

ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ/HUMAN AND ANIMAL PHYSIOLOGY

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2026.164.7>

ВОЗМОЖНОСТИ ОЦЕНКИ АЛЛОСТАТИЧЕСКОГО «ГРУЗА» У ЛЮДЕЙ ПРЕДПЕНСИОННОГО ВОЗРАСТА

Научная статья

Веселовская Е.Д.¹, Севрюкова Г.А.^{2,*}, Постнова М.В.³¹ORCID : 0000-0002-7512-7191;²ORCID : 0000-0002-7933-3523;³ORCID : 0000-0001-6988-6389;^{1, 2, 3}Волгоградский государственный медицинский университет, Волгоград, Российская Федерация

* Корреспондирующий автор (sevrykova2012[at]yandex.ru)

Аннотация

Работа направлена на выявление биомаркеров аллостатического «груза» для дальнейшего составления математической модели «Расчет индекса аллостатического «груза» у людей предпенсионного возраста». В исследовании принимали участие женщины и мужчины предпенсионного возраста. Проводилась оценка морфометрического профиля, функции внешнего дыхания. Показатели системной и церебральной гемодинамики измерялись в покое и при ортостатической пробе. Для выявления наиболее информативных маркеров проводился корреляционный анализ с показателем адаптационного потенциала. Полученные предикторы позволили распределить людей предпенсионного возраста в зависимости от величины аллостатического «груза». Это может лечь в основу программ для сохранения и продления профессионального долголетия.

Ключевые слова: аллостатический «груз», люди предпенсионного возраста, ортостатическая проба.

POSSIBILITIES FOR ASSESSING ALLOSTATIC 'LOAD' IN PRE-RETIREMENT AGE PEOPLE

Research article

Veselovskaya Y.D.¹, Sevriukova G.A.^{2,*}, Postnova M.V.³¹ORCID : 0000-0002-7512-7191;²ORCID : 0000-0002-7933-3523;³ORCID : 0000-0001-6988-6389;^{1, 2, 3}Volgograd State Medical University, Volgograd, Russian Federation

* Corresponding author (sevrykova2012[at]yandex.ru)

Abstract

The work aims to identify biomarkers of allostatic 'load' for further development of a mathematical model for 'calculating the allostatic 'load' index in people of pre-retirement age'. Women and men of pre-retirement age participated in the study. An evaluation of the morphometric profile and external respiration function was carried out. Indicators of systemic and cerebral haemodynamics were measured at rest and during an orthostatic test. To identify the most informative markers, a correlation analysis was performed with an indicator of adaptive potential. The obtained predictors made it possible to classify people of pre-retirement age depending on the magnitude of their allostatic 'load.' This can form the basis for programmes to preserve and extend professional longevity.

Keywords: allostatic 'load', pre-retirement age people, orthostatic test.

Введение

Хронический психосоциальный стресс и сопутствующие ему физиологические изменения часто рассматриваются как факторы, ускоряющие старение и способствующие развитию заболеваний [1]. Однако индивидуальные особенности того, как организм воспринимает стрессовые воздействия и как на них реагирует, играют ключевую роль в определении уязвимости или устойчивости к стрессовым заболеваниям [2], [3].

С возрастом в организме человека происходят изменения, обусловленные не только инволюционными естественными процессами, но и влиянием факторов профессиональной деятельности и внешней среды [4], [5]. Эти процессы могут протекать с разной скоростью и силой в различных системах организма [6].

Устойчивый сдвиг границ гомеостатических констант, формирование «других» индивидуальных пределов («другого» функционального лимита) отождествляется с аллостатическим «грузом». В первую очередь это касается констант, допускающих некоторое отклонение от гомеостатического предела и имеющих определенное адаптивное значение для других функций. Следует различать формирование клинически обусловленного аллостаза как состояния с множеством устойчивых значений переменных организма и аллостатического процесса — последовательная смена состояний на фоне необоснованной активации симпатической нервной системы и запуска механизмов гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой оси вследствие следовых памятных влияний на фоне хронического стрессового воздействия [7]. Для оценки влияния аллостатического «груза» на организм человека используется ряд клинических (например, уровень альбумина и С-реактивного белка) и физиологических (например, показатели артериального давления) биомаркеров, на основе которых возможно построение модели для прогноза адаптивно-регуляторных возможностей организма [8].

В связи с чем, целью исследования является выявление маркеров аллостатического «груза» для построения математической модели «Расчет индекса аллостатического «груза» у людей предпенсионного возраста».

Задачи исследования: изучить морфометрические показатели и функциональное состояние кардиореспираторной системы людей предпенсионного возраста и выявить информативные маркеры аллостатического «груза» для формирования модели «Расчет индекса аллостатического «груза» у людей предпенсионного возраста».

Методы и принципы исследования

В исследовании на добровольной основе и с соблюдением принципов информированного согласия приняли участие люди предпенсионного возраста, относящиеся к работникам умственной сферы деятельности:

- женщины от 50 лет до 55 лет ($n = 76$), мужчины от 55 до 60 лет ($n = 65$) — первая условная группа;
- женщины от 56 до 60 лет ($n = 64$), мужчины от 61 до 65 лет ($n = 68$) — вторая условная группа.

К критериям невключения в группы наблюдения относили наличие прогрессирующих нервно-мышечных или неврологических расстройств.

Исследование физического состояния проводилось по антропометрическим данным и включало в себя измерение следующих показателей: роста (P , см), массы тела (MT , кг), окружность грудной клетки ($ОГК$, см), обхват талии ($ОТ$, см), обхват бедер ($ОБ$, см). Производился расчёт индекса массы тела ($ИМТ$, у.е.) и жизненного показателя ($ЖП$, у.е.).

Для оценки системной гемодинамики измерялись артериальное давление (систолическое ($АДС$, мм.рт.ст.) и диастолическое ($АДД$, мм.рт.ст.) и частота сердечных сокращений ($ЧСС$, уд/мин). Производился расчёт следующих параметров: пульсовое давление ($ПД$, мм.рт.ст.), среднее гемодинамическое давление ($АДср$, мм.рт.ст.), систолический объем крови ($СОК$, мл), минутный объем крови ($МОК$, л), сердечный индекс ($СИ$, у.е.).

Функция внешнего дыхания ($ФВД$) оценивалась при выполнении спокойного и форсированного маневров дыхания. Регистрировались параметры: жизненная ёмкость легких ($ЖЕЛ$, л), форсированная жизненная ёмкость легких на выдохе ($ФЖЕЛ$, л), объем форсированного выдоха за 1 секунду ($ОФВ1$, л), пиковая скорость выдоха ($ПОС$, л/с), мгновенные объёмные скорости ($МОС_{25}$ и $МОС_{50}$, л/с), средняя объёмная скорость в интервале между 25% и 75% длительности фазы экспирации $ФЖЕЛ$ ($СОС_{25-75}$, л/с), частота дыхания ($ЧД$, в мин), дыхательный объем ($ДО$, л). Рассчитывались значение индекса Тиффно ($ИТ$, у.е.) и минутного объема дыхания ($МОД$, л).

Регистрация пятиминутной записи электрокардиограммы ($ЭКГ$) в состоянии покоя и на фоне ортостатической пробы осуществлялась с помощью «ВНС-Спектр» («Нейрософт», г. Иваново). Для оценки статистических характеристик BCP использовали: $SDNN$, мс — стандартное отклонение всех интервалов NN (норма 40-80 мс); $rNN50$, % — процент $NN50$ от общего количества последовательных пар интервалов, различающихся более чем на 50 мс за весь период записи. Высокочастотные колебания (HF мс²; HF п.у.), низкочастотные колебания (LF мс²; LF п.у.) и очень низкочастотные колебания (VLF мс²; VLF п.у.) показывали вклад периодических компонентов, на основе которых рассчитывалась сумма мощностей (TP , мс²). Показатели BCP оценивались в абсолютных (мс²) и перерасчетных (нормированных (п.у.)) величинах. Для оценки влияния различных уровней регуляции рассчитывались индекс централизации ($IC = (HF + LF) / VLF$; норма 2-8 у.е.) и индекс вагосимпатического взаимодействия LF / HF (норма 0,5-2 у.е.).

Полушарная реоэнцефалография ($РЭГ$) осуществлялась в продольных, симметрично расположенных, стандартных отведениях слева и справа. Использованы фронтально-мастоидальные и окципитально-мастоидальные отведения, позволяющие дифференцированно исследовать внутричерепную гемодинамику в бассейнах внутренних сонных артерий (FM -отведения), а также вертебрально-базиллярном бассейне (OM -отведения). Регистрировали следующие показатели $РЭГ$: реографический индекс ($РИ$, у.е.), амплитудно-частотный показатель ($АЧП$, у.е.), время быстрого наполнения ($Альфа1$, с), скорость медленного наполнения ($Vср$, Ом/с), венозный отток ($ПВО$, %), дикротический индекс ($ДИК$, %), диастолический индекс ($ДИА$, %), коэффициент асимметрии реографического индекса ($КаРИ$, %).

Исследования проводились в состоянии функционального покоя и с использованием ортостатической пробы. Для оценки реакции организма людей предпенсионного возраста использовался коэффициент сдвига на нагрузку (ортостатическую пробу):

$$KCH = \ln N/F,$$

где N — показатель, полученный при выполнении ортостатической пробы;

F — показатель в состоянии покоя (фоновый, исходный).

Статистический анализ первичных результатов исследования проводился на основе программы IBM SPSS, V.26.0. Нормальность распределения оценивали с применением критерия Колмогорова-Смирнова с последующим применением непараметрических методов ($Q_{25} — Me — Q_{75}$). Различия оценивались как значимые при $p \leq 0,05$.

Основные результаты и их обсуждение

Изучая морфометрические показатели и функциональное состояние кардиореспираторной системы людей предпенсионного возраста, нами установлено, что с возрастом у женщин обнаруживается тенденция к избыточной массе тела (таблица 1). При этом функция внешнего дыхания снижена и значимо проявляется в виде изменения величины жизненного показателя, обусловленного уменьшением объемных и скоростных характеристик функции внешнего дыхания, ослаблением дыхательной мускулатуры.

Таблица 1 - Показатели морфофункционального профиля у людей предпенсионного возраста

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2026.164.7.1>

Показатели	Женщины, Ме (Q ₂₅ -Q ₇₅)		Мужчины, Ме (Q ₂₅ -Q ₇₅)	
	50–55 лет	56–60 лет	55–60 лет	61–65 лет
ИМТ, у.е.	29,81 (25,4–30,12)	32,5 (29,65–38,97)*	29,64 (27,77–32,65)	28,23 (24,87–30,66)
ЖП, смЗ	43,88 (38,52–49,72)	37,56 (30,98–44,78)*	45,39 (36,58–63,5)	40,17 (36,26–49,69)

Примечание: * – значимые внутригрупповые различия ($p \leq 0,05$)

Изменения в респираторной системе и избыток массы тела дают дополнительную нагрузку в первую очередь на сердечно-сосудистую систему [9]. Дальнейший анализ вегетативной регуляции деятельности сердца позволил установить, что у людей предпенсионного возраста отмечается централизация механизмов регуляции с преобладающей активацией симпатического отдела ВНС, что является неблагоприятным признаком.

Изменения в регуляции сердечным ритмом у мужчин и женщин сопровождаются ростом артериального давления, проявляющемся в увеличении пульсового давления [10]. Повышение разницы между систолическим и диастолическим артериальным давлением является признаком снижения резервных возможностей и косвенно указывает на усиление жесткости стенки крупных сосудов или ухудшении работы аортального клапана [11]. При проведении ортостатической пробы на основе изменения показателей системной гемодинамики также выявлены неблагоприятные реакции, указывающие на ускоренные инволюционные процессы под воздействием окружающей среды. Так, у женщин в возрасте 50–55 лет в 36% случаев выявляется недостаточность вегетативного обеспечения, а в 19% нарушение вегетативного баланса. В то же время в группе женщин 56–60 лет наблюдается нарушение вегетативного баланса в 8%, а недостаточность вегетативного обеспечения — в 9%. В случае с мужчинами предпенсионного возраста в 29% выявлена недостаточность вегетативного обеспечения деятельности сердечно-сосудистой системы (таблица 2).

Таблица 2 - Показатели системной гемодинамики у людей предпенсионного возраста при ортостатической нагрузке

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2026.164.7.2>

Показатели		Женщины, Ме (Q ₂₅ -Q ₇₅)		Мужчины, Ме (Q ₂₅ -Q ₇₅)	
		50–55 лет	56–60 лет	55–60 лет	61–65 лет
АДС, мм.рт.ст.	Покой	138 (126–156)	130 (124–150)	136 (130–142,5)	157 (153–161)*
	Ортостаз	131 (127–150,5)	147,5 (131–159,75)	136 (131–145)	147 (139–164)
	КСН	-0,07 (-0,09 – (-)0,03)	-0,01 (-0,07 – 0,12)*	0,02 (0,001 – 0,05)	-0,06 (-0,09 – 0,02)
АДД, мм.рт.ст.	Покой	88 (72–92)	84 (76,75–89,75)	80 (69–85)	80 (75–87)
	Ортостаз	90 (79,5–101,25)	88,5 (72,75–94,75)	87 (77–92)	81 (76–100)
	КСН	0,01 (-0,11 – 0,06)	0,06 (-0,05 – 0,12)	0,12 (0,07 – 0,15)	0,03 (0,001 – 0,06)
ЧСС, уд/мин	Покой	81 (70–81)	70 (67–76,5)	70 (63–89)	60 (57–70)
	Ортостаз	70,5 (63,5–89,25)	84,5 (78–88)	81 (75–97)	64 (62–88)*
	КСН	0,09 (-0,02 – 0,17)	0,09 (0,06 – 0,15)	0,09 (0,03 – 0,19)	0,1 (0,05 – 0,18)
ПД, мм.рт.ст.	Покой	50 (50–54)	55 (40–62)	60 (53–65)	76 (73–82)*
	Ортостаз	46 (39,25–53,25)	60,5 (48,25–70,5)*	52 (44–59)	70 (56–74)*
	КСН	0,001 (-0,36 – 0,02)	-0,11 (-0,38 – 0,36)	-0,14 (-0,16 ... -0,009)	-0,16 (-0,27 ... -0,07)
АДср, мм.рт.ст.	Покой	104,67	97,33	100	103,33

Показатели		Женщины, Me (Q ₂₅ -Q ₇₅)		Мужчины, Me (Q ₂₅ -Q ₇₅)	
		50–55 лет	56–60 лет	55–60 лет	61–65 лет
		(90–118)	(89,67–109,33)	(90,17–103,67)	(101,33–111,67)
	Ортостаз	104,3 (96–118)	108,2 (92,3–117,7)	101,3 (96,3–112)	101,7 (99,7–121,3)
	КСН	-0,04 (-0,09 – 0,04)	0,04 (-0,03 – 0,08)	0,08 (0,05 – 0,11)	-0,02 (-0,09 – 0,04)

Примечание: * – значимые внутригрупповые различия ($p \leq 0,05$)

Помимо изменений в системной гемодинамике у людей предпензионного возраста наблюдались разнонаправленные сдвиги показателей церебрального кровотока, например, повышение дикротического индекса, изменения амплитудно-частотных показателей, затруднение венозного оттока. При проведении ортостатической пробы у большинства респондентов наблюдалось изменение в кровообращении головного мозга. Это может свидетельствовать о нарушении системы «притока-оттока» крови из региона. Выявленный широкий межквартильный диапазон показателей, отражающих кровенаполнение левого и правого полушарий, характеризует разнонаправленность реакций у людей предпензионного возраста. Следует отметить, что большинство респондентов являлись «правшами» и при работе чаще нагружали правую сторону. Из-за этого у них формировалось неудобное эргономическое положение и, как следствие, компенсаторные изменения в церебральном кровообращении. Это привело к возрастанию коэффициента асимметрии церебрального кровотока, как у женщин, так и у мужчин предпензионного возраста [12].

Разные адаптационные реакции свидетельствуют о гетерогенности естественных процессов старения, которые обусловлены различными факторами. Кумуляция функциональных изменений способна трансформировать константы организма (новый уровень констант), что служит показателем реакций аллостаза. Для выявления взаимообусловленности различных показателей жизнеобеспечивающих систем с резервными возможностями организма людей предпензионного возраста проводился корреляционный анализ с величиной адаптационного потенциала.

Корреляционный анализ адаптационного потенциала и показателей ФВД показал обратную связь с такими параметрами как индекс Тиффно ($r = -0,195$, $p = 0,04$) и частота дыхания ($r = -0,252$, $p = 0,01$). Это показывает, что с увеличением риска срыва адаптации у людей предпензионного возраста может нарушаться проходимость дыхательных путей, приводящая к увеличению их аэродинамического сопротивления потоку воздуха. Данные изменения ведут к меньшему поступлению кислорода в организм, а, следовательно, и к ухудшению качества внешнего дыхания.

При анализе корреляции адаптационного потенциала и показателей системной гемодинамики в состоянии покоя выявлены положительная взаимосвязь с параметрами артериального давления: пульсовое ($r = 0,358$, $p = 0,001$) и среднее гемодинамическое ($r = 0,681$, $p = 0,001$). Это свидетельствует об избыточной работе сердечно-сосудистой системы на фоне напряжения механизмов адаптации, что может рассматриваться как маркер аллостатического «груза». Выявлены корреляционные взаимосвязи коэффициента сдвига на нагрузку (ортостатическая проба) с изменением среднего гемодинамического артериального давления и удовлетворительным уровнем адаптации ($r = -0,304$, $p = 0,03$). Обратная связь между показателями свидетельствует об уменьшении резервных возможностей организма за счет неадекватной реакции со стороны сердечно-сосудистой системы, обуславливающей не достижения должного объема кровоснабжения органов в вертикальном положении.

Выявленная корреляция между адаптационным потенциалом и ДИА_{ОМЛ} ($r = 0,347$, $p = 0,01$) свидетельствует о прямой зависимости сосудистого сопротивления в данной области со снижением резервных возможностей организма людей предпензионного возраста независимо от поло-возрастного критерия, что может сказываться на равномерности межполушарного распределения кровотока в артериях головного мозга. В результате анализа мозгового кровообращения при гравитационном воздействии наблюдалась обратная связь с коэффициентом сдвига на нагрузку показателей ПВО_{ФМЛ} ($r = -0,382$, $p = 0,005$), ПВО_{ОМЛ} ($r = -0,294$, $p = 0,04$), ДИА_{ОМЛ} ($r = -0,282$, $p = 0,04$). Механизмы регуляции церебрального кровотока при снижении адаптационных возможностей организма осуществляются за счет снижения скорости или объема оттока крови по венозной системе мозга, а также повышения сосудистого сопротивления в периферических артериях. Данный факт может указывать на изменение системы «притока-оттока» крови в регион и свидетельствует о наличии дополнительного «аллостатического груза» на регуляторные механизмы при гравитационной нагрузке.

В результате корреляционного анализа нами получен ряд показателей, которые коррелируют с величиной адаптационного потенциала (ИТ, ЧД, ПД, АД_{ср}, ДИА_{ОМЛ}, коэффициентом сдвига АД_{ср}, ПВО_{ФМЛ}, ПВО_{ОМЛ}, ДИА_{ОМЛ}). На основе данных маркеров с учетом использования метода k-средних и дискриминантный анализ выделились кластеры обследуемых со сходными адаптационными реакциями. Это послужило основой для создания математической модели «Расчет индекса аллостатического «груза» у людей предпензионного возраста», которая позволила распределить респондентов на три группы в зависимости от степени влияния на организм аллостатического «груза». Полученные группы оказались различными по показателю адаптационного потенциала ($p = 0,002$):

- 1) первая группа — с низким влиянием аллостатического «груза», у респондентов которой отмечалась наименьшая величина отклонения показателя адаптационного потенциала;
- 2) вторая группа – с потенциально выраженным влиянием аллостатического «груза»;

3) третья группа — с высоким значением влияния аллостатического «груза».

Следует отметить, что первая и вторая группы оказались условно схожими, т.е. параметры адаптационного потенциала перекрывались на уровне медианных значений при различной ширине межквартильного разброса. Данный факт, с одной стороны, указывает на схожий механизм адаптации к стрессовым воздействиям, с другой — позволит более детально изучить последовательность вовлечения жизнеобеспечивающих систем в адаптационный механизм.

Заключение

При анализе полученных нами результатов выявлены основные биомаркеры аллостатического «груза» по основным показателям жизнеобеспечивающих систем организма людей предпенсионного возраста. Распределение респондентов со схожими фоновыми показателями, а также параметрами, характеризующими реакции на нагрузочное воздействие позволило сформировать группы по уровню выраженности аллостатического «груза». Так, люди с низким аллостатическим «грузом» являются наиболее адаптивными и с достаточным уровнем резервных возможностей. Изменения в данной группе обусловлены естественными процессами инволюции и не нуждаются в дополнительных мерах коррекции состояния. Люди с потенциально выраженным аллостатическим «грузом» имеют более низкий уровень резервных возможностей, поэтому для поддержания должного функционального состояния жизнеобеспечивающих систем им необходима профилактическая коррекционная стратегия для продления активного профессионального долголетия. Их изменения обусловлены не только естественными процессами старения, но и кумуляцией воздействий различных неблагоприятных факторов. Люди с высоким аллостатическим «грузом» являются группой риска, так как их резервные возможности значительно снижены. Функциональные изменения жизнеобеспечивающих систем данной группы связаны со снижением резервных возможностей и ускоренным темпом естественного старения, что обуславливает необходимость наблюдения у профильных специалистов медицинских учреждений.

Полученная математическая модель «Расчет индекса аллостатического «груза» у людей предпенсионного возраста», включающая параметры ФВД (Индекс Тиффно, частота дыхания), системной (пульсовое и среднее гемодинамическое давления) и церебральной (диастолический индекс_{ОМЛ}) гемодинамики в покое и при гравитационной нагрузке (коэффициент сдвига среднего гемодинамического давления, показателя венозного оттока_{ФМЛ}, _{ОМЛ} и диастолического индекса_{ОМЛ}), может лечь в основу мероприятий по сохранению и продления активного профессионального долголетия.

Конфликт интересов

Не указан.

Conflict of Interest

None declared.

Рецензия

Все статьи проходят рецензирование. Но рецензент или автор статьи предпочли не публиковать рецензию к этой статье в открытом доступе. Рецензия может быть предоставлена компетентным органам по запросу.

Review

All articles are peer-reviewed. But the reviewer or the author of the article chose not to publish a review of this article in the public domain. The review can be provided to the competent authorities upon request.

Список литературы / References

1. Ovsianikova Y. Peculiarities of the impact of stress on physical and psychological health / Y. Ovsianikova, D. Pokhilko, V. Kerdyvar et al. // Multidisciplinary Science Journal. — 2024. — 6.
2. Juster R.P. Allostatic load biomarkers of chronic stress and impact on health and cognition / R.P. Juster, B.S. McEwen, S.J. Lupien // Neuroscience & Biobehavioral Reviews. — 2010. — 35. — P. 2–16.
3. McEwen B.S. Biomarkers for assessing population and individual health and disease related to stress and adaptation / B.S. McEwen // Metabolism. — 2015. — 34. — P. S2–S10.
4. López-Otín C. Hallmarks of aging: An expanding universe / C. López-Otín, M.A. Blasco, L. Partridge et al. // Cell. — 2023. — 186. — P. 243–278.
5. Shetty S.S. Environmental pollutants and their effects on human health / S.S. Shetty, D. Deepthi, S. Harshitha et al. // Heliyon. — 2023. — 9.
6. Suraseranivong R. Physiologic changes in the elderly / R. Suraseranivong // Greater Mekong Subregion Medical Journal. — 2022. — 2. — P. 129–140.
7. Севрюкова Г.А. Роль аллостаза и аллостатической нагрузки в процессах адаптации организма человека / Г.А. Севрюкова, Л.А. Товмасын, Д.В. Файнштейн // Сборник тезисов XXIV съезда физиологического общества им. И.П. Павлова. — Санкт-Петербург : ООО "Издательство ВВМ", 2023. — С. 489.
8. Doan S.N. Allostatic load: Developmental and conceptual considerations in a multi-system physiological indicator of chronic stress exposure / S.N. Doan // Developmental psychobiology. — 2021. — 63(5). — P. 825–836.
9. Pinsky M.R. Cardiovascular issues in respiratory care / M.R. Pinsky // Chest. — 2005. — 128(5). — P. 592S–597S.
10. Chen F.Y. Pathophysiology and blood pressure measurements of hypertension in the elderly / F.Y. Chen, C.W. Lee, Y.J. Chen et al. // Journal of the Formosan Medical Association. — 2025. — 124. — P. S10–S16.
11. Weber T. Systolic and diastolic function as related to arterial stiffness / T. Weber // Artery Research. — 2010. — 4. — P. 122–127.
12. Веселовская Е.Д. Особенности церебральной гемодинамики у людей предпенсионного возраста / Е.Д. Веселовская, Г.А. Севрюкова // Ученые записки Крымского федерального университета имени В.И. Вернадского. Биология. Химия. — 2024. — 10(3). — С. 32–44. — DOI: 10.29039/2413-1725-2024-10-3-32-44

Список литературы на английском языке / References in English

1. Ovsiannikova Y. Peculiarities of the impact of stress on physical and psychological health / Y. Ovsiannikova, D. Pokhilko, V. Kerdyvar et al. // Multidisciplinary Science Journal. — 2024. — 6.
2. Juster R.P. Allostatic load biomarkers of chronic stress and impact on health and cognition / R.P. Juster, B.S. McEwen, S.J. Lupien // Neuroscience & Biobehavioral Reviews. — 2010. — 35. — P. 2–16.
3. McEwen B.S. Biomarkers for assessing population and individual health and disease related to stress and adaptation / B.S. McEwen // Metabolism. — 2015. — 34. — P. S2–S10.
4. López-Otín C. Hallmarks of aging: An expanding universe / C. López-Otín, M.A. Blasco, L. Partridge et al. // Cell. — 2023. — 186. — P. 243–278.
5. Shetty S.S. Environmental pollutants and their effects on human health / S.S. Shetty, D. Deepthi, S. Harshitha et al. // Heliyon. — 2023. — 9.
6. Suraseranivong R. Physiologic changes in the elderly / R. Suraseranivong // Greater Mekong Subregion Medical Journal. — 2022. — 2. — P. 129–140.
7. Sevryukova G.A. Rol allostaza i allostaticeskoi nagruzki v protsessakh adaptatsii organizma cheloveka [The role of allostasis and allostatic load in the processes of adaptation of the human body] / G.A. Sevryukova, L.A. Tovmasyan, D.V. Fainshtein // Collection of abstracts of the XXIV Congress of the I.P. Pavlov Physiological Society. — Saint Petersburg : OOO "Izdatelstvo VVM", 2023. — P. 489. [in Russian]
8. Doan S.N. Allostatic load: Developmental and conceptual considerations in a multi-system physiological indicator of chronic stress exposure / S.N. Doan // Developmental psychobiology. — 2021. — 63(5). — P. 825–836.
9. Pinsky M.R. Cardiovascular issues in respiratory care / M.R. Pinsky // Chest. — 2005. — 128(5). — P. 592S–597S.
10. Chen F.Y. Pathophysiology and blood pressure measurements of hypertension in the elderly / F.Y. Chen, C.W. Lee, Y.J. Chen et al. // Journal of the Formosan Medical Association. — 2025. — 124. — P. S10–S16.
11. Weber T. Systolic and diastolic function as related to arterial stiffness / T. Weber // Artery Research. — 2010. — 4. — P. 122–127.
12. Veselovskaya E.D. Osobennosti cerebral'noj gemodinamiki u lyudej predpensionnogo vozrasta [Features of cerebral hemodynamics in people of pre-retirement age] / E.D. Veselovskaya, G.A. Sevryukova // Scientific notes of the V.I. Vernadsky Crimean Federal University. Biology. Chemistry. — 2024. — 10(3). — P. 32–44. — DOI: 10.29039/2413-1725-2024-10-3-32-44 [in Russian]