат оптимального сочетания силы и скорости. Чем большую

мощность развивает спортсмен, тем большую скорость он может сообщить снаряду или собственному телу [2]. Следовательно, повышение данного показателя у спортсменов 3-й группы свидетельствует о положительном влиянии сочетанного применения УНКП и НГ на среднюю и пиковую мощность прыжка.

Заключение

По результатам исследования установлено, что при изолированном 10-дневном применении УНКП наблюдалось лишь повышение величины общей работоспособности по тесту РВС 170. При изолированном 10-дневном применении НГ улучшались показатели спринтерского бега на 20 м, абсолютная и относительная величина РВС 170 и МПК. В то же время при комбинированном применении УНКП и НГ на протяжении 10 дней выявлено повышение показателей всех исследуемых параметров общей и специальной физической работоспособности. Это свидетельствует об эффективности используемой методики вследствие суммирования положительных гематологических и негематологических механизмов данных физиотерапевтических воздействий.

Таким образом, нами установлено, что из изучаемых 10-дневных курсов физиотерапевтических процедур наиболее эффективным для повышения работоспособности юных баскетболисток является комбинированное использование методов пассивной НГ и УНКП.

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ЛИТЕРАТУРА (остальные источники см. REFERENCES)

- Бауэр В.Г., Никитускин В.Г., Филин В.П. Организационные и научно-методические перспективы развития детско-юношеского спорта в Российской Федерации. *Физическая культура: воспитание, образование, тренировка*. 1996; (2): 28–34.
- Ищенко С.С. Развитие скоростных способностей у баскетболистов. *Методическая разработка для тренеров-преподавателей МБОУ ДОД СДЮШОР № 2 «Красные Крылья»*. Тольятти; 2013.
- Орджоникидзе З.Г., Павлов В.И., Ганшина Н.А., Цветкова Е.М. Наружная контрпульсация в спорте – механизмы воздействия. *Физкультура, лечение, профилактика, реабилитация*. 2008; 1: 56–61.
- Лупанов В.П. Диагностика и лечение хронической рефрактерной стенокардии. *Терапевт*. 2011; 2: 23–9.
- Малахов В.В. Применение метода наружной контрпульсации у больных ишемической болезнью сердца: дис. ... канд. мед. наук. М.; 2011: 150.
- Ганшина Н.А. Наружная контрпульсация в спорте высших достижений. В кн.: *Актуальные проблемы подготовки спортсменов высокой квалификации в зимних олимпийских видах спорта (бобслей, санный спорт, сноуборд, горнолыжный спорт, фристайл, конькобежный спорт, хоккей)*. М.: ФНЦ ВНИИФК; 2013: 68–76.
- Зеленкова И.Е. Физиологические процессы гипоксической устойчивости спортсменов различной квалификации при дозированной физической нагрузке: дис. ... канд. мед. наук. М.; 2014: 163.
- Колчинская А.З. Гипоксическая тренировка в спорте. *Нур. Мед. J.* 1993; 1(2): 30–6.
- Булатова М.М., Платонов В.Н. Среднегорье, высокогорье и искусственная гипоксия в системе подготовки спортсменов. *Спортивная медицина*. 2008; 1: 98–118.
- Колб Дж. *Факторы окружающей среды*. Спортивная медицина. Киев: Олимпийская литература, 2003: 265–80.
- Глушков С.П., Осипов В.М., Пищалов Е.В. Воздействие ночной нормобарической гипоксии и интервальной гипоксической тренировки на организм атлетов. *Сибирский педагогический журнал*. 2015; 3: 153–8.
- Карпман В.Л., Белоцерковский З.Б., Гудков И.А. и др. Тестирование в спортивной медицине. М.: Физкультура и спорт, 1988: 208.

REFERENCES

- Bauer V.G., Nikitushkin V.G., Filin V.P. Organizational and scientific-methodological perspectives of development of children's and youth sports in the Russian Federation. *Physical culture: education, education, training*. 1996; (2): 28–34. (in Russian)
- Ischenko S.S. Development of speed abilities in basketball players. *Methodical development for trainers-teachers MBOU DOD SDYUSHOR number 2 «Red Wings» [Razvitiye skorostnykh sposobnostey u basketbolistov. Metodicheskaya razrabotka dlya trenerov-prepodavateley MBOU DOD SDYuShOR N 2 «Krasnye Kryl'ya»]*. Tolyatti; 2013. (in Russian)
- Ordzhonikidze Z.G., Pavlov V.I., Ganshina N.A., Tsvetkova E.M. External counterpulsation in sports – mechanisms of influence. *Fizkul'tura, lechenie, profilaktika, reabilitatsiya*. 2008; 1: 56–61. (in Russian)
- Lupanov V.P. Diagnosis and treatment of chronic refractory angina pectoris. *Terapevt*. 2011; 2: 23–9. (in Russian)
- Soran O., Fleishman B., Demarco T. et al. Enhanced external counterpulsation in patients with heart failure: a multicenter feasibility study. *Congest. Heart Fail*. 2002; 8(4): 204–27.
- Soran O., Kennard E.D., Kfoury S. et al. Two-year clinical outcomes, after enhanced external counterpulsation (EECP) therapy in patients with refractory angina pectoris and left ventricular dysfunction (report from the International EECP Patient Registry). *Am. J. Cardiol*. 2006; 97(1): 17–20.
- Barsness G., Feldman A.M., Holmes D.R.Jr. et al. The International EECP Patient Registry (IEPR): design, methods, baseline characteristics, and acute results. *Clin. Cardiol*. 2001; 24(6): 435–42.
- Arora R.R., Shah A.G. The role of enhanced external counterpulsation in the treatment of angina and heart failure. *Can. J. Cardiol*. 2007; 23(10): 779–81.
- Malakhov V.V. Application of the method of external counterpulsation in patients with coronary heart disease: dis. ... cand. med. sci. [Primeneniye metoda naruzhnoy kontripul'satsii u bol'nykh ishemicheskoy bolezn'yu serdtsa: dis. ... kand. med. nauk]. Moscow; 2011: 150. (in Russian)
- Ganshina N.A. External counterpulsation in the sport of higher achievements. In: *Actual problems of training athletes of high qualification in the winter Olympic sports (bobsleigh, luge, snowboard, skiing, freestyle, speed skating, hockey)* [Aktual'nye problemy podgotovki sportmenov vysokoy kvalifikatsii v zimnih olimpiyskikh vidakh sporta (bobsley, sannyy sport, snoubord, gornolyzhnyy sport, fristayl, kon'kobezhnyy sport, hokkey)]. Moscow: FNC VNIIFK; 2013: 68–76. (in Russian)
- Wehrin J.P., Zuest P., Hallen J., Marti B. Live high-train low for 24 days increases hemoglobin mass and red cell volume in elite endurance athletes. *J. Appl. Physiol*. 2006; 100(6): 1938–45.
- Zelenkova I.E. Physiological processes of hypoxic stability of athletes of various qualifications under the dosed physical load: dis. ... cand. med. sci. [Fiziologicheskie protsessy gipoksicheskoy ustoychivosti sportmenov razlichnoy kvalifikatsii pri dozirovannoy fizicheskoy nagruzke: dis. ... kand. med. nauk]. Moscow; 2014: 163. (in Russian)
- Kolchinskaya A.Z. Hypoxic training in sports. *Hyp. Med. J.* 1993; 1(2): 30–6. (in Russian)
- Forsythe J.A., Jiang B.H., Iyer N.V. et al. Activation of vascular endothelial growth factor gene transcription by hypoxia-inducible factor 1. *Mol. Cell. Biol*. 1996; 16(9): 4604–13.
- Hochachka P.W., Clark C.M., Monge C. et al. Sherpa brain glucose metabolism and defense adaptations against chronic hypoxia. *J. Appl. Physiol*. 1996; 81(3): 1355–61.
- Bulatova M.M., Platonov V.N. Medium-altitude, high mountains and artificial hypoxia in the system of training athletes. *Sportivnaya meditsina*. 2008; 1: 98–118. (in Russian)
- Kolb J. *Environmental factors. Sports medicine* [Faktory okruzhayushhey sredy. Sportivnaya meditsina]. Kiev: Olympiyskaya literatura; 2003: 265–80. (in Russian)
- Bonetti D.L., Hopkins W.G. Sea-level exercise performance following adaptation to hypoxia: a meta-analysis. *Sports Med*. 2009; 39(2): 107–27.
- Glushkov S.P., Osipov V.M., Pischalov E.V. The effect of nocturnal normobaric hypoxia and interval hypoxic training on the body of athletes. *Sibirskiy pedagogicheskiy zhurnal*. 2015; 3: 153–8. (in Russian)
- Karpman V.L., Belotserkovskiy Z.B., Gudkov I.A. et al. Testing in sports medicine [Testirovaniye v sportivnoy meditsine]. Moscow: Fizkul'tura i sport, 1988: 208. (in Russian)
- Harman E.A. et al. Estimation of human power output from vertical jump. *J. Appl. Sport Sci. Res*. 1991; 5(3): 116–20.

Поступила 16.02.17

Принята в печать 20.04.17