

DOI: 10.48612/pfiet/0031-2991.2025.03.52-62

© Иванов К.П., Долгих В.Т., 2025

УДК 616.092.6

Иванов К.П.^{1,2}, Долгих В.Т.¹

Индексная оценка параметров функционирования сердечно-сосудистой системы у постинсультных больных

¹Федеральный научно-клинический центр реаниматологии и реабилитологии, 107031, Москва, Россия, ул. Петровка, д. 25, стр. 2;²ГНЦ РФ «Институт медико-биологических проблем» РАН, 123007, Москва, Россия, Хорошевское шоссе, д. 76А

Введение. Объективные характеристики функционирования сердечно-сосудистой системы (ССС) являются важными индикаторами физиологического состояния и адаптационных резервов организма человека. Цель исследования – индексная оценка состояния периферического кровообращения и показателей уравновешенности сердечного и сосудистого компонентов ССС при проведении 2-го этапа реабилитационных мероприятий у больных, перенесших ишемический инсульт, в зависимости от пола и возраста.

Методика. Исследовали функциональное состояние ССС у 66 пациентов в возрасте от 41 до 83 лет на 2-ом этапе реабилитации после перенесенного ишемического инсульта. Пациентами ежедневно, в течение 2-х недель, выполнялась программа реабилитации, включающая занятия лечебной физкультурой, с дополнительным использованием механотерапевтического оборудования, лечебный массаж, аппаратную физиотерапию и медикаментозную терапию. На 1-е и 10-е сутки реабилитационного лечения проводилось суточное холтеровское мониторирование электрокардиограммы и артериального давления. Регистрировали параметры ЧСС и АД. Для оценки динамики показателей функционального состояния и адаптационного потенциала ССС рассчитывали индексы функционирования ССС.

Результаты. Интегральная оценка функционального состояния ССС пациентов позволяет проанализировать мобилизацию адаптационных возможностей организма при проведении реабилитационного лечения. Рассчитаны значения диапазона физиологической нормы индексов гемодинамики: должного общего и удельного периферического сосудистого сопротивления (ДОПСС и ДУПСС), должного минутного объема крови и сердечного индекса (ДМОК и ДСИ), индексов работы сердца и тонуса сосудов (ИРС и ИТС), а также интегральный показатель уравновешенности сердечного и сосудистого компонентов (ИПУССК). Зарегистрировано статистически значимое ($p < 0,05$) уменьшение показателей ОПСС, КОПСС и увеличение показателя ДОПСС. В целом по группе ($n=66$), положительная тенденция функционирования ССС отмечается в 83,33% наблюдений.

Заключение. Использование индексов интегральной оценки функционального состояния ССС при проведении реабилитационных мероприятий после перенесенного ишемического инсульта является актуальным и патогенетически обоснованным. В целом, отмечается тенденция положительной динамики значений функционирования и повышение адаптационного потенциала ССС, подтверждающая эффективность проводимых реабилитационных мероприятий. Использованные методы оценки могут быть предложены в качестве способа мониторинга эффективности реабилитации у постинсультных пациентов и для определения плана реабилитационных мероприятий на третьем этапе.

Ключевые слова: ишемический инсульт; сердечно-сосудистая система; индексы гемодинамики; постинсультная реабилитация

Для цитирования: Иванов К.П., Долгих В.Т. Индексная оценка параметров функционирования сердечно-сосудистой системы у постинсультных больных. Патологическая физиология и экспериментальная терапия. 2025; 69(3): 52–62.

DOI: 10.48612/pfiet/0031-2991.2025.03.52-62

Участие авторов: концепция и дизайн исследования – Долгих В.Т.; сбор и обработка материала – Иванов К.П.; статистическая обработка материала – Иванов К.П.; написание текста – Иванов К.П., Долгих В.Т.; редактирование текста – Долгих В.Т. Утверждение окончательного варианта статьи, ответственность за целостность всех ее частей – все соавторы.

Для корреспонденции: Иванов Кирилл Петрович, e-mail: kpivanov95@gmail.com

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила 11.06.2025

Принята к печати 25.08.2025

Опубликована 30.09.2025

DOI: 10.48612/pfiet/0031-2991.2025.03.52-62

Ivanov K.P.^{1,2}, Dolgikh V.T.¹

Index assessment of parameters of the cardiovascular system functioning in post-stroke patients

¹Federal Research and Clinical Center of Intensive Care Medicine and Rehabilitology, 25 Petrovka St., Moscow 107031, Russian Federation;

²Institute of Biomedical Problems of the Russian Academy of Sciences, 76A Khoroshevskoe Shosse, Moscow 123007, Russian Federation

Introduction. Objective characteristics of the cardiovascular system (CVS) functioning are important indicators of the physiological state and adaptive reserves of the human body. **Aim.** Index assessment of the state of peripheral circulation and parameters of the balance between the CVS cardiac and vascular components during the 2nd stage of rehabilitation in patients after ischemic stroke depending on their gender and age.

Methods. The CVS functional state was studied in 66 patients aged 41 to 83 years at the 2nd stage of rehabilitation after ischemic stroke. The patients underwent a rehabilitation program daily for 2 weeks, including exercise therapy using additional mechanical therapeutic devices, therapeutic massage, equipment-based physiotherapy, and drug therapy. On days 1 and 10 of the rehabilitation treatment, daily Holter monitoring of electrocardiogram and blood pressure was performed. Heart rate (HR) and blood pressure (BP) parameters were recorded. To assess the dynamics of the CVS functional state and adaptive potential, CVS function indices were calculated.

Results. An integrated assessment of the CVS functional state allows analyzing the mobilization of the body's adaptive capabilities during rehabilitation treatment. The values of the physiological normal range of hemodynamic indices were calculated as the proper total and specific peripheral vascular resistance (PTPVR and PSPVR), proper minute blood volume and cardiac index (PMBV and PCI), indices of cardiac function and vascular tone (HWI and VTI), and the integral indicator of the balance of the cardiac and vascular components (IIBCVC). Statistically significant ($p < 0.05$) decreases in TPVR and KTPVR and an increase in PTPVR were observed. In the total group ($n=66$), a positive trend in the CVS functioning was noted in 83.33% of cases.

Conclusion. The use of indices for integrated assessment of the CVS functional state during post-ischemic stroke rehabilitation is relevant and pathogenetically justified. In general, there was a tendency for positive dynamics of CVS functioning and its adaptive potential that confirmed the effectiveness of the rehabilitation activities. The above assessment methods can be proposed for monitoring the effectiveness of rehabilitation in post-stroke patients and for scheduling rehabilitation measured at stage 3.

Keywords: ischemic stroke; cardiovascular system; hemodynamic indices; post-stroke rehabilitation

For citation: Ivanov K.P., Dolgikh V.T. Index assessment of cardiovascular system functioning parameters in post-stroke patients. *Patologicheskaya Fiziologiya i Eksperimental'naya terapiya. (Pathological Physiology and Experimental Therapy, Russian Journal)*. 2025; 69(3): 52–62. (in Russian)

DOI: 10.48612/pfiet/0031-2991.2025.03.52-62

Author's contribution: concept and design of the study – Dolgikh V.T.; collection and processing of material, statistical processing – Ivanov K.P.; writing the text – Ivanov K.P., Dolgikh V.T.; editing the text – Dolgikh V.T. Approval of the final version of the article, responsibility for the integrity of all parts of the article – all authors.

For correspondence: Kirill P. Ivanov, postgraduate student, Federal Scientific and Clinical Center for Intensive Care and Rehabilitation; researcher, Institute of Biomedical Problems Russian Academy of Sciences, e-mail: kpivanov95@gmail.com

Information about the authors:

Ivanov K.P., <https://orcid.org/0009-0000-9569-2246>

Dolgikh V.T., <https://orcid.org/0000-0001-9034-4912>

Financing. The study had no sponsorship.

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

Received 11.06.2025

Accepted 25.08.2025

Published 30.09.2025

Введение

Сердечно-сосудистые заболевания (ССЗ) представляют собой важнейшую медико-социальную проблему. В настоящее время они занимают первое место (57%) по причине летальности во всем мире. В России ежегод-

но на 100 тысяч населения от инфаркта миокарда погибают 154 женщины и вдвое больше мужчин [1]. По данным Росстата в 2022 г. от заболеваний сердечно-сосудистой системы (ССС) умерли 831 557 человек (43,8% от общей доли смертности). Категория ССЗ включает ишемическую болезнь сердца, цереброваскулярные за-

DOI: 10.48612/pfiet/0031-2991.2025.03.52-62

болевания и острые нарушения мозгового кровообращения [2]. По данным мировой статистики продолжается рост числа ССЗ, отмечается снижение возраста развития заболевания, прослеживается высокая частота инвалидизации [3].

Инсульт – часто встречающееся заболевание ССС, которое может привести к длительной нетрудоспособности, а в ряде случаев является причиной инвалидизации пациента. Проводимые реабилитационные мероприятия после перенесенного инсульта, сопровождающиеся нагрузкой на все функциональные системы, в том числе и на ССС, оказывают влияние на адаптационные возможности организма пациента.

Объективные характеристики функционального состояния ССС являются важными индикаторами физиологического состояния организма и адаптационных резервов, которые в совокупности отражают адаптационные механизмы организма человека [4]. Снижение адаптационных возможностей организма ведет к снижению функциональных резервов, в первую очередь ССС, и росту напряжения регуляторных систем для поддержания гомеостаза основных систем организма [5, 6].

Данные индексной оценки функционирования ССС играют важную роль при выявлении индивидуальных морфофункциональных особенностей пациента, находящегося во 2-ом восстановительном периоде после перенесенного инсульта. Полученная в результате их вычисления информация о пациенте позволяет индивидуально обосновать медикаментозные, физиотерапевтические и физические мероприятия при проведении следующего, 3-го этапа реабилитационного лечения.

В доступных литературных источниках (базы данных РИНЦ и PubMed) не обнаружено информации об индексной оценке состояния периферического отдела кровообращения по показателям общего (ОПСС) и удельного (УПСС) периферического сопротивления сосудов и показателям уравновешенности (ИПУССК) сердечного и сосудистого компонентов ССС (индексов работы сердца и тонуса сосудов – ИРС и ИТС), у пациентов, находящихся в восстановительном периоде после перенесенного инсульта, в том числе в ходе выполнения 2-го этапа реабилитационных мероприятий.

Таким образом, актуальность изучения в динамике значений индексной оценки 2-го этапа реабилитационных мероприятий у больных, находящихся в восстановительном периоде после перенесенного инсульта, не подлежит сомнению.

Цель работы: индексная оценка состояния периферического отдела кровообращения и показателей уравновешенности сердечного и сосудистого компонентов ССС при проведении 2-го этапа реабилитационных меропри-

ятий у больных, перенесших ишемический инсульт, в зависимости пола и возраста.

Методика

Обследованы 66 пациентов отделения медицинской реабилитации для пациентов с нарушением функции ЦНС «НИИ Реабилитологии им. проф. Пряникова И.В.» ФНКИЦ РР, проходивших 2-й этап реабилитации после перенесенного ишемического инсульта. В исследовании включено 34 женщины и 32 мужчины, распределённые на 3 возрастные группы (41–59 лет, 60–68 лет и 69–83 лет).

Количество пациентов (женщин/мужчин) внутри групп соответственно составляет: (Ж/М, чел.): 7Ж/13М, 15Ж/10М, 12Ж/9М. Антропометрические показатели: средний возраст: 64,88(7,43) Ж/62,34(10,65)М; рост: 163,09(7,30)Ж/176,66(7,43)М; вес: 76,82(10,75)Ж /87,00(14,19)М.

Исследования проходили в два этапа. Первый этап проводился на 2-й день после поступления пациентов, до проведения реабилитационных мероприятий. В начале первого этапа у всех пациентов регистрировали возраст, рост и вес. Второй этап исследования проходил на 12-е сутки лечения. Программа реабилитации включала 10 ежедневных физиотерапевтических процедур: сухие углекислые ванны; низкоинтенсивную магнитотерапию на шейно-воротниковую область с частотой 50 Гц; занятия лечебной физкультурой в индивидуальном режиме, с дополнительным использованием механотерапевтического оборудования, лечебный массаж шейно-воротниковой области. Ежедневно пациентам проводили внутривенное капельное введение мексидола 50 мг/1000 мл/сутки. Суточное мониторирование ЧСС и АД на 1-м этапе (2-е сутки) и 2-м этапе (12-е сутки) проводилось с использованием оборудования Astrocard® Holter System («Медитек», РФ). Проводился расчет и оценка следующих показателей:

1. Общее периферическое сопротивление сосудов (ОПСС) ($\text{дин} \times \text{см}^{-1} \times \text{см}^5$ или у.е) рассчитывали по формуле Пуазейля: $\text{ОПСС} = \text{СрГД} \times 1,333 \times 60 / \text{МОК}$, где СрГД – среднее гемодинамическое артериальное давление, МОК – минутный объем крови [7].

2. Должное общее периферическое сосудистое сопротивление (ДОПСС) ($\text{дин} \times \text{см}^{-1} \times \text{см}^5$ или у.е) определяется по формуле: $\text{ДОПСС} = 80 \times \text{СрГД} / \text{ДМОК}$, где СрГД – среднее гемодинамическое артериальное давление, ДМОК – должный минутный объем крови [7].

3. Коэффициент уравновешенности фактического к должному показателю индекса общего периферического сопротивления сосудов (КОПСС = ОПСС/ДОПСС) здорового человека должен стремиться к единице, имея границы референсных значений (РЗ): 0,9–1,1 у. е.

DOI: 10.48612/pfiet/0031-2991.2025.03.52-62

4. Величину удельного периферического сосудистого сопротивления рассчитывали по формуле: УПСС = СрГД/СИ (дин × см⁻¹ × см⁻⁵ или у.е). Считается, что УПСС более точно отражает резистентность сосудистого русла по отношению к антропометрическим параметрам организма [8].

5. Должное удельное периферическое сосудистое сопротивление (ДУПСС) (дин × см⁻¹ × см⁻⁵ или у.е) рассчитано по формуле: ДУПСС = СрГД/ДСИ, где СрГД – среднее гемодинамическое артериальное давление, ДСИ – должный сердечный индекс [7].

6. Коэффициент уравновешенности фактического к должному показателю индекса удельного периферического сопротивления сосудов (КУПСС = УПСС/ДУПСС) здорового человека должен стремиться к единице, имея границы РЗ: 0,9–1,1 у.е.

7. Индекс работы сердца (ИРС у.е) определяли по формуле: ИРС = УОС/ЧСС; где ЧСС – частота сердечных сокращений, УОС – ударный объем сердца [9]. РЗ ИРС больше 1,0 у.е. [10].

8. Индекс тонуса сосудов (ИТС у.е) определяли по формуле: ИТС = ПД/ДАД; где ПД – пульсовое давление, ДАД – диастолическое АД [9].

9. Интегральный показатель уравновешенности сердечного и сосудистого компонентов (ИПУССК у.е) вычисляли по формуле: ИПУССК = ИРС×ИТС, где ИРС – индекс работы сердца; ИТС – индекс тонуса сосудов [9]. РЗ ИПУССК больше 0,5 у.е. [10].

Статистическую обработку полученных результатов проводили с помощью пакета статистических программ Statistica, версия 10.0. Для оценки характера нормальности распределения данных использовали визуально-графический метод и критерии согласия Колмогорова-Смирнова и Шапиро-Уилка. Распределение в выборках отличалось от нормального, в связи с чем данные представляли в виде медианы (Me), нижнего (Q1) и верхнего (Q3) квартилей. Для сравнения двух связанных признаков использовали непараметрический критерий Уилкоксона. При проверке гипотез статистически значимыми считали результаты при уровне вероятности более 95% ($p < 0,05$) [11].

Результаты

1. Как следует из **табл. 1**, для 7-й группы уменьшение ОПСС составляет 0,22% ($p=0,666$). Во всех группах женщин ОПСС уменьшается с 3,10% ($p=0,255$) до 6,17% ($p=0,713$). Во всех группах мужчин ОПСС увеличивается с 8,31% ($p=0,649$) до 15,02% ($p=0,212$). Статистически значимое значение ($p=0,045$) зафиксировано в 5-й группе. ОПСС во всех группах находится в диапазоне от 1705,99 (1590,82–1906,89) до 2089,9 (1635,5–2359,76).

2. Для 7-й группы уменьшение ДОПСС составляет 1,48% ($p=0,284$). ДОПСС уменьшается в 1-й группе

на 8,36% ($p=0,116$), 3 группе на 1,54% ($p=0,213$), а также в 6 группе на 1,53% ($p=0,612$). ДОПСС увеличивается во 2-й и 4-й группах на 2,89% ($p=0,047$ – статистически значимое значение) и 2,87% ($p=0,515$) и в 5-й группе на 1,13% ($p=0,814$). ДОПСС во всех группах находится в диапазоне от 1125,11 (1045,96–1174,17) до 1613,86 (1322,19–1702,79).

3. Как следует из **табл. 1**, для 7-й группы уменьшение ОПСС составляет 0,22% ($p=0,666$). Во всех группах женщин ОПСС уменьшается с 3,10% ($p=0,255$) до 6,17% ($p=0,713$). Во всех группах мужчин ОПСС увеличивается с 8,31% ($p=0,649$) до 15,02% ($p=0,212$). Статистически значимое значение ($p=0,045$) зафиксировано в 5-й группе. ОПСС во всех группах находится в диапазоне от 1705,99 (1590,82–1906,89) до 2089,9 (1635,5–2359,76).

4. Для 7-й группы уменьшение ДОПСС составляет 1,48% ($p=0,284$). ДОПСС уменьшается в 1-й группе на 8,36% ($p=0,116$), 3-й группе на 1,54% ($p=0,213$), а также в 6-й группе на 1,53% ($p=0,612$). ДОПСС увеличивается во 2-й и 4-й группах на 2,89% ($p=0,047$ – статистически значимое значение) и 2,87% ($p=0,515$) и в 5-й группе на 1,13% ($p=0,814$). ДОПСС во всех группах находится в диапазоне от 1125,11 (1045,96–1174,17) до 1613,86 (1322,19–1702,79).

5. Для 7-й группы увеличение КОПСС составляет 3,85% ($p=0,598$). КОПСС увеличивается в 4-й группе на 8,90% ($p=0,417$), 6-й группе на 16,92% ($p=0,361$) и в 3-й группе на 0,85% ($p=0,644$). КОПСС уменьшается во 2-й и 5-й группах на 2,98% ($p=0,556$) и 2,86% ($p=0,017$ – статистически значимое значение) соответственно. В 1-й группе КОПСС без изменений. КОПСС всех групп находится в диапазоне от 1,02 (0,86–1,18) до 1,68 (1,48–1,79).

6. Для 7-й группы уменьшение УПСС составляет 0,34% ($p=0,487$). УПСС уменьшается в 1-й и 2-й группах на 18,05% ($p=0,091$) и 3,06% ($p=0,650$) соответственно и в 3-й и 5-й группах на 7,16% ($p=0,182$) и 6,81% ($p=0,695$). В 4-й и 6-й группах, УПСС увеличивается на 17,44% ($p=0,441$) и 6,02% ($p=0,398$). УПСС во всех группах находится в диапазоне от 37,37 (31,98–45,46) до 56,69 (47,05–62,61). Для 7-й группы увеличение КОПСС составляет 3,85% ($p=0,598$). КОПСС увеличивается в 4-й группе на 8,90% ($p=0,417$), 6-й группе на 16,92% ($p=0,361$) и в 3-й группе на 0,85% ($p=0,644$). КОПСС уменьшается во 2-й и 5-й группах на 2,98% ($p=0,556$) и 2,86% ($p=0,017$ – статистически значимое значение) соответственно. В 1-й группе КОПСС без изменений. КОПСС всех групп находится в диапазоне от 1,02 (0,86–1,18) до 1,68 (1,48–1,79).

7. Для 7-й группы уменьшение УПСС составляет 0,34% ($p=0,487$). УПСС уменьшается в 1-й и 2-й группах на 18,05%

Таблица 1/Table 1

**Изменение по группам показателей сердечно-сосудистой системы в ходе проведения реабилитационных мероприятий Me (Q1 – Q3)
Changes in groups of cardiovascular system indicators during rehabilitation activities Me (Q1 – Q3)**

Параметры Parameters	41–59 лет/years (n=20)						60–67 лет/years (n=25)		
	1 группа женщины group women (n=7)			2 группа мужчины group men (n=13)			3 группа женщины group women (n=15)		
	1 сутки day	10 сутки day	<i>P</i>	1 сутки day	12 сутки day	<i>P</i>	1 сутки day	12 сутки day	<i>P</i>
ОПСС TPVR	1947,78 (1779,90–2270,14)	1887,41 (1788,37–2091,08)	0,255	1721,34 (1665,99–2034,06)	1868,77 (1702,94–2227,91)	0,561	1920,90 (1729,58–1979,42)	1802,33 (1723,79–2138,44)	0,713
ДОПСС PTPVR	1613,86 (1322,19–1702,79)	1478,87 (1316,72–1623,38)	0,116	1125,11 (1045,96–1174,17)	1157,67 (1050,10–1190,14)	0,047*	1560,10 (1459,91–1807,49)	1536,01 (1403,34–1648,34)	0,213
КОПСС KTPVR	1,35 (1,14–1,50)	1,35 (1,20–1,46)	0,801	1,68 (1,48–1,79)	1,63 (1,56–1,80)	0,556	1,18 (1,02–1,28)	1,19 (0,98–1,35)	0,644
УПСС SPVR	46,25 (34,35–68,10)	37,90 (35,64–62,37)	0,091	45,44 (38,58–53,89)	44,05 (37,52–55,49)	0,650	40,25 (32,13–46,01)	37,37 (31,98–45,46)	0,182
ДУПСС PSPVR	35,09 (32,52–40,39)	35,08 (31,72–38,86)	0,116	27,90 (27,23–31,52)	29,50 (27,02–31,07)	0,650	35,33 (33,55–36,63)	34,63 (32,27–36,17)	0,182
КУПСС KSPVR	1,16 (1,05–1,72)	1,16 (1,08–1,58)	0,176	1,55 (1,40–1,75)	1,52 (1,32–1,68)	0,650	1,25 (0,93–1,42)	1,24 (0,91–1,41)	0,477
ИРС HWI	0,94 (0,90–1,00)	0,89 (0,83–1,16)	0,535	1,11 (0,88–1,31)	0,99 (0,78–1,15)	0,183	0,99 (0,69–1,16)	0,99 (0,71–1,09)	0,854
ИТС VTI	0,59 (0,55–0,64)	0,579 (0,54–0,60)	0,116	0,62 (0,50–0,72)	0,53 (0,52–0,72)	0,814	0,73 (0,54–0,92)	0,66 (0,60–0,92)	0,069
ИПУССК IIBCVC	0,56 (0,44–0,69)	0,50 (0,48–0,64)	0,310	0,71 (0,43–0,95)	0,52 (0,48–0,86)	0,249	0,81 (0,27–0,94)	0,61 (0,39–1,02)	0,594
ДМОК PMBV	4,88 (4,64–5,17)			6,39 (6,29–6,73)			4,61 (4,25–4,98)		
ДОО BMR	1371,50 (1305,25–1454,00)			1783,75 (1770,00–1876,25)			1282,75 (1186,50–1362,75)		
ИМТ BMI	28,12 (24,91–31,60)			28,63 (28,39–34,60)			27,23 (25,71–31,95)		
ППТ BSA	1,81 (1,73–1,94)			2,08 (1,98–2,17)			1,77 (1,69–1,88)		
ДСИ PCI	2,69 (2,66–2,70)			3,08 (3,02–3,10)			2,54 (2,49–2,59)		

Примечание. ОПСС – общее периферическое сопротивление сосудов; ДОПСС – должное общее периферическое сосудистое сопротивление; коэффициент КОПСС=ОПСС/ДОПСС; УПСС – удельное периферическое сосудистое сопротивление; коэффициент КУПСС=УПСС/ДУПСС; ИРС – индекс работы сердца; ИТС – индекс тонуса сосудов; ИПУССК – интегральный показатель уравновешенности сердечного и сосудистого компонентов. * Wilcoxon's ($p \leq 0,05$) при сравнении 1 и 10 дня реабилитации.
Note. TPVR – Total peripheral vascular resistance; PTPVR – Proper total peripheral vascular resistance; The coefficient KTPVR=TPVR/PTPVR; SPVR – Specific peripheral vascular resistance; PSPVR – Proper specific peripheral vascular resistance; The coefficient KSPVR=SPVR/PSPVR; HWI – Heart work index; VTI–Vascular tone index; IIBCVC–Integral indicator of balance of cardiac and vascular components. * Wilcoxon's ($p \leq 0,05$).

($p=0,091$) и 3,06% ($p=0,650$) соответственно и в 3-й и 5-й группах на 7,16% ($p=0,182$) и 6,81% ($p=0,695$). В 4-й и 6-й группах, УПСС увеличивается на 17,44% ($p=0,441$) и 6,02% ($p=0,398$). УПСС во всех группах находится в диапазоне от 37,37 (31,98–45,46) до 56,69 (47,05–62,61). Для 7-й группы уменьшение ИРС составляет 5,26% ($p=0,053$). ИРС уменьшается во всех возрастных группах с 0,00% ($p=0,854$) до 18,89% ($p=0,107$), кроме увеличения в 5-й группе на 4,12% ($p=0,806$). ИРС во всех группах находится в диапазоне от 0,73 (0,56–0,9) до 1,11 (0,88–1,31).

Для 7-й группы уменьшение ИТС составляет 6,67% ($p=0,162$). ИТС уменьшается во всех возрастных группах с 3,39% ($p=0,116$) до 19,40% ($p=0,086$), кроме увеличения в 5-й группе на 1,37% ($p=0,086$). ИТС во всех группах находится в диапазоне от 0,53 (0,52–0,72) до 0,73 (0,56–0,89).

Для 7-й группы уменьшение ИПУССК составляет 18,75% ($p=0,167$). ИПУССК уменьшается во всех возрастных группах с 0,44% ($p=0,594$) до 22,39% ($p=0,110$), кроме 4-й группы на 33,87% ($p=0,110$).

60–67 лет/years (n=25)			68–83 лет/years (n=21)						41–83 лет/years (n=66)		
4 группа мужчины group men (n=10)			5 группа женщины group women (n=12)			6 группа мужчины (n=9) group men (n=9)			7 группа женщины (n=34) + мужчины (n=32) group women (n=34) + men (n=32)		
1 сутки day	12 сутки day	<i>p</i>	1 сутки day	12 сутки day	<i>p</i>	1 сутки day	12 сутки day	<i>p</i>	1 сутки day	12 сутки day	<i>p</i>
1817,02 (1585,09–2169,83)	2089,90 (1635,50–2359,76)	0,212	1796,10 (1315,10–2104,01)	1715,99 (1487,59–2020,01)	0,045*	1705,99 (1590,82–1906,89)	1847,73 (1705,18–2067,42)	0,649	1968,35 (1779,90–2270,14)	1964,04 (1788,37–2091,08)	0,666
1238,97 (1185,99–1353,15)	1274,48 (1185,28–1434,49)	0,515	1495,72 (1320,79–1707,99)	1512,55 (1263,54–1786,12)	0,814	1353,44 (1191,65–1392,00)	1332,70 (1250,78–1402,66)	0,612	1378,90 (1191,65–1570,39)	1358,55 (1198,93–1536,01)	0,284
1,46 (1,24–1,67)	1,59 (1,35–1,70)	0,417	1,05 (0,92–1,30)	1,02 (0,86–1,18)	0,017*	1,30 (1,24–1,46)	1,52 (1,20–1,67)	0,361	1,30 (1,14–1,57)	1,35 (1,16–1,61)	0,598
48,27 (37,47–74,91)	56,69 (47,05–62,61)	0,441	44,81 (40,04–59,21)	41,76 (38,83–45,40)	0,695	51,36 (50,27–58,40)	54,45 (50,72–58,40)	0,398	47,49 (40,74–53,89)	47,33 (36,89–56,43)	0,487
31,47 (29,80–34,84)	31,59 (30,94–34,84)	0,515	34,23 (30,07–37,73)	35,98 (29,78–37,92)	0,937	30,95 (30,32–31,52)	31,19 (30,32–31,55)	0,612	32,82 (30,01–36,17)	32,03 (30,22–35,85)	0,301
1,56 (1,29–1,89)	1,78 (1,52–2,12)	0,260	1,42 (1,19–1,60)	1,30 (1,16–1,49)	0,433	1,77 (1,68–1,92)	1,74 (1,61–1,92)	0,176	1,43 (1,17–1,75)	1,45 (1,18–1,69)	0,763
0,90 (0,59–1,06)	0,73 (0,56–0,90)	0,107	0,97 (0,79–1,13)	1,01 (0,63–1,16)	0,806	0,89 (0,56–1,05)	0,77 (0,56–1,05)	0,075	0,95 (0,73–1,12)	0,90 (0,68–1,10)	0,053
0,67 (0,48–0,74)	0,54 (0,45–0,67)	0,086	0,73 (0,56–0,89)	0,73 (0,63–0,87)	0,086	0,68 (0,50–0,89)	0,63 (0,44–0,81)	0,091	0,60 (0,56–0,67)	0,56 (0,52–0,60)	0,162
0,62 (0,27–0,77)	0,41 (0,24–0,60)	0,110	0,64 (0,41–0,99)	0,71 (0,39–0,96)	0,937	0,63 (0,25–0,81)	0,49 (0,25–0,71)	0,237	0,64 (0,40–0,94)	0,52 (0,37–0,84)	0,167
6,12 (5,36–6,24)			4,38 (4,23–4,52)			5,30 (5,00–5,49)			5,14 (4,67–5,99)		
1720,00 (1506,25–1755,00)			1246,50 (1207,12–1307,75)			1490,00 (1405,00–1545,00)			1446,50 (1276,50–1717,50)		
27,24 (23,54–29,35)			30,43 (28,53–32,46)			26,36 (23,66–27,77)			28,39 (26,02–31,24)		
2,09 (1,87–2,12)			1,77 (1,72–1,84)			1,89 (1,77–1,93)			1,88 (1,77–2,08)		
2,91 (2,86–2,92)			2,50 (2,47–2,51)			2,79 (2,78–2,84)			2,70 (2,53–2,92)		

ИПУССК во всех группах находится в диапазоне от 0,41 (0,24–0,6) до 0,81 (0,27–0,94).

Обсуждение

Ведущая роль в поддержании адаптационного потенциала организма человека принадлежит ССС. Оценка индексов функционирования ССС в процессе реабилитационного лечения играет важную роль для определения функциональных особенностей пациента, адаптационных резервов организма и эффективности реабилитации.

Одним из определяющих факторов, оказывающих влияние на уровень артериального давления и поддержание относительного постоянства среднего динамического давления, является периферическое сопротивление сосудистого русла. Для оценки периферического сопро-

тивления необходимо знать степень проходимости прекапиллярного русла. Расчёт периферического сопротивления позволяет изучить артериальный тонус и его изменения в различных физиологических и патологических условиях.

1. ОПСС является одним из основных факторов, определяющих колебания АД, и отражает постнагрузку. Изменение ОПСС имеет направленность, прямо противоположную значению сердечного индекса (СИ). СИ – индексированный показатель гемодинамики, характеризующий хроно- и инотропную функции сердца. СИ, как отношение минутного объема кровообращения к площади поверхности тела, является показателем насосной функции сердца [7]. ОПСС определяется степенью сужения резистивных сосудов, к которым относятся артериолы

DOI: 10.48612/pfiet/0031-2991.2025.03.52-62

и венулы, расположенные в пре- и посткапиллярных областях сосудистого русла [12]. По мере увеличения возраста снижается растяжимость кровеносных сосудов, и, как следствие приводит к постепенному увеличению ОПСС, что приводит к снижению выброса минутного объема крови примерно на 1 % каждый год после 30 лет [13].

После проведения реабилитационного лечения, во 2-й и 6-й группах мужчин отмечается увеличение показателя ОПСС в рамках диапазона РЗ; в 4-й группе наблюдается повышение ОПСС, выходящее за границы диапазона, что свидетельствует об отрицательной динамике состояния суммарной проходимости прекапиллярного русла, повышении тонического напряжения артериальных стенок и сопротивления резистивных сосудов [14]. У женщин, во всех возрастных группах, отмечается снижение показателя ОПСС: в 1-й и 3-й группах от исходно высоких значений ОПСС в рамки границ РЗ; в 5 группе – снижение ОПСС в границах РЗ [15, 16]. В целом, для 7-й группы, значения ОПСС, характеризующих суммарное гидравлическое сопротивление потоку крови общим микроциркуляторным руслом, уменьшаются в сторону границ РЗ ($1100-1900 \text{ дин} \times \text{см}^{-1} \times \text{см}^{-5}$) [17].

2. Границы РЗ ДОПСС в доступных литературных источниках (РИНЦ, PubMed) не обнаружены. Исходя из формулы ДОПСС = $80 \times \text{СрГД} / \text{ДМОК}$, рассчитан диапазон РЗ индекса для здорового человека по следующим данным. Границы РЗ СрГД составляют 70–100 мм рт. ст. [15]. Большинство должных показателей гемодинамики вычисляется исходя из базовой формулы должного минутного объема крови (ДМОК, л/мин), предложенной Савицким Н.Н., с учетом интенсивности обменных процессов [18]. ДМОК = $\text{ДОО} / 281$, где ДОО – это должный основной обмен, рассчитываемый по формулам Харриса-Бенедикта, учитывающими, что основной обмен зависит от пола, возраста и массы тела [7]. Должный основной обмен (формула Маффина-Джеора, взамен Харриса Бенедикта) рассчитан по формуле $\text{ДОО} = \text{BMR} = (10 \times \text{вес в кг}) + (6,25 \times \text{рост в см}) - (5 \times \text{возраст в годах}) \pm \text{коэффициент}$ (–161 для женщин или + 5 для мужчин). Границы диапазона РЗ ДОО: 2100–4200 (мужчины) и 1800–3050 (женщины) [19, 20]. Рассчитанный ДМОК составляет: для мужчин (7,47–14,95 у.е), для женщин (6,41–10,85 у.е). Соответственно, значения ДОПСС составляют: для мужчин (374,6–1071,0 у.е), для женщин (516,1–1248,1 у.е). Учитывая разброс этих значений, целесообразно установить границы диапазона нормальных физиологических значений, как среднее значение $\pm 10\%$, т.е. значения ДОПСС для мужчин 650–800 у.е, для женщин 800–970 у.е. Наряду с этим, необходимо отметить и мнение других авторов о том, что формулы ОПСС и ДОПСС применимы не для расчетов, а для demonstra-

ции пропорциональности зависимостей, так как ОПСС зависит от длины сосуда, его радиуса и вязкости крови, которые нередко изменяются независимо друг от друга. Соответственно, в табл. 1, динамика изменения (снижение показателей ДОПСС в группах 1, 3, 6, 7) в сторону рассчитанных РЗ оценивается как положительная; движение в противоположную сторону (группа 2, 4, 5) – как отрицательный качественный показатель.

3. КОПСС сравнивает фактические значения параметров гемодинамики с должными показателями здорового человека. Положительная динамика наблюдается во 2-й и 5-й группах, что указывает на улучшение состояния ССС. Отрицательная динамика КОПСС во всех остальных группах и для всей группы пациентов ($n=66$) свидетельствует о снижении адаптационных возможностей при проведении реабилитационных мероприятий и указывает на необходимость их корректировки.

4. УПСС – показатель, отражающий сопротивление току крови на данном участке сосудистой системы. В аорте сопротивление току крови минимально, в артериях сопротивление увеличивается, но незначительно, поскольку артерии – это крупные сосуды с большим радиусом. Артериолы имеют хорошо развитую мышечную оболочку и могут резко уменьшать свой просвет за счёт сокращений. Артериолы длиннее капилляров и представляют собой ветвистые и извитые сосуды с турбулентным током крови. В артериолах самое высокое сопротивление току крови, поэтому их называют резистивными сосудами. В капиллярах сопротивление току крови немного меньше, чем в артериолах, поскольку капилляры – это узкие, но короткие сосуды. Цепочечный характер кровотока обеспечивает низкое внутреннее сопротивление. В венозном русле сопротивление току крови уменьшается, поскольку просвет сосудов увеличивается. Низкое сопротивление крови в крупных венах облегчает её возврат к сердцу [21].

Считается, что УПСС более точно отражает резистентность сосудистого русла по отношению к антропометрическим параметрам организма. По некоторым данным, сопротивление в периферических сосудах большого круга кровообращения может варьироваться в широких пределах от 1200 до 2500 дин. Однако из-за значительных колебаний этих показателей их нельзя использовать для индивидуальной оценки состояния прекапиллярного русла [21].

Для уточнения показателя Н.Н. Савицким было разработано понятие удельного периферического сопротивления. Определение этого показателя позволяет не только оценить проходимость прекапиллярного русла, но и определить – насколько фактическое сопротивление отличается от индивидуальной нормы для конкретного человека и насколько оно соответствует рабочему сопротивлению.

DOI: 10.48612/pfiet/0031-2991.2025.03.52-62

РЗ УПСС: 35–45 у.е. УПСС представляет собой суммарное сопротивление крови, наблюдаемое в основном, в артериолах. Этот показатель важен для оценки изменения тонуса сосудов при различных физиологических состояниях. При гипертонической болезни имеет место значительный рост УПСС: в покое у таких больных УПСС может достигать значений от 50 до 70 у.е. [22].

Из **табл. 1** следует, что динамика увеличения УПСС вне диапазона РЗ в 4-й и 6-й группах (и минимальное снижение в 7-й группе) свидетельствует об увеличении тонического напряжения артериальных стенок и сопротивления резистивных сосудов, а также о снижении проходимости прекапиллярного русла [22], что указывает на напряжение механизмов адаптации системы кровообращения [16]. Наряду с этим, динамика движения значений в сторону диапазона РЗ в 1-й и 2-й группах и нахождение значений в диапазоне РЗ в 3-й и 5-й группах показывает эффективность реабилитационного лечения.

5. Границы РЗ ДУПСС в доступных литературных источниках (РИНЦ, PubMed) не обнаружены. Исходя из формулы ДУПСС = СрГД/ДСИ рассчитан диапазон значений индекса здорового человека по следующим данным: границы РЗ СрГД составляют 70–100 мм рт. ст. [15]; должный сердечный индекс (ДСИ, мл/м²) рассчитывали по формуле: ДСИ = ДМОК/ППТ (мл/м²) [7]. Границы РЗ ДМОК: мужчины (7,47–14,95 у.е), женщины (6,41–10,85 у.е.), а нормальное значение площади абсолютной поверхности тела (ППТ) составляет для женщин 1,71 м² и для мужчин 1,91 м² [23]. При этом, ДМОК = ДОО/281, где диапазон РЗ ДОО (должный основной обмен) составляет 2100–4200 (мужчины) и 1800–3050 (женщины). Соответственно, диапазон РЗ должного сердечного индекса (ДСИ) в состоянии покоя составляют для мужчин (3,91–7,83), для женщин (3,74–6,35) у.е. Таким образом, значение РЗ ДУПСС составят: для мужчин (9,0–26,0 у.е), для женщин (11,00–27,00 у.е).

Исходя из **табл. 1** следует, что ДУПСС имеет положительную динамику и направлены к границам РЗ в 3-й и 7-й группах и отрицательную во 2-й, 4-й, 5-й, 6-й группах, а также и в 1-й группе, учитывая незначительное снижение.

6. КУПСС сравнивает фактические значения параметров гемодинамики с должными показателями здорового человека и определяет степень проходимости сосудов. Положительная динамика КУПСС наблюдается во 2-й, 5-й и 6-й группах, что указывает на улучшение состояния ССС. Отрицательная динамика во всех остальных группах (в т.ч. 1-й и 3-й, т.к. уменьшение незначительное) свидетельствует о снижении адаптационных возможностей организма при проведении реабилитационных мероприятий и указывает на необходимость их корректировки.

7. Информативным параметром, подтверждающим эффективность реабилитационных физических нагрузок, является индекс работы сердца (ИРС). ИРС характеризует интенсивность сердечной деятельности при мышечной активности, определяет объем крови, выбрасываемой сердцем за одну систолу, и отражает потребление миокардом кислорода. [24, 25]. Границы РЗ ИРС в доступных литературных источниках (РИНЦ, PubMed) не обнаружены. Исходя из формулы, $ИРС = УОС/ЧСС$, рассчитан диапазон РЗ индекса здорового человека по следующим данным: границы РЗ, для ударного объема сердца (УОС) – 50–75 мл., для частоты сердечных сокращений (ЧСС) 60–90 уд/мин [15]. Соответственно, диапазон РЗ ИРС составляет 0,56–1,25 у.е. По мнению отдельных авторов, в норме показатель должен быть больше 1,0 [10]. Автор другой работы считает, что с повышением ИРС от 0,87 до 0,97 у.е. возрастает напряжение функционирования сердечно-сосудистой системы [14]. Наряду с этим, некоторые авторы высказывают мнение, что снижение показателя ИРС [26] на 15,1% ($p < 0,05$) с 100,5 до 94,5 (с 1,00 до 0,95 в сопоставимых единицах) свидетельствует о повышении функциональных резервов миокарда и уменьшении его потребности в кислороде [27]. Также утверждается, что снижение ИРС с 1,33 до 0,61 у.е. свидетельствует об оптимизации экономичности движения [25]. Качественная оценка ИРС, представленная в **табл. 2**, определена по динамике увеличения ИРС. Таким образом, с учетом вышесказанного, положительная динамика наблюдается только в 5-й группе женщин.

8. Границы РЗ ИТС в доступных литературных источниках (РИНЦ, PubMed) не обнаружены. Исходя из формулы, $ИРС = ПД/ДАД$, рассчитан диапазон РЗ ИТС для здорового человека по следующим данным: границы РЗ для пульсового давления (ПД) 30–50 мм рт. ст. и диастолического АД (ДАД) 60–90 мм рт. ст. [15]. Соответственно, расчетный диапазон РЗ ИТС: 0,33–0,83. Тем не менее, целесообразно определить РЗ ИТС от 0,52 до 0,64 у.е. (ср. значение +/- 10%). Таким образом, ИТС в 1-й, 2-й и 7-й группах находится в границах РЗ. Динамика снижения ИТС в сторону РЗ в 3-й, 4-й и 6-й группах мужчин положительна, что свидетельствует о тенденции к снижению напряжения стенок сосудов, улучшению функционирования системы кровообращения и, следовательно, улучшению снабжения кислородом головного мозга. В 5-й группе наблюдается отрицательная динамика.

9. ИПУССК – показатель регуляции сосудистого тонуса. Границы РЗ доступных литературных источниках (РИНЦ, PubMed) не обнаружены. Исходя из формулы, $ИПУССК = ИРС \times ИТС$, рассчитан диапазон значений индекса здорового человека по следующим данным:

DOI: 10.48612/pfiet/0031-2991.2025.03.52-62

границы РЗ: индекс работы сердца (ИРС) 0,56–1,25; индекс тонуса сосудов (ИТС) 0,33–0,83. Соответственно, расчётный диапазон РЗ ИПУССК составит 0,185–1,038 у.е. Целесообразно определить диапазон РЗ: 0,5–0,7 у. ед. (ср. значение +/- 10%), что согласуется с данными других авторов (в норме – больше 0,5 у.е) [10]. Значения ИПУССК ниже 0,5 у.е. указывают на дисрегуляцию сосудистого тонуса в 4-й группе [14]. Значения ИПУССК в пределах РЗ зафиксированы в 1-й, 6-й и 7-й группах и фактически (с минимальными отклонениями) в 2 и 5 группах. Положительная динамика снижения ИПУССК наблюдалась в 3-й группе.

Определение диапазонов РЗ: ДУПСС, ДМОК, ДСИ, ДОО, ППТ, КУПСС, ИРС, ИТС, ИПУССК имеет дискуссионный характер. Авторы будут весьма благодарны всем, кто найдет возможным высказать свои замечания по данному вопросу.

Из **таблицы 2** видно, что положительная динамика качественных изменений индексов состояния периферического кровообращения и показателей уравновешенности сердечного и сосудистого компонентов ССС отмечается во всех возрастных группах, кроме группы мужчин 60–67 лет. Таким образом, положительная тенденция функционирования ССС на 2-м этапе проведения реабилитации

Таблица 2/Table 2

Динамика изменений показателей функционирования ССС при проведении реабилитационных мероприятий 2-го этапа у пациентов с нарушением функции ЦНС (n=66)

Dynamics of changes in the indices of cardiovascular system functioning during rehabilitation activities of stage 2 in patients with CNS dysfunction (n=66)

Параметры Parameters	41–59 лет/ years (n=20)		60–67 лет/ years (n=25)				68–83 лет/ years (n=21)		41–83 лет/ years (n=66)					
	1 группа женщины group women (n=7)	2 группа мужчины group men (n=13)	3 группа женщины group women (n=15)	4 группа мужчины group men (n=10)	5 группа женщины group women (n=12)	6 группа мужчины group men (n=9)	7 группа женщины (n=34) + мужчины (n=32) group women (n=34) + men (n=32)							
ОПСС TPVR	-3,10%	+	8,56%	+	-6,17%	+	15,02%	-	-4,46%	+	8,31%	+	-0,22%	+
ДОПСС PTPVR	-8,36%	+	2,89%	-	-1,54%	+	2,87%	-	1,13%	-	-1,53%	+	-1,48%	+
КОПСС KTPVR	0,00%	-	-2,98%	+	0,85%	-	8,90%	-	-2,86%	+	16,92%	-	3,85%	-
УПСС SPVR	-18,05%	+	-3,06%	+	-7,16%	+	17,44%	-	-6,81%	+	6,02%	-	-0,34%	-
ДУПСС PSPVR	-0,03%	-	5,73%	-	-1,98%	+	0,38%	-	5,11%	-	0,78%	-	-2,41%	+
КУПСС KSPVR	-0,86%	-	-1,94%	+	-0,80%	-	14,10%	-	-8,45%	+	-1,69%	+	1,40%	-
ИРС HWI	-5,32%	-	-10,81%	-	0,00%	-	-18,89%	-	4,12%	+	-13,48%	-	-5,26%	-
ИТС VTI	-3,39%	+	-14,52%	+	-9,59%	+	-19,40%	+	1,37%	-	-7,35%	+	-6,67%	+
ИПУССК IIBCVC	-10,71%	+	-26,76%	+	-24,69%	+	-33,87%	-	10,94%	+	-20,63%	+	-18,75%	+
Динамика Dynamics	+		+		+		-		+		+		+	

Примечание. Количественные показатели приведены в %, качественные изменения: «+» – положительные изменения или нахождение показателя в границах референсных значений, «-» – отрицательные изменения или нахождение показателя вне границ референсных значений. ОПСС – общее периферическое сопротивление сосудов; ДОПСС – должное общее периферическое сосудистое сопротивление; коэффициент КОПСС=ОПСС/ДОПСС; УПСС – удельное периферическое сосудистое сопротивление; ДУПСС – должное удельное периферическое сосудистое сопротивление; коэффициент КУПСС=УПСС/ДУПСС; ИРС – индекс работы сердца; ИТС – индекс тонуса сосудов; ИПУССК – интегральный показатель уравновешенности сердечного и сосудистого компонентов.

Note. Quantitative indices are given in %, qualitative changes: “+” – positive changes or the index being within the limits of the reference values, “-” – negative changes or the index being outside the limits of the reference values. TPVR – Total peripheral vascular resistance; PTPVR – Proper total peripheral vascular resistance; The coefficient KTPVR=TPVR/ PTPVR; SPVR – Specific peripheral vascular resistance; PSPVR – Proper specific peripheral vascular resistance; The coefficient KSPVR= SPVR/ PSPVR; HWI – Heart work index; VTI–Vascular tone index; IIBCVC–Integral indicator of balance of cardiac and vascular components.

DOI: 10.48612/pfiet/0031-2991.2025.03.52-62

онных мероприятий после перенесенного ишемического инсульта отмечается в целом, по всем группам пациентов ($n=66$), в 83,33% наблюдений.

Заключение

1. Анализ значений индексов состояния периферического кровообращения и показателей уравновешенности сердечного и сосудистого компонентов ССС характеризует эффективность реабилитационного лечения и необходимость его корректировки.

2. У женщин положительная динамика функционирования ССС наблюдается в 1,7 раза чаще, чем у мужчин.

3. Показатели периферического сосудистого сопротивления и уравновешенности сердечно-сосудистой системы, совместно с другими индексами гемодинамики являются основой для разработки плана проведения 3-го этапа реабилитационных мероприятий для пациентов, перенёвших ишемический инсульт.

4. Определение границ физиологической нормы отдельных индексов ССС носит дискуссионный характер и нуждается в дополнительной проработке.

Литература

(п.п. 19; 20; 23; 26 см. References)

- Макаров К.С., Рудыко И.О. Анализ рисков заболеваний сердечно-сосудистой системы с использованием технологий больших данных. *Auditorium. Электронный научный журнал Курского государственного университета*. 2024; 2(42).
- Уточкин Ю.А., Лобанова Ю.И., Якшина А.Д. Сердечно-сосудистые заболевания в России: обзор статистики. *Наука через призму времени*. 2024; 1(82): 61–3.
- Мирхамидова С.М., Ботирова Н.Б., Камбарова С.А. Особенности распространенности сердечно-сосудистых заболеваний. *Молодой ученый*. 2016; 21(125): 73–6. <https://moluch.ru/archive/125/34513> (дата обращения: 24.04.2025)
- Агаджанян Н.А., Нотова С.В. Стресс, физиологические и экологические аспекты адаптации, пути коррекции. Оренбург: ИПК ГОУ ОГУ; 2009. 274 с.
- Баранов В.М., Баевский Р.М., Берсенева А.П., Михайлов В.М. Оценка адаптационных возможностей организма и задачи повышения эффективности здравоохранения. *Экология человека*. 2004; 6: 25–9.
- Баевский Р.М. Концепция физиологической нормы и критерии здоровья. *Российский физиологический журнал им. И.М. Сеченова*. 2003; 89(4): 473–87.
- Спицина Т.А. Сердечный ритм и центральная гемодинамика у лиц молодого возраста с мягкой артериальной гипертензией. *Педагогико-психологические и медико-биологические проблемы физической культуры и спорта*. 2010; 2(15): 103–15.
- Михайлов, В.М. *Вариабельность ритма сердца: опыт практического применения метода*. Иваново: ИГМА; 2000. 200 с.
- Княжев И.С., Караулова Л.В., Резцов О.В., Спицин А.П. Эконометрическая прогностическая модель оценки функционального состояния организма студентов во время экзаменационной сессии: одномоментное экспериментальное поисковое исследование.

- Кубанский научный медицинский вестник*. 2023; 30(5): 6–76. <https://doi.org/10.25207/1608-6228-2023-30-5-64-76>
- Спицин А.П., Першина Т.А. Особенности гемодинамики у студентов с разным уровнем эмоционального баланса в зависимости от типа ВНС. *Ульяновский медико-биологический журнал*. 2017; 4: 146–54. <https://doi.org/10.23648/UMBJ.2017.28.8753>
 - Ланг Т.А., Сесик М. *Как описывать статистику в медицине. Руководство для авторов, редакторов и рецензентов*. М.: Практическая Медицина; 2011. 480 с.
 - Кожухова В.К. Динамика общего периферического сопротивления сосудов в течение года у женщин. *Евразийский Союз Ученых (ЕСУ)*. 2019; 7(64): 4–9. <https://doi.org/10.31618/ESU.2413-9335.2019.2.64.242>
 - Куклин В.Н. Возрастные изменения физиологии систем кровообращения и дыхания и особенности анестезиологического обеспечения пациентам старше 60 лет. *Вестник интенсивной терапии имени А.И. Салтанова*. 2019; (4): 47–57. <https://doi.org/10.21320/1818-474X-2019-4-47-57>
 - Черепанов С.М., А.П. Спицин А.П. Влияние учебной деятельности в экзаменационные периоды на функциональное состояние организма студенток заочной формы обучения. *Экология человека*. 2008; 09: 3–7.
 - Тарабрина Н.Ю., Грабовская Е.Ю., Тарабрина В.А., Абдураманов А.Р. Выраженность основных показателей центральной кардиогемодинамики у борцов различной квалификации. *Ученые записки Крымского федерального университета имени В.И. Вернадского. Биология. Химия*. 2018; 4(70): 92–103.
 - Беляева В.А. Анализ параметров центральной гемодинамики у студентов-медиков в предэкзаменационном периоде. *Здоровье населения и среда обитания*. 2021; 29(10): 67–73.
 - Чиглинцев К.А., Зырянов А.В., Чиглинцев А.Ю. Интраартериальная и центральная гемодинамика после травмы почки Grade III: существует ли прямая причинно-следственная связь с посттравматической артериальной гипертензией? *Экспериментальная и клиническая урология* 2023; 16(3): 38–49.
 - Савицкий Н.Н. Биофизические основы кровообращения и клинические методы изучения гемодинамики. Л.: Медицина; 1974. 313 с.
 - Зарифьян А.Г., Кононец И.Е., Джайлобаева Э.А., Наумова Т.Н. *Физиология гемодинамики. Учебное пособие*. Бишкек: Изд-во КРСУ; 2011.
 - Шпак Л.В., Галошина Е.С., Еремеев А.Г. Гемодинамические показатели у больных артериальной гипертензией в пред и послеоперационном периоде при лапароскопической холецистэктомии. *Российский кардиологический журнал*. 2013; 1(99): 86–92.
 - Князюк О.О., Абрамович С.Г., Амосова Т.Л., Кривощёкова Е.В. Метод «Скандинавской ходьбы» в реабилитации больных инфарктом миокарда на Иркутском курорте «Ангара». *Здоровье. Медицинская экология*. 2014; 2(56): 83–6.
 - Неупокоев С.Н., Бредихина Ю.П., Иноземцева Т.А., Ромашов Н.М., Дронов О.В., Лосон Е.В. Влияние разнонаправленных средств СФП в боксе на показатели аэробной выносливости и сердечной деятельности у спортсменов старших разрядов. *Физическая культура, здравоохранение и образование. Материалы XVI Международной научно-практической конференции, посвященной памяти В.С. Пирусского*. Под редакцией Е.Ю. Дьяковой. Томск: ООО «СТТ»; 2022.
 - Абрамович С.Г., Машанская А.В., Денисенко Н.В., Зубрей С.А., Плужников А.В. Эффективность пелоидотерапии в санаторно-курортном лечении больных артериальной гипертензией. *Физиотерапия, бальнеология и реабилитация*. 2012; 11(4): 14–7.

DOI: 10.48612/pfiet/0031-2991.2025.03.52-62

References

- Makarov K.S., Rudyko I.O. Cardiovascular disease risk analysis using big data technologies. *Auditorium. Elektromyjni nauchnyi zhurnal Kur'skogo gosudarstvennogo universiteta*. 2024; 2(42). (in Russian)
- Utochkin Yu.A., Lobanova Yu.I., Yakshina A.D. Cardiovascular diseases in Russia: statistical review. *Nauka cherez prizmu vremeni*. 2024; 1(82): 61–3. (in Russian)
- Mirhamidova S.M., Botirova N.B., Kambarova S.A. Features of the prevalence of cardiovascular diseases. *Molodoi uchenyi*. 2016; 21(125): 73–6. URL: <https://moluch.ru/archive/125/34513> (accessed: 24.04.2025). (in Russian)
- Agadzhanyan N.A., Notova S.V. Stress, physiological and ecological aspects of adaptation, ways of correction. Orenburg: IPK GOU OGU; 2009. 274 p. (in Russian)
- Baranov V.M., Baevskij R.M., Berseneva A.P., Mihajlov V.M. Assessment of the body's adaptive capacity and tasks of improving the efficiency of healthcare. *Ekologiya cheloveka*. 2004; 6: 25–9. (in Russian)
- Baevskij R.M. The concept of physiological norm and health criteria. *Rossiyskii fiziologicheskii zhurnal im. I.M. Sechenova*. 2003; 89(4): 473–87. (in Russian)
- Spicyna T.A. Heart rhythm and central hemodynamics in young individuals with mild arterial hypertension. *Pedagogiko-psikhologicheskie i mediko-biologicheskie problemy fizicheskoi kul'tury i sporta*. 2010; 2(15): 103–15. (in Russian)
- Mikhaylov V.M. *Variability of a heart rhythm. Experience of practical application of a method*. Ivanovo: IGMA; 2002. 200 p. (in Russian)
- Knyazhev I.S., Karaulova L.V., Reztsov O.V., Spitsin A.P. Econometric predictive model for assessing the functional state of students' bodies during examination sessions: a cross-sectional experimental exploratory study. *Kubanskii nauchnyi meditsinskii vestnik*. 2023; 30(5): 64–76. <https://doi.org/10.25207/1608-6228-2023-30-5-64-76> (in Russian)
- Spicyn A.P., Pershina T.A. Features of hemodynamics in students with different levels of emotional balance depending on the type of autonomic nervous system. *Ul'yanovskii mediko-biologicheskii zhurnal*. 2017; 4: 146–54. <https://doi.org/10.23648/UMBJ.2017.28.8753> (in Russian)
- Lang T.A., Sesik M. *How to describe statistics in medicine. A handbook for authors, editors and reviewers*. Moscow: Prakticheskaya Medicina; 2011. (in Russian)
- Kozhuhova V.K. Dynamics of total peripheral vascular resistance during the year in women. *Evrasiyskii Soyuz Uchenykh (ESU)*. 2019; 7(64): 4–9. <https://doi.org/10.31618/ESU.2413-9335.2019.2.64.242> (in Russian)
- Kuklin V.N. Age-related changes in physiology of blood circulation, breath and appropriate anaesthetic considerations in patients older than 60 years. *Vestnik intensivnoi terapii imeni A.I. Saltanova*. 2019; (4): 47–57. <https://doi.org/10.21320/1818-474X-2019-4-47-57> (in Russian)
- Cherepanov S.M., Spicin A.P. The influence of educational activities during examination periods on the functional state of the body of female correspondence students. *Ekologiya cheloveka*. 2008; 09: 3–7. (in Russian)
- Tarabrina N.Yu., Grabovskaya E.Yu., Tarabrina V.A., Abduramanov A.R. The severity of the main indicators of central cardiohemodynamics in wrestlers of various qualifications. *Uchenye zapiski Krymskogo federal'nogo universiteta imeni V.I. Vernadskogo Biologiya. Khimiya*. 2018; 4(70): № 1: 92–103. (in Russian)
- Belyaeva V.A. Analysis of central hemodynamic parameters in medical students in the pre-examination period. *Zdorov'e naseleniya i sreda obitaniya*. 2021; 29(10): 67–73. (in Russian)
- Chiglinceva K.A., Zyryanov A.V., Chiglinceva A.Yu. Intrarenal and central hemodynamics after Grade I III renal injury: is there a direct causal relationship with posttraumatic hypertension? *Eksperimental'naya i klinicheskaya urologiya* 2023; 16(3): 38–49. (in Russian)
- Savitskiy N.N. *Biophysical principles of blood circulation and clinical methods of hemodynamics study*. Leningrad: Meditsina; 1974. 313 p. (in Russian)
- Frankenfield D., Roth-Yousey L., Compher C. Comparison of predictive equations for resting metabolic rate in healthy nonobese and obese adults: a systematic review. *J Am Diet Assoc*. 2005; 105(5): 775–89. <https://doi.org/10.1016/j.jada.2005.02.005>
- Harris J.A., Benedict F.G. A Biometric Study of Human Basal Metabolism. *Proc Natl Acad Sci USA*. 1918; 4(12): 370–3. <https://doi.org/10.1073/pnas.4.12.370>
- Zarif'an A.G., Kononec I.E., Dzhajlobaeva E.A., Naumova T.N. *Physiology of hemodynamics. Textbook*. Bishkek: Izd-vo KRSU; 2011. (in Russian)
- Shpak L.V., Galoshina E.S., Ereemeev A.G. Hemodynamic parameters in patients with arterial hypertension in the pre- and postoperative period during laparoscopic cholecystectomy. *Rossiyskiy kardiologicheskii zhurnal*. 2013; 1(99): 86–92. (in Russian)
- Sparreboom A, Verweij J (15 Jul 2003). «Paclitaxel Pharmacokinetics, Threshold Models, and Dosing Strategies». *Journal of Clinical Oncology*. 2003; 21(14): 2803–4. <https://doi.org/10.1200/JCO.2003.99.038>
- Knyazyuk O.O., Abramovich S.G., Amosova T.L., E.V. Krivoshchyokova E.V. The «Nordic walking» method in the rehabilitation of patients with myocardial infarction at the Irkutsk resort «Angara». *Zdorov'e. Meditsinskaya ekologiya*. 2014; 2(56): 83–6. (in Russian)
- Neupokoev S.N., Bredihina Yu.P., Inozemceva T.A., Romashov N.M., Dronov O.V., Loson E.V. The influence of multidirectional SFP means in boxing on the indices of aerobic endurance and cardiac activity in senior athletes. *Fizicheskaya kul'tura, zdravookhraneniye i obrazovaniye. Materialy XVI Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii, posvyashchennoi pamyati V.S. Piruskogo*. Ed by D'yakova E.Yu. Tomsk: OOO «STT»; 2022. (in Russian)
- Boer P., Roos G.C., Geyskes G.G., Mees E.J. Measurement of cardiac output by impedance cardiography under various conditions. *Am. J. Physiol*. 1979; 237(4): 491–6.
- Abramovich S.G., Mashanskaya A.V., Denisenko N.V., Zubrej S.A., Pluzhnikov A.V. The effectiveness of peloidotherapy in spa treatment of patients with arterial hypertension. *Fizioterapiya, bal'neologiya i reabilitatsiya*. 2012; 11(4): 14–7. (in Russian)

Сведения об авторах:

Иванов Кирилл Петрович, аспирант каф. общей патологии Института высшего и ДПО ФНКЦ РР Минобрнауки; науч. сотр. отдела клинико-физиологических исследований и экспертизы ГНЦ РФ – Института медико-биологических проблем РАН; **Долгих Владимир Терентьевич**, доктор мед. наук, проф., заслуженный деятель науки РФ, гл. науч. сотр., «НИИ общей реаниматологии им. В.А. Неговского»; зав. каф. общей патологии Института высшего и ДПО ФНКЦ РР Минобрнауки.