

УДК 797.26

ОСОБЕННОСТИ ПЕРИФЕРИЧЕСКОГО КРОВООБРАЩЕНИЯ КВАЛИФИЦИРОВАННЫХ ПРЫГУНОВ В ВОДУ НА РАЗЛИЧНЫХ ЭТАПАХ ГОДИЧНОГО ЦИКЛА ТРЕНИРОВКИ

Ирина Евгеньевна Попова, кандидат биологических наук, доцент, *Александр Владимирович Сысоев*, кандидат педагогических наук, профессор, Воронежский государственный институт физической культуры; *Николай Васильевич Дроздзин*, заслуженный мастер спорта СССР по прыжкам в воду, заслуженный тренер России, *Вячеслав Анатольевич Новичихин*, заслуженный мастер спорта России по спортивной акробатике, Спортивная школа олимпийского резерва по прыжкам в воду им. Д. Саутина, Воронеж

Аннотация

Целью статьи явилось изучение особенностей периферической гемодинамики квалифицированных прыгунов в воду в динамике тренировочного процесса. Ранее данный вопрос не был изучен. Интенсивность периферического кровообращения определяли методом реовазографии. Установлено, что у прыгунов в воду повышается артериальное кровенаполнение верхних и нижних конечностей, увеличивается тонус крупных артерий, имеется хорошая эластичность стенок сосудов, повышается венозный отток, поддерживается симметричность интенсивности кровообращения.

Ключевые слова: прыжки в воду, адаптация, физические нагрузки, гемодинамика.

DOI: 10.34835/issn.2308-1961.2021.8.p220-224

FEATURES OF PERIPHERAL BLOOD CIRCULATION OF QUALIFIED JUMPERS INTO WATER AT DIFFERENT STAGES OF THE ANNUAL TRAINING CYCLE

Irina Evgenievna Popova, the candidate of biological sciences, senior lecturer, *Alexander Vladimirovich Sysoev*, the candidate of pedagogical sciences, professor, Voronezh State Institute of Physical Culture; *Nikolay Vasilyevich Drozhzhin*, the Honored Master of Sports of the USSR in diving, Honored Coach of Russia, *Vyacheslav Anatolyevich Novichikhin*, the Honored Master of Sports of Russia in sports acrobatics, Sports School of the Olympic Reserve for Diving named after D. Sautin, Voronezh

Abstract

The aim of the article was to study the peculiarities of the peripheral hemodynamics of qualified divers in the water in the dynamics of the training process. This issue has not been studied previously. The intensity of peripheral circulation was determined by the method of rheovasography. It was found that in water divers, the arterial blood filling of the upper and lower extremities increases, the tone of large arteries increases, there is good elasticity of the vessel walls, the venous outflow increases, and the symmetry of the blood circulation intensity is maintained.

Keywords: diving, adaptation, physical activity, hemodynamics.

ВВЕДЕНИЕ

Приспособление к различным видам деятельности – одно из важнейших свойств организма человека. Сердечно-сосудистая система является достаточно точным индикатором адаптационно-приспособительных реакций целостного организма к физическим нагрузкам. Спортивная тренировка влияет на все звенья сердечно-сосудистой системы: морфологию сердца и системную гемодинамику, состояние сосудистого русла. В результате приспособления к физическим нагрузкам у спортсменов формируется система оптимального функционирования аппарата кровообращения, соответствующего направленности тренировочного процесса. Долговременные нагрузки, с одной стороны, формируют функциональный стереотип гемодинамического ответа на физическую работу, с другой – модифицируют этот ответ в соответствии со спецификой спортивной деятельности [2].

Исследования периферической гемодинамики прыгунов в воду не проводилось.

По этой причине целью исследования явилось изучение особенностей периферической гемодинамики квалифицированных прыгунов в воду в динамике тренировочного процесса.

МЕТОДИКА

Интенсивность периферического кровообращения определяли на участках «голень» и «предплечье» методом реовазографии (РВГ) при помощи реографического аппаратно-программного комплекса экспресс-оценки и мониторинга параметров гемодинамики на основе тетраполярной реографии и на базе персонального компьютера с соответствующим программным обеспечением (реоанализатор КМ-АР-01, Санкт-Петербург, Россия).

С целью оценки интенсивности артериального кровотока измеряли следующие показатели РВГ: амплитуду реограммы (АРГ, Ом), реографический систолический индекс (РИ, у.е.), относительный объемный пульс (ООП), амплитудно-частотный показатель (АЧП, у.е.). Для оценки тонуса и эластичности артерий изучали показатель замедления кровотока (ПЗК), венозно-артериальный показатель (В/А), дикротический индекс (ДКИ, %), реографический диастолический индекс (ДСИ, %), показатель тонуса сосудов (ПТС, %), период быстрого наполнения (ПБН, %). С целью оценки гемодинамики в венозном русле регистрировали коэффициент венозного оттока (КВО). Также определяли коэффициент асимметрии (КА).

Результаты исследования обрабатывали методами вариационной статистики с использованием параметрических критериев выборочной совокупности.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

При исследовании артериального кровенаполнения сосудов верхних и нижних конечностей прыгунов в воду в подготовительном периоде показано снижение показателей АРГ, РИ, АЧП и ООП относительно нормы в области предплечья у 16% испытуемых. Средние значения данных параметров при этом составили $0,47 \pm 0,03$; $0,05 \pm 0,02$; $0,51 \pm 0,07$ и $0,41 \pm 0,02$ соответственно.

Известно, что при тахикардии величины АРГ и РИ могут снижаться. Анализ параметра АЧП и величины ЧСС позволил установить, что уменьшение значений данных показателей не связано с тахикардией, поскольку пульс спортсменов соответствует норме. Полученные данные указывают на уменьшение объемного кровенаполнения магистральных артерий в области предплечья. Это может быть вызвано уменьшением ударного объема сердца и нарушением артериального притока в связи с гипертонией или органическими изменениями стенок артерий. В нижних конечностях снижения данных показателей не выявлено.

К соревновательному периоду значения данных показателей соответствовали норме. Это указывает на то, что регулярные физические нагрузки способствуют улучшению артериального кровенаполнения, что необходимо для повышения выносливости мышц и выполнения сложных координационных движений.

У остальных 84% спортсменов в подготовительном периоде установлено повышение интенсивности объемного кровенаполнения магистральных артерий исследуемых сегментов конечностей относительно контрольных значений (таблица 1).

При анализе параметров артериального кровенаполнения сосудов спортсменов в предсоревновательном периоде показано, что приток артериальной крови к верхним и нижним конечностям соответствует верхней границе нормы. Однако статистически достоверных отличий в значениях параметров АРГ, РИ, АЧП и ООП в динамике тренировочного процесса не выявлено (таблица 1).

Таблица 1 – Динамика показателей артериального кровенаполнения конечностей квалифицированных прыгунов в воду

	Предплечье		Голень	
	Левое	Правое	Левая	Правая
Подготовительный период				
АРГ, ом	0,15±0,02	0,14±0,09	0,11±0,09	0,11±0,06
РИ, у.е.	1,14±0,12	1,07±0,09	1,16±0,21	1,12±0,15
ООП, %	0,91±0,09	0,91±0,05	0,83±0,1	0,80±0,09
АЧП, у.е.	1,34±0,09	1,29±0,17	1,47±0,21	1,49±0,27
Соревновательный период				
АРГ, ом	0,12±0,03	0,10±0,01	0,10±0,01	0,1±0,02
РИ, у.е.	0,97±0,08	1,03±0,06	1,04±0,16	1,01±0,20
ООП, %	1,01±0,10	0,85±0,11	0,88±0,10	0,83±0,07
АЧП, у.е.	1,24±0,10	1,21±0,26	1,23±0,16	1,29±0,18

Это указывает на то, что интенсивные физические нагрузки у прыгунов в воду способствуют повышению притока артериальной крови к верхним и нижним конечностям. При этом активное кровообращение сохраняется на протяжении всего годичного цикла тренировок. Причем если значения таких показателей интенсивности артериального кровотока как АРГ, РИ и АЧП соответствуют верхним границам нормы, то величина ООП как в подготовительном, так и в соревновательном периодах превышает контрольные значения (таблица 1). Это указывает на высокий пульсовый объем крови, протекающей через исследуемые сегменты конечностей спортсменов, по отношению к общему объему исследуемого участка.

Важной гемодинамической характеристикой сосудов является их эластичность, которая сильно варьирует в зависимости от типа и размера сосуда [1]. Нами проведено исследование показателей тонуса и эластичности сосудов квалифицированных прыгунов в воду.

В подготовительном периоде показатель быстрого наполнения (ПБН) верхних и нижних конечностей спортсменов соответствует контролю, что указывает на нормальный тонус крупных артерий (таблица 2). В соревновательном периоде значения данного показателя снижаются относительно нормы у всех прыгунов в воду, что указывает на повышение тонуса крупных артерий. Таким образом, длительные тренировки и совершенствование технически прыжков в воду приводят к выраженному повышению тонуса крупных артерий.

Таблица 2 – Динамика показателей сосудистого тонуса квалифицированных прыгунов в воду

	Предплечье		Голень	
	Левое	Правое	Левая	Правая
Подготовительный период				
ДСИ, %	57,08±9,74	61,44±7,12	45,50±7,59	41,58±4,46
ДКИ, %	48,15±3,53	46,11±7,01	41,02±7,64	38,32±5,87
ПБН, %	75,87±7,17	69,79±8,91	71,00±9,81	68,30±9,70
ПТС, %	10,83±1,56	10,41±1,31	12,4±1,24	12,43±1,46
ПЗК	17±3,12	24±4,10	22±2,89	15±3,27
Соревновательный период				
ДСИ, %	64,57±8,92	60,96±6,11	45,97±22,84	45,60±8,28
ДКИ, %	48,91±9,12	54,15±7,32	35,45±8,97	33,01±7,13
ПБН, %	6,90±0,78	7,36±0,79	8,30±1,40	8,37±1,40
ПТС, %	12,25±1,41	13,61±2,96	15,04±2,84	15,61±4,30
ПЗК	6,09±3,21	7,07±2,97	8,17±3,71	8,91±4,21

При анализе величины показателя замедления кровотока (ПЗК), установлено, что значения данного параметра спортсменов в подготовительном периоде соответствовали верхней границе нормы (таблица 2). Это указывает на хорошую эластичность сосудистых стенок артерий среднего и мелкого калибра. Причем слева данный показатель статисти-

чески выше, чем справа как в области предплечья, так и в области голени. В предсоревновательном периоде у всех спортсменов величины данного показателя значительно снизились, но при этом остались в пределах нормы (таблица 2).

При анализе дикротического индекса (ДКИ) показано соответствие значений данного показателя контрольным (таблица 2) в динамике годового цикла подготовки. То есть в области голени и предплечья у прыгунов в воду имеется нормальное периферическое сосудистое сопротивление и сосудистый тонус на уровне прекапилляров.

Показана тенденция к повышению значений диастолического индекса (ДСИ) в области предплечья, однако отличия от контрольных значений статистически не достоверны. В области голени величина данного показателя находятся в пределах верхней границы нормы (таблица 2). Причем в динамике исследований не выявлено изменений значений данного параметра. Полученные данные указывают на хороший отток крови из артерий в вены и тонус венозных сосудов квалифицированных прыгунов в воду, главным образом на уровне посткапилляров. Однако, следует обратить внимание на эти параметры, что бы интенсивные физические нагрузки не вызвали их патологическое изменение.

Установлено также незначительное уменьшение относительно контроля показателя тонуса сосудов спортсменов, что указывает на небольшое снижение тонического напряжения сосудистой стенки в области предплечья. В нижних конечностях ПТС находится в пределах нормы (таблица 2).

При изучении венозного оттока верхних и нижних конечностей прыгунов в воду показано, что венозно-артериальный показатель (В/А) у всех испытуемых превышает значения клинической нормы. Причем не выявлено статистически достоверных отличий в значениях данного параметра в динамике годового цикла подготовки спортсменов (таблица 3).

Таблица 3 – Динамика показателей венозного оттока квалифицированных прыгунов в воду

	Предплечье		Голень	
	Левое	Правое	Левая	Правая
Подготовительный период				
КА, %	12,70±2,18	10,43±2,32	11,50±2,17	11,02±3,27
КЭ	13,66±3,20	9,46±2,33	9,76±1,91	9,51±1,60
В/А	81,84±7,99	77,53±8,08	73,98±3,63	71,81±4,19
Соревновательный период				
КА, %	13,98±2,97	15,84±3,04	14,09± 3,14	14,30±5,76
КЭ	8,62±1,33	9,30±1,83	8,34±1,22	7,61±1,52
В/А	71,18±6,97	82,76±6,08	67,87±4,79	68,84±5,90

Отношение В/А – показатель преимущественно величины сосудистого сопротивления, определяемого тонусом мелких сосудов (артериол, капилляров, венул) исследуемой области. Этот параметр отражает состояние венозного оттока строго в момент прекращения артериального притока. Таким образом, интенсивные физические нагрузки, направленные на развитие высокой координации, выносливости и освоение сложных технических приемов прыжков в воду, способствуют интенсификации венозного оттока в верхних и нижних конечностях спортсменов.

С целью оценки разницы кровенаполнения между симметричными областями измеряли коэффициент асимметрии (КА). При этом установлены нормальные значения данного параметра для всех испытуемых (значение КА находится в интервале 5–20%) как в подготовительном, так и в соревновательном периодах. Это указывает на отсутствие асимметрии кровообращения правой и левой сторон спортсменов.

При оценке эластичности стенок сосудов при помощи коэффициента эластичности (КЭ) установлено отсутствие изменений величин данного параметра в динамике годового цикла тренировок у прыгунов в воду. Причем значения КЭ соответствовали норме, что указывает на хорошую эластичность сосудистых стенок спортсменов (таблица 3).

ВЫВОДЫ

Анализ периферической гемодинамики квалифицированных прыгунов в воду на разных этапах спортивной подготовки показал, что в условиях интенсивных и регулярных физических нагрузок, направленных на развитие выносливости, координации, силы у спортсменов развиваются следующие адаптационные изменения в сосудистом русле:

- повышается артериальное кровенаполнение верхних и нижних конечностей;
- увеличивается тонус крупных артерий;
- поддерживается хорошая эластичность сосудистых стенок артерий среднего и мелкого калибра, а также сосудов в целом;
- нормализуется периферическое сосудистое сопротивление и сосудистый тонус на уровне прекапилляров;
- поддерживается хороший уровень оттока крови из артерий в вены и тонус венозных сосудов главным образом на уровне посткапилляров;
- интенсифицируется венозный отток в верхних и нижних конечностях;
- сохраняется симметрия интенсивности кровообращения с правой и левой сторон.

Статья подготовлена по результатам НИР на тему: «Выявление ключевых параметров морфо-функционального состояния организма при совершенствовании подготовки спортсменов высокого класса в прыжках в воду», утвержденной приказом Минспорта России 1034 от 14 декабря 2018 г. «Об утверждении тематического плана проведения прикладных научных исследований в области физической культуры и спорта в целях формирования государственного задания для подведомственных Министерству спорта Российской Федерации научных организаций и образовательных организаций высшего образования на 2019–2021 годы».

ЛИТЕРАТУРА

1. Бархатов И.В. Оценка системы микроциркуляции крови методом лазерной доплеровской флоуметрии / И.В. Бархатов // Клиническая медицина. – 2013. – Т. 91., № 11. – С. 21–27.
2. Popova I.E. Key parameters of hemodynamics and tissue composition of working limbs defining functional state of neuromuscular system of basketball players of different ages / I.E. Popova, A.V. Sysoev / Theory and Practice of Physical Culture. – 2015. – № 7. – С. 6.

REFERENCES

1. Barchatov, I.V. (2013), “Evaluation of the blood microcirculation system by laser Doppler flowmetry”, *Clinical medicine*, No 11, Vol. 91, pp. 21–27.
2. Popova, I.E. and Sysoev, A.V. (2015), “Key parameters of hemodynamics and tissue composition of working limbs defining functional state of neuromuscular system of basketball players of different ages”, *Theory and Practice of Physical Culture*, No. 7, pp. 6.

Контактная информация: delta8080@mail.ru

Статья поступила в редакцию 29.08.2021

УДК 796.418.6

АНАЛИЗ ТЕСТОВ И НОРМАТИВОВ ФИЗИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВЛЕННОСТИ, ПРЕДСТАВЛЕННЫХ В ФЕДЕРАЛЬНОМ СТАНДАРТЕ СПОРТИВНОЙ ПОДГОТОВКИ ПО ВИДУ СПОРТА «ПРЫЖКИ НА БАТУТЕ» (НА ПРИМЕРЕ ЭТАПОВ НАЧАЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ И СПОРТИВНОЙ СПЕЦИАЛИЗАЦИИ)

Михаил Юрьевич Пушкарный, кандидат педагогических наук, доцент, Сергей Павлович Аришинник, кандидат педагогических наук, доцент, Сергей Владимирович Шушков, преподаватель, Кубанский государственный университет физической культуры, спорта и туризма, Краснодар