Дата публикации: 25.12.2025
DOI: 10.24412/2588-0500-2025_09_S1_6
УДК 612.13

Publication date: 25.12.2025
DOI: 10.24412/2588-0500-2025_09_S1_6
UDC 612.13

ХАРАКТЕРИСТИКА ПЕРИФЕРИЧЕСКОГО КРОВООБРАЩЕНИЯ ВЕРХНИХ КОНЕЧНОСТЕЙ У ДЕВУШЕК-ГАНДБОЛИСТОК

А.А. Малякина, Г.А. Севрюкова
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Волгоградский государственный медицинский университет», г. Волгоград, Россия

Аннотация. ***Введение.*** Выявление адаптационных изменений системы кровообращения у спортсменов-гандболистов способствует повышению их спортивной результативности. Цель исследования – оценка функциональных показателей регионарного кровообращения в сегменте «плечо-предплечье» у девушек-гандболисток в зависимости от спортивной деятельности. ***Методы.*** Регистрировали показатели интенсивности артериального кровотока, тонуса и эластичности сосудов, венозного оттока у девушек-гандболисток (n=53; возраст – 18,5±2,5 лет). ***Результаты.*** Установлена повышенная интенсивность кровотока в области плечевого сустава «ведущей руки». Выявлено снижение сосудистого тонуса на уровне прекапиллярной сети, а в 19% случаев – застойные явления венозного оттока. ***Заключение.*** Установлены разнонаправленные адаптивные реакции кровообращения верхних конечностей в зависимости от латеральности «ведущей руки» и спортивной деятельности. Функциональная дистония обусловливает необходимость применения функциональных проб с учетом правильного подбора интенсивности нагрузки.
Ключевые слова: реовазография, верхняя конечность, регионарное кровообращение «плечо-предплечье», спортсмены, девушки-гандболистки.

PERIPHERAL BLOOD CIRCULATION OF THE UPPER LIMBS IN FEMALE HANDBALL PLAYERS

A.A. Malyakina, G.A. Sevriukova
Volgograd State Medical University, Volgograd, Russia

Abstract. ***Introduction.*** The identification of adaptive changes in the circulatory system in handball players helps to increase their athletic performance. The aim of the study – to estimate the functional parameters of peripheral blood circulation in the shoulder-forearm segment of female handball players, depending on their sports activity. ***Methods.*** The indices of arterial blood flow intensity, vascular tone and elasticity, and venous outflow were recorded in female handball players (n=53; age – 18.5±2.5 years). ***Results.*** Increased intensity of blood flow in the shoulder joint area of the “leading arm” has been established. A decrease in vascular tone was detected at the level of the precapillary network, in 19% of cases – stagnant phenomena of venous outflow. ***Conclusion.*** Multidirectional adaptive responses of the blood circulation of the upper limbs have been identified depending on the “leading arm” laterality and athletic activity. Functional dystonia necessitates the application of functional tests, taking into account the correct selection of the load intensity.
Keywords: rheovasography, upper limb, shoulder-forearm peripheral circulation, athletes, female handball players.

Введение. Согласно отечественным и зарубежным исследованиям, систематические занятия спортом вызывают структурно-функциональные изменения в организме спортсмена, обеспечивающие повышение адаптивных возможностей как отдельных органов и систем, так и всего организма в целом [1-5]. Специфика адаптации к физическим нагрузкам обусловлена значительными изменениями в органах и системах, играющих ключевую роль в достижении спортивных результатов в конкретном виде спорта [1, 6-9]. Гандбол относится к ациклическим видам спорта и характеризуется высокой интенсивностью игровых действий, быстрыми переключениями по ходу игры, силовыми противоборствами с противником и широким разнообразием игровых приемов, используемых в нападении и защите. В данных условиях повышенные требования предъявляются к сердечно-сосудистой системе, что связано с резкими изменениями ее деятельности при напряженных нагрузках,

являющихся неотъемлемой частью тренировочного и соревновательного процессов у гандболистов [3-5, 10]. Выявление адаптационных изменений системы кровообращения у спортсменов-гандболистов позволяет прогнозировать функциональные возможности организма атлета и совершенствовать тренировочный процесс, что способствует повышению спортивной результативности [3, 5, 10]. Следует отметить, что большинство исследований посвящено изучению особенностей адаптации центральной гемодинамики к систематическим физическим нагрузкам [1, 3-7, 10]. Исходя из вышесказанного, определение функциональных показателей периферического кровообращения у гандболистов является актуальной задачей современной спортивной медицины и физиологии.

В связи с этим целью данного исследования является оценка функциональных показателей регионарного кровообращения в сегменте «плечо-предплечье» у девушек-гандболисток в зависимости от их спортивной деятельности.

Методы и организация исследования. Исследование проводилось на базе кафедры нормальной физиологии Волгоградского государственного медицинского университета. В исследовании на добровольной основе и с соблюдением принципов информированного согласия приняли участие девушки-гандболистки (n=53, возраст – 18,5±2,5 лет), разделенные на две группы. В первую группу вошли девушки-гандболистки, продолжающие свою спортивную деятельность (n=23). Вторую группу составили девушки-гандболистки, прекратившие профессиональную спортивную деятельность (n=30). Обследование проводили в утренние часы (после ночного отдыха), обеспечивая оптимальные условия микроклимата в помещении (температура – 22-24 °С, влажность – не более 60%).

Параметры периферического кровообращения верхних конечностей в сегменте «плечо-предплечье» фиксировали с помощью модуля «Реовазография» аппаратно-программного комплекса «Рео-Спектр» («Нейрософт», Иваново). Показатели реовазографии (РВГ) регистрировались одновременно с симметричных сегментов «плечо-предплечье» верхних конечностей в положении лежа с синхронной записью электрокардиограммы во втором стандартном отведении. Оценивались следующие параметры РВГ:

1) показатели интенсивности артериального кровотока (реографический индекс (РИ, усл.ед.), амплитудно-частотный показатель (АЧП, усл.ед.));

2) показатели тонуса и эластичности сосудов (модуль упругости (МУ = $\alpha/T_{кардио}$, %), дикротический индекс (ДИК, %), диастолический индекс (ДИА, %));

3) показатели венозного оттока (венозный отток из исследуемого региона (ВО, %), коэффициент венозного оттока (КВО, %).

Статистический анализ первичных результатов исследования проводился на основе программы IBM SPSS, V. 26.0. Нормальность распределения проверяли с использованием одновыборочного критерия Колмогорова-Смирнова. С учетом того, что большинство исследуемых показателей имели асимптотическую значимость $p<0,05$ (нулевая гипотеза отклоняется), и численность обследуемых в группах была меньше 50 человек, межгрупповое сравнение проводили с использованием непараметрического U-критерия Манна-Уитни для двух независимых выборок.

На начальном этапе исследования показатели РВГ в сегменте «плечо-предплечье» оценивали относительно возрастных нормативных значений. Показатели нормы представлены в методических указаниях «Комплекс реографический «Рео-спектр» [11]. На следующем этапе проводили сравнительный межгрупповой анализ показателей РВГ. Различия оценивались как значимые при $p\leq0,05$.

Результаты исследования и их обсуждение. Сравнительный анализ реографических показателей с возрастной нормой позволил установить, что регионарное кровообращение в сегменте «плечо-предплечье» у девушек-гандболисток первой и второй групп в целом характеризуется повышенной интенсивностью кровенаполнения магистральных артерий за счет увеличения выброса крови, обусловленного умеренной гипертрофией миокарда спортсменов (показатели РИ оказались выше

нормативных значений в среднем на 65%) (табл.). Наряду с умеренной гипертрофией миокарда у девушек-гандболисток, продолжающих свою профессиональную спортивную деятельность, в области плечевого сустава «ведущей руки» отмечается повышение тонуса артериального русла, обусловливающего способность крупных артерий к растяжению (МУ, %: 13,1 [11,8; 15,9], p=0,028). При этом вне тренировочного процесса у девушек первой группы выявлено снижение сосудистого тонуса на уровне прекапиллярной сети, указывающего на развитие расстройств тонуса сосудов по типу метаболической дистонии. Следует отметить, что на уровне посткапиллярной сети показатели, характеризующие процесс оттока крови из артерий в вены, и тонус венозных сосудов находятся еще в пределах возрастной нормы.

Таблица

Показатели регионарного кровообращения в сегменте «плечо-предплечье» у девушек-гандболисток в зависимости от спортивной деятельности, Me [Q1; Q3]

Показатель	Группа	Локализация	Левая сторона	Величина отн. нормы	Правая сторона	Величина отн. нормы
Реографический индекс, усл.ед.	1	Плечо	1,11 [0,95; 1,3]	B	1,28 [0,87; 1,81]	B
		Предплечье	1,8 [1,23; 2,46]	B	1,89 [1,41; 2,17]	B
	2	Плечо	1,38 [0,78; 1,97]	B	1,38 [0,87; 1,9]	B
		Предплечье	2,10 [1,56; 2,76]	B	2,06 [1,49; 2,65]	B
Амплитудно-частотный показатель, усл.ед.	1	Плечо	1,18 [0,91; 1,53]	–	1,39 [0,9; 1,74]	–
		Предплечье	1,77 [1,52; 2,36]	–	1,89 [1,37;2,07]	–
	2	Плечо	1,31 [0,72; 2,1]	–	1,38 [0,89;1,7]	–
		Предплечье	2,17 [1,39; 3,1]	–	1,92 [1,39; 2,66]	–
Модуль упругости, %	1	Плечо	12,3 [10,2;14,9]	N	13,1 [11,8; 15,9], *p=0,028	N
		Предплечье	11,7 [10,2;14,1]	N	11,0 [9,81; 13,1]	N
	2	Плечо	11,8 [8,54; 14,3]	N	11,4 [8,72; 14,03]	N
		Предплечье	10,9 [8,92; 13,1]	N	9,96 [8,17;11,9]	N
Дикротический индекс, %	1	Плечо	43,2 [33,4; 69,1]	N	41,1 [31,3; 54,5]	N
		Предплечье	30,5 [23,1; 45,7]	H	30,0 [25,47; 44,5]	H
	2	Плечо	42,2 [36,6; 58,6]	N	44,3 [37,3; 46,7]	N
		Предплечье	46,1 [37,8; 57,6]	H	31,0 [26,1; 37,8]	H
Диастолический индекс, %	1	Плечо	48,9 [40,4;72,7]	N	54,7 [44,7; 62,1]	N
		Предплечье	51,4 [41,8;62,1]	N	54,9 [40,3; 70,5]	B
	2	Плечо	58,2 [45,3; 65,5]	B	57,5 [48,9; 61,9]	B
		Предплечье	32,4 [24,7; 36,3]	N	52,9 [39,4; 58,5]	N
Венозный отток, %	1	Плечо	8,0 [4,0; 15,0]	N	6,0 [2,0; 19,0]	N
		Предплечье	4,0 [1,0; 8,0]	N	4,0 [2,0; 11,0]	N
	2	Плечо	8,5 [2,0;16,0]	N	4,0 [2,0; 10,5]	N
		Предплечье	3,0 [1,0; 6,25]	N	3,0 [1,0; 5,25]	N
Коэффициент венозного оттока, %	1	Плечо	88,3 [86,7; 89,5]	–	88,1 [85,7; 90,6]	–
		Предплечье	88,8 [87,2; 90,7]	–	89,16 [86,1; 91,7]	–
	2	Плечо	89,2 [86,3; 90,8]	–	89,2 [86,9; 91,0]	–
		Предплечье	89,8 [86,5; 91,7]	–	90,4 [88,2; 91,9]	–

Примечание: * – значимость различий при межгрупповом сравнении; N – в среднем по группе показатель в пределах нормативных значений; B – в среднем по группе показатель выше нормативных значений; H – в среднем по группе показатель ниже нормативных значений.

Отмечая схожесть «картины» периферического кровоснабжения верхней конечности, следует указать на высокую дисперсию показателя, отражающего суммарное пульсовое кровенаполнение в исследуемом регионе у девушек второй группы (реографический индекс, усл.ед.: плечо – 1,38 [0,78; 1,97], предплечье – 2,10 [1,56; 2,76]) и характеризующего адаптивные реакции, которые обуславливают снижение кровотока в сегменте «плечо-предплечье» вследствие отсутствия нагрузок высокой интенсивности. При этом высокая дисперсия показателя, отражающего венозный отток, выявленная в 19% случаев у девушек первой группы, особенно в регионе правой верхней конечности («ведущая рука» ВО, %: плечо – 6,0 [2,0; 19,0]), может свидетельствовать о возможном развитии функционального застоя крови в исследуемых сосудистых областях при интенсивной физической нагрузке.

Заключение.

1. Установлены разнонаправленные адаптивные реакции кровообращения верхних конечностей у девушек-гандболисток в зависимости от латеральности «ведущей руки» и спортивной деятельности.

2. В условиях вне тренировочного процесса у 19% девушек-гандболисток, продолжающих свою профессиональную спортивную деятельность, наряду с повышенной интенсивностью пульсового кровенаполнения затруднение венозного оттока крови из бассейна верхних конечностей обусловлено, главным образом, выраженным селективным снижением тонуса резистивных сосудов – артерий малого диаметра и артериол, что подтверждается снижением дикротического индекса ниже возрастной нормы.

3. Для выявления скрытых, «латентных» форм сосудистых дистоний необходимо применение функциональных проб с учетом правильного подбора интенсивности нагрузки.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Интегральные критерии системообразующих факторов функциональной системы организма спортсменов высокой спортивной квалификации разных видов спорта / А.П. Исаев, В.В. Эрлих, А.В. Шевцов [и др.] // Человек. Спорт. Медицина. – 2021. – Т. 21. – № 2. – С. 7-18.
2. Кальсина, В.В. Особенности периферического кровообращения стрелков с поражением опорно-двигательного аппарата в соревновательном периоде годичного цикла спортивной подготовки / В.В. Кальсина, П.Г. Зайцев // Вестник спортивной науки. – 2020. – № 1. – С. 67-70.
3. The physical characteristics and performance profiles of female handball players: influence of playing position / B. Haksever, C. Soylu, M. Micoogullari, G. Baltaci // European Journal of Human Movement. – 2021. – No. 46. – P. 37-49.
4. Selim, H.S.A.S. The effect of contrast training on the dimensions of the heart, muscular ability and some complex skills of handball players / H.S.A.S. Selim // Assiut Journal of Sport Science and Arts. – 2021. – No. 2. – P. 120-136.
5. The effectiveness of blood flow restriction training in optimizing physiological indicators in elite female handball players / D. Tyshchenko, M. Diachenko, V. Tyshchenko [et al.] // Journal of Physical Education and Sport. – 2025. – Vol. 25. – No. 1. – P. 44-55.
6. Доможилова, А.А. Особенности реакции периферического кровотока на проведение окклюзионной пробы у спортсменов разных специализаций / А.А. Доможилова, Н.В. Дубкова, Ф.К. Макоева // Теория и практика физической культуры. – 2022. – № 3. – С. 34.
7. Специальные функциональные системы организма в циклических видах спорта / Ю.Б. Кораблева, А.С. Ушаков, Е.А. Черепов [и др.] // Человек. Спорт. Медицина. – 2025. – Т. 25. – № 2. – С. 24-33.
8. Салова, Ю.П. Характеристика показателей периферического кровообращения квалифицированных лыжников-гонщиков / Ю.П. Салова // Вопросы функциональной подготовки в спорте высших достижений: материалы VII Всероссийской научно-практической конференции. – Омск: СибГУФК, 2020. – С. 52-59.
9. Седоченко, С.В. Анализ реовазографических параметров подводников пловцов в моноласте / С.В. Седоченко, Н.П. Грачев // Ученые записки университета им. ПФ Лесгафта. – 2023. – № 8(222). – С. 292-297.
10. Эсенов, О.А. Сравнительный анализ морфофункциональных качеств баскетболистов и

гандболистов / О.А. Эсенов, Ч.А. Сылапов // Проблемы науки. – 2024. – № 2(83). – С. 25-30.
11. Комплекс реографический «Рео-спектр». Методические указания. – Иваново: ООО «Нейрософт», 2010. – 152 с.

REFERENCES

1. Isaev A.P., Erlich V.V., Shevtsov A.V., Bychkovskikh V.A., Korableva Yu.B. Integral criteria for system forming characteristics of the functional system in highly skilled athletes from different sports. *Human. Sport. Medicine*, 2021, vol. 21, no. 2, pp. 7-18. (in Russ.)
2. Kal'sina V.V., Zajtsev P.G. Feature of peripheral blood circulation of shooters with damage locomotor system in the competitive period of annual sport training cycle. *Sports Science Bulletin*, 2020, no. 1, pp. 67-70. (in Russ.)
3. Haksever B., Soylu C., Micoogullari M., Baltaci G. The physical characteristics and performance profiles of female handball players: influence of playing position. *European Journal of Human Movement*, 2021, no. 46, pp. 37-49.
4. Selim H.S.A.S. The effect of contrast training on the dimensions of the heart, muscular ability and some complex skills of handball players. *Assiut Journal of Sport Science and Arts*, 2021, no. 2, pp. 120-136.
5. Tyshchenko D., Diachenko M., Tyshchenko V., Sokolova O., Veritov O., Bubela O-O., Atamanyuk S., Todorova V. The effectiveness of blood flow restriction training in optimizing physiological indicators in elite female handball players. *Journal of Physical Education and Sport*, 2025, vol. 25, no. 1, pp. 44-55.
6. Domozhilova A.A., Dubkova N.V., Makoeva F.K. Features of peripheral blood flow response to occlusion testing in athletes of different specializations. *Theory and Practice of Physical Culture*, 2022, no. 3, p. 34. (in Russ.)
7. Korableva Yu.B., Ushakov A.S., Cherepov E.A., Mayukhov D.M., Eliseeva E.R. Special functional systems of the body in cyclic sports. *Human. Sport. Medicine*, 2025, vol. 25, no. 2, pp. 24-33. (in Russ.)
8. Salova Yu.P. Characteristics of peripheral blood circulation indicators of qualified ski racers. Issues of Functional Training in High-Performance Sports: Materials of the VII All-Russian Scientific and Practical Conference. Omsk: SibGUFK, 2020. pp. 52-59. (in Russ.)
9. Sedochenko S.V., Grachev N.P. Analysis of rheovasographic parameters of underwater swimmers in monolast. *Scientific Notes of the P.F. Lesgaft University*, 2023, no. 8(222), pp. 292-297. (in Russ.)
10. Esenov O.A., Sylapov Ch.A. Comparative analysis of morphofunctional qualities of basketball and handball players. *Problems of science*, 2024, no. 2(83), pp. 25-30. (in Russ.)
11. Rheographic complex "Rheo-spectrum". Methodological guidelines. Ivanovo: LLC "Neurosoft", 2010. 152 p. (in Russ.)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Анастасия Александровна Малякина – ассистент кафедры медицинской реабилитации и спортивной медицины федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Волгоградский государственный медицинский университет», Волгоград, e-mail: amalyakina0320@bk.ru.
Галина Александровна Севрюкова – доктор биологических наук, профессор кафедры нормальной физиологии федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Волгоградский государственный медицинский университет», Волгоград, e-mail: sevrykova2012@yandex.ru.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS:

Anastasia A. Malyakina – Assistant Professor of the Department of Medical Rehabilitation and Sports Medicine, Volgograd State Medical University, Volgograd, e-mail: amalyakina0320@bk.ru.
Galina A. Sevriukova – Doctor of Biological Sciences, Professor of the Department of Normal Physiology, Volgograd State Medical University, Volgograd, e-mail: sevrykova2012@yandex.ru.

Для цитирования: Малякина, А.А. Характеристика периферического кровообращения верхних конечностей у девушек-гандболисток / А.А. Малякина, Г.А. Севрюкова // Современные вопросы биомедицины. – 2025. – Т. 9. – № S1(35). DOI: 10.24412/2588-0500-2025_09_S1_6

For citation: Malyakina A.A., Sevriukova G.A Peripheral blood circulation of the upper limbs in female handball players. *Modern Issues of Biomedicine*, 2025, vol. 9, no. S1(35). DOI: 10.24412/2588-0500-2025_09_S1_6