

ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ (БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ)

Естественные науки. 2026. № 2 (23). С. 4–14.

Yestestvennye nauki = Natural Sciences. 2026; 2 (23): 4–14 (In Russ.)

Научная статья

УДК 612.621.31-055.2:796.015.6

doi 10.54398/2500-2805.2026.23.2.001

ОСОБЕННОСТИ РЕАКЦИЙ СТРЕСС-РЕАЛИЗУЮЩИХ СИСТЕМ ОРГАНИЗМА У СПОРТСМЕНОВ-ВETERANОВ В ПАУЭРЛИФТИНГЕ

Тимофеева Светлана Николаевна

Крымский федеральный университет им. В. И. Вернадского, г. Симферополь, Россия, tima.svetlana82@yandex.ru

Аннотация. Исследовано влияние возрастных особенностей на организм ветеранов пауэрлифтинга при стрессе во время соревнований. Обнаружено, что у опытных спортсменов, которые продолжают выступать в пожилом возрасте, наблюдается повышенная фоновая активность надпочечников. Это означает, что их организм находится в состоянии легкого «боевой готовности» даже в обычное время. Такое состояние приводит к двум основным последствиям: 1) повышенное артериальное давление — постоянная активность надпочечников способствует повышению кровяного давления; 2) сниженная реакция дыхательной системы — дыхательная система ветеранов, напротив, становится менее чувствительной к стрессу. Это может означать, что их организм не так активно реагирует на физические нагрузки, как у более молодых спортсменов. Таким образом, возрастные изменения в работе надпочечников играют важную роль в том, как ветераны пауэрлифтинга переносят соревновательный стресс, влияя как на сердечно-сосудистую, так и на дыхательную системы.

Ключевые слова: глюкокортикоидная активность, кардиореспираторная система, стресс-реализующая система, силовые физические нагрузки, спортсмены-ветераны, пауэрлифтинг

Для цитирования: Тимофеева С. Н. Особенности реакций стресс-реализующих систем организма у спортсменов ветеранов в пауэрлифтинге // Естественные науки. 2025. № 2 (23). С. 4–14. <https://doi.org/10.54398/2500-2805.2026.23.2.001>.

THE FEATURES OF STRESS-REALIZING SYSTEM REACTIONS IN VETERAN ATHLETES IN POWER LIFTING

Timofeeva Svetlana N.

Crimean Federal University named after V. I. Vernadsky, Simferopol, Russia, tima.svetlana82@yandex.ru

Abstract. In this article, we explore how age-related factors influence how powerlifting veterans cope with stress during competitions. We found that experienced athletes who continue to compete in their later years exhibit increased background adrenal activity. This means that their bodies are in a state of mild “alertness” even during normal times. This condition has two main consequences. Increased Blood Pressure: The constant activity of the adrenal glands contributes to higher blood pressure. Reduced respiratory system response: At the same time, the respiratory system of veterans becomes less sensitive to stress. This may mean that their bodies do not respond as strongly to physical exertion as those of younger athletes. Therefore, age-related changes in the adrenal glands play an important role in how powerlifting veterans cope with competitive stress, affecting both the cardiovascular and respiratory systems.

Keywords: glucocorticoid activity, cardiorespiratory system, stress-realizing system, strength training, veteran athletes, powerlifting

For citation: Timofeeva S. N. Features of reactions of stress-realizing systems of the body in veteran athletes in powerlifting. *Yestestvennye nauki = Natural Sciences*. 2026; 2 (23): 4–14. <https://doi.org/10.54398/2500-2805.2026.23.2.001>.

Актуальность. Современные взгляды на спорт говорят о том, что это целенаправленная работа мышц и нервов. При занятии спортом человеческий организм переживает своего рода стресс, в ответ на который запускаются различные физиологические процессы. Согласно теории общего адаптационного синдрома, эти процессы помогают нам адаптироваться к нагрузкам.

Когда организм сталкивается с нагрузкой, он активирует свои «аварийные системы» — симпатическую нервную систему и надпочечники. Это приводит к ускорению обмена веществ и усилению работы сердца и лёгких. Таким образом тело пытается обеспечить себя достаточным количеством кислорода, чтобы справиться с возросшими потребностями [7]. Организм спортсмена постоянно сталкивается со стрессом, будь то интенсивные тренировки или напряженные соревнования. Особую роль в том, как тело справляется с этими вызовами, играют так называемые стресс-реализующие системы, запускающие целый комплекс неспецифических (т. е. общих для разных видов стресса) реакций, которые помогают спортсмену адаптироваться и показывать лучшие результаты [2].

Важную роль в том, как наш организм справляется со стрессом, играют гормоны надпочечников, особенно глюкокортикоиды [1]. При интенсивной мышечной работе запасы углеводов, основного источника энергии, быстро исчерпываются. В таких условиях организм переключается на использование жиров. Гормон кортизол, выделяемый корой надпочечников, активно стимулирует этот процесс, ускоряя расщепление жиров. Помимо этого, кортизол способствует сужению сосудов и ускоряет распад белков, высвобождая

аминокислоты, которые печень затем превращает в глюкозу для поддержания энергетического баланса [5].

По сути, глюкокортикоиды, косвенно регулируя напряжение сосудов и бронхов, могут «определять», как именно наша сердечно-дыхательная система будет реагировать и приспосабливаться [3]. У спортсменов старшего возраста, чья физическая подготовка снизилась, во время соревнований может развиваться сильная усталость. В ответ на эту усталость их организм начинает чрезмерно выделять кортикостероиды — гормоны стресса. Это связано с тем, что система «гипофиз – надпочечники», отвечающая за адаптацию к нагрузкам, работает слишком интенсивно. В результате такой «перегрузки» гормональной системы могут возникать повреждения [2]. Особенно это может проявляться при работе силовой направленности, в частности в пауэрлифтинге [4].

В рамках нашего исследования целью явилось проследить, как изменения в работе коры надпочечников, отвечающей за выработку глюкокортикоидов, отражаются на способности сердечно-сосудистой и дыхательной систем спортсменов-ветеранов пауэрлифтинга адаптироваться к нагрузкам. Мы анализировали эти взаимосвязи на разных этапах выполнения соревновательных упражнений.

Материалы и методы исследования. Определяли уровень тестостерона и кортизола в сыворотке крови методом твёрдофазного иммуноферментного анализа (ИФА) с применением наборов «Стериодифа-кортизон-01» и TESTOSTERON ELISA KIT. Вентиляторную функцию лёгких исследовали с помощью прибора «Spirobank» итальянской фирмы «MIR». Определяли следующие показатели дыхания: форсированную жизненную ёмкость лёгких (ФЖЕЛ), резервные объёмы вдоха и выдоха ($PO_{вд.}$, $PO_{выд.}$), максимальную объёмную скорость форсированного выдоха на уровнях 25, 50, 75 %, форсированной ЖЕЛ (МОШ 25, МОШ 50, МОС 75), среднюю объёмную скорость выдоха на уровне 25–75 % ЖЕЛ (СОШ 25–75). Все лёгочные объёмы приводили к условиям BTPS. Частоту сердечных сокращений (ЧСС) фиксировали при помощи системы «Polar» (Финляндия), артериальное давление (АД) измеряли по Короткову.

В рамках исследования были обследованы три группы спортсменов силовых видов спорта (пауэрлифтинг). Участники эксперимента были разделены по возрастным категориям: спортсмены ветеранского возраста (45–55 лет, $n = 10$), спортсмены, поддерживающие высокий уровень спортивного мастерства (30–35 лет, $n = 10$), молодые спортсмены (20–25 лет, $n = 10$). Физиологические показатели регистрировались в состоянии покоя, а также на 5-й и 10-й минутах выполнения соревновательных упражнений. Для анализа полученных данных применялись методы математической статистики.

Результаты исследования и их обсуждение. Согласно теории общего адаптационного синдрома, любая значительная физическая активность вызывает определённую реакцию, своего рода стресс организма [2]. В свою очередь, это активизирует работу надпочечников, которые начинают активно

вырабатывать гормоны, в первую очередь адреналин. Однако если организм хорошо подготовлен и обладает высокой устойчивостью к таким нагрузкам, данная реакция может быть менее выраженной. В некоторых случаях, при очень высоком уровне тренированности, активность надпочечников может даже снижаться или вовсе отсутствовать [6; 8]. Последнее характерно для представителей тяжелоатлетических видов спорта [4].

Для чистоты эксперимента мы проверили уровень тестостерона у спортсменов-пауэрлифтеров, чтобы исключить его влияние на результаты. Все показатели оказались в пределах нормы, что подтверждает отсутствие данного фактора (рис. 1) [1].

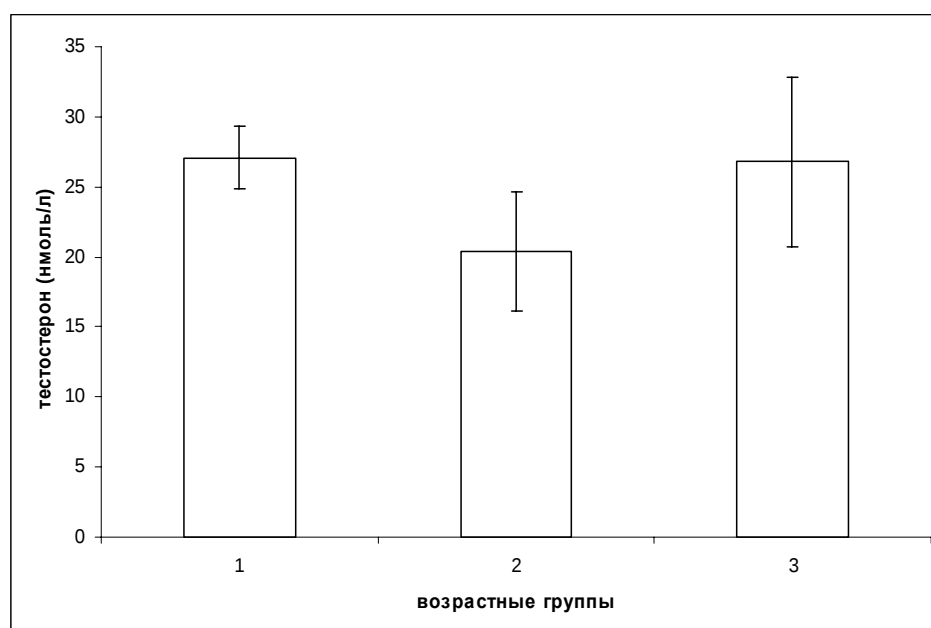


Рис. 1. Концентрация тестостерона в сыворотке крови спортсменов-ветеранов (45–55 лет), спортсменов, сохраняющих спортивное мастерство (30–35 лет), и молодых спортсменов (20–25 лет) ($\bar{x} \pm sx$)

При интенсивной физической работе наш организм сталкивается с повышенной потребностью в энергии и строительных материалах. В ответ на это происходит стимуляция коры надпочечников, что приводит к увеличению концентрации в крови гормонов кортизола и кортикостерона. Эти стероидные гормоны выполняют важную функцию: они запускают процессы мобилизации белковых ресурсов организма. Это означает, что белки, которые обычно служат для построения тканей, начинают расщепляться, предоставляя аминокислоты для энергетических нужд и восстановления. Одновременно с этим кортизол и кортикостерон стимулируют печень к синтезу гликогена — формы хранения глюкозы. Таким образом, организм создает запас «быстрой» энергии, готовой к немедленному использованию мышцами [1].

Нами выявлены различия в концентрации кортизола у спортсменов разного возраста в состоянии покоя и после 5-ой и 10-ой минут соревновательного упражнения. В покое она наибольшей была у спортсменов-ветеранов

($878,69 \pm 288,32$ нмоль/л), наименьшей — у молодых спортсменов ($521,13 \pm 53,57$ нмоль/л).

У спортсменов-ветеранов концентрация кортизола в сыворотке крови оказалась самой высокой после 10-ой минуты выполнения соревновательного упражнения ($902,47 \pm 115,17$ нмоль/л), что может свидетельствовать об энергетически неэффективной адаптационной реакции [2].

У спортсменов 30–35 лет достоверных различий в значениях концентрации кортизола в покое и после выполнения соревновательного упражнения мы не обнаружили. У молодых спортсменов на 5-й минуте она выросла до $644,57 \pm 63,91$ нмоль/л, а на 10-й — до $778,49 \pm 81,56$ нмоль/л (рис. 2).

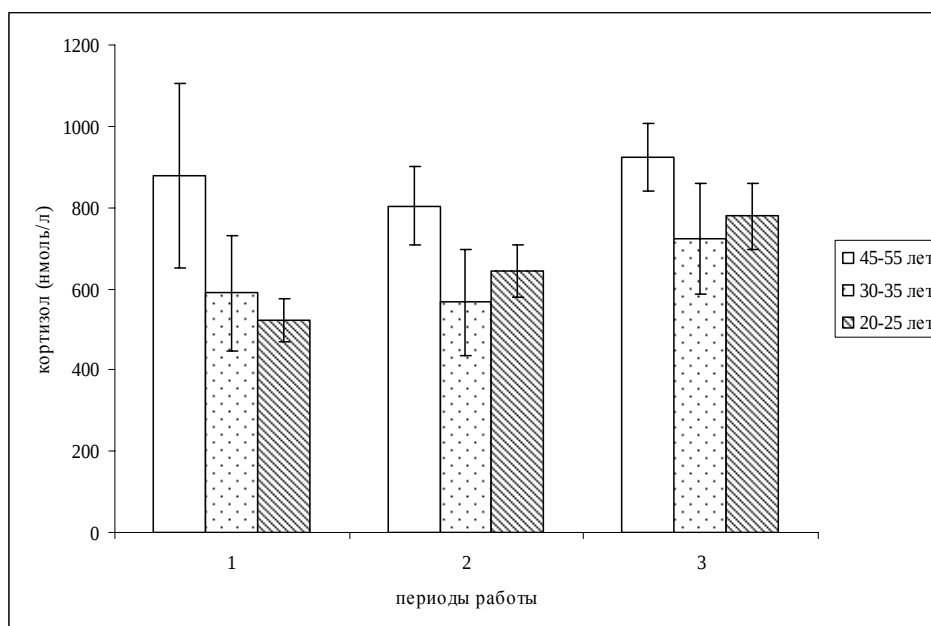
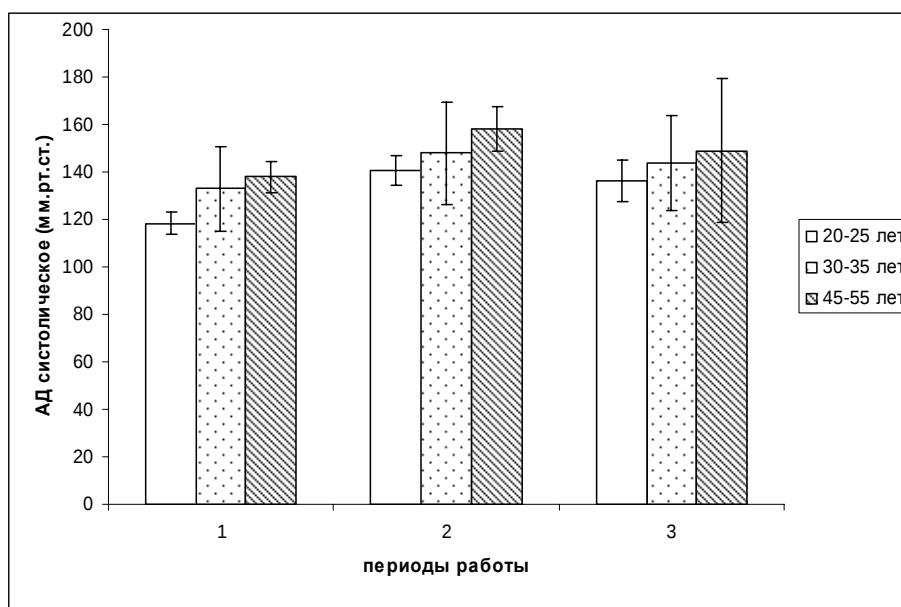


Рис. 2. Концентрация кортизола в сыворотке крови спортсменов всех возрастов в покое (1), после 5-ой и (2) и 10-ой (3) минут соревновательного упражнения ($x \pm sx$)

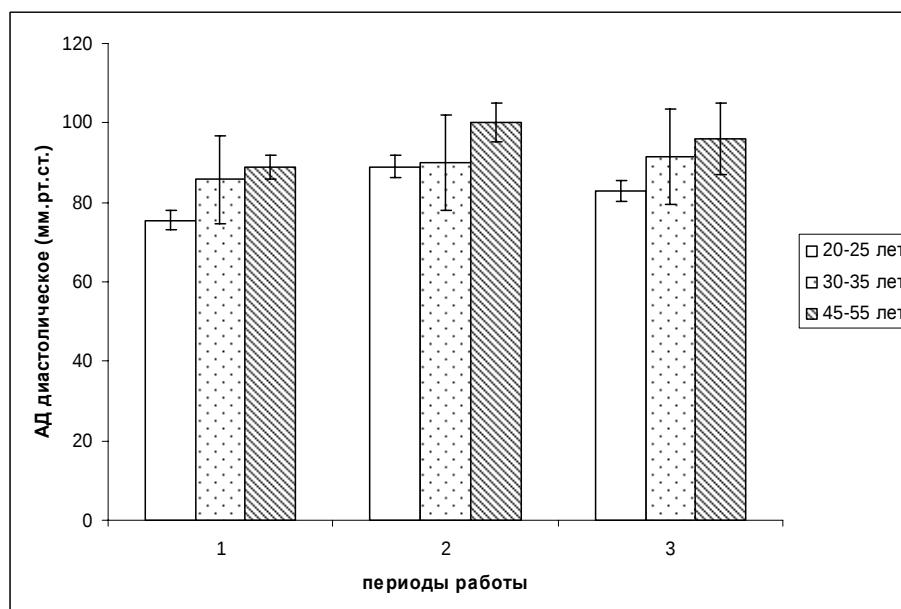
Усиленная выработка кортизола активизирует многие приспособительные реакции, в том числе функции дыхательной и сердечно-сосудистой систем. Однако при длительных утомительных физических нагрузках, вслед за первичным усилением, может наблюдаться угнетение продукции глюкокортикоидов, что рассматривается как защитный механизм, предотвращающий чрезмерные энергетические затраты организма [1].

Проведённые нами исследования показали, что систолическое и диастолическое АД как в покое, так и в процессе соревновательной нагрузки у спортсменов-ветеранов оказалось выше, чем у младших спортсменов. Так, в покое у них он составлял $138,21 \pm 6,55$, тогда как у молодых спортсменов $118,23 \pm 4,61$ мм рт. ст. После 5-й минуты соревновательного упражнения уровень систолического АД повысился у ветеранов до $158,08 \pm 9,30$, у 20-25-летних — лишь до $140,58 \pm 6,26$ мм рт. ст. (рис. 3а). Практически такими же значения АД были и после 10-ой минуты соревновательного упражнения.

Аналогичная тенденция прослеживалась и в изменениях диастолического АД (рис. 3б): у ветеранов в покое — $89,07 \pm 3,02$, у молодых — $75,52 \pm 2,33$ мм рт. ст.; после 5-ой минуты нагрузки у ветеранов он вырос до $100,17 \pm 4,84$, а у молодых — лишь до $89,05 \pm 2,85$ мм рт. ст. У спортсменов 30–35 лет при выполнении соревновательного упражнения АО имел средние значения между ветеранами и молодыми спортсменами.



А



Б

Рис. 3. Значения систолического (а) и диастолического (Б) АД у спортсменов в покое (1), после 5-ой (2) и 10-ой (3) минут соревновательного упражнения ($x \pm sx$)

У спортсменов-ветеранов были обнаружены наибольшие по сравнению со значениями в других группах величины ЧСС как в покое, так и при выполнении соревновательного упражнения.

Исследования функций системы внешнего дыхания подтвердили, что физическая нагрузка активизирует дыхательную систему спортсменов. В пауэрлифтинге из-за работы с большими весами бронхиальная проходимость изменяется под воздействием функционального напряжения. Это напрямую связано с мощностью дыхательных мышц и резервами вдоха – выдоха [5].

У пауэрлифтеров-ветеранов была зарегистрирована наименьшая средняя объёмная скорость потока воздуха: в покое она составляла $2,68 \pm 0,87$ л/мин, а в процессе выполнения соревновательного упражнения увеличилась лишь до $3,55 \pm 0,46$ л/мин. Скорость потока воздуха в бронхах большого, среднего и малого калибра у них оказалась значительно меньшей, чем у младших спортсменов (табл. 1).

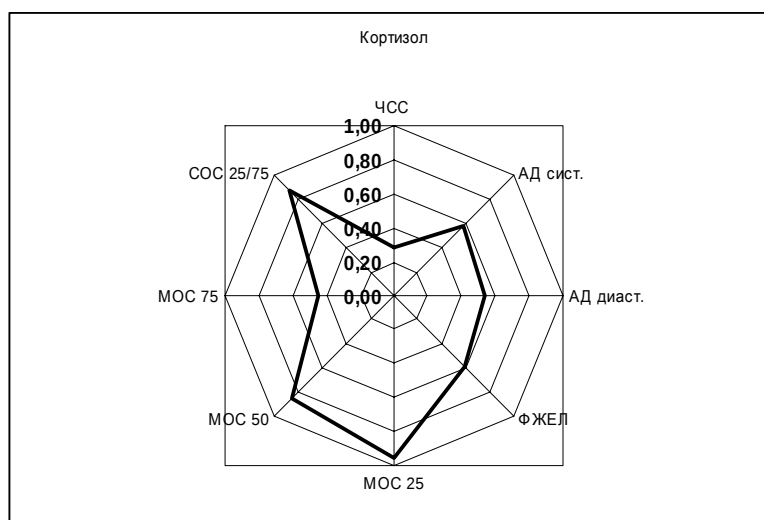
Таблица 1. Показатели бронхиальной проходимости и резервных дыхательных объемов у пауэрлифтеров разного возраста в покое (1) и после 5-ой (2) и 10-ой (3) минут соревновательного упражнения ($x \pm sx$)

Показатели	Возраст спортсменов								
	45–45 лет			30–35 лет			20–25 лет		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
ФЖЕЛ, л/мин	$4,84 \pm 0,50$	$4,33 \pm 0,20$	$4,26 \pm 0,26$	$5,70 \pm 0,36$	$5,84 \pm 0,26$	$5,77 \pm 0,26$	$4,86 \pm 0,66$	$4,76 \pm 0,67$	$4,80 \pm 0,65$
СОШ 25/75, л/мин	$2,68 \pm 0,87$	$3,21 \pm 0,50$	$3,55 \pm 0,46$	$4,61 \pm 0,57$	$5,31 \pm 0,63$	$5,84 \pm 0,73$	$4,46 \pm 0,67$	$5,73 \pm 0,6$	$5,91 \pm 0,63$
МОШ 25, л/мин	$3,83 \pm 0,98$	$4,64 \pm 1,33$	$5,28 \pm 1,47$	$5,34 \pm 0,90$	$7,47 \pm 1,08$	$7,33 \pm 0,97$	$6,71 \pm 0,69$	$7,04 \pm 0,65$	$7,17 \pm 0,58$
МОШ 50, л/мин	$3,72 \pm 0,72$	$3,30 \pm 0,58$	$3,80 \pm 0,44$	$5,07 \pm 0,71$	$5,88 \pm 0,71$	$6,41 \pm 0,81$	$5,60 \pm 0,69$	$5,84 \pm 0,64$	$6,09 \pm 0,62$
МОШ 75, л/мин	$2,14 \pm 0,48$	$2,03 \pm 0,48$	$2,01 \pm 0,55$	$2,85 \pm 0,59$	$2,93 \pm 0,65$	$3,44 \pm 0,68$	$3,71 \pm 0,77$	$3,96 \pm 0,75$	$4,02 \pm 0,75$
Р _{О_{вд.}} , л	$1,57 \pm 0,63$	$1,86 \pm 0,38$	$2,31 \pm 0,28$	$1,97 \pm 0,67$	$2,11 \pm 0,63$	$1,85 \pm 0,81$	$2,58 \pm 0,76$	$2,38 \pm 0,75$	$2,30 \pm 0,74$
Р _{О_{вд.}} , л	$0,90 \pm 0,01$	$0,97 \pm 0,08$	$0,82 \pm 0,06$	$1,05 \pm 0,03$	$1,27 \pm 0,84$	$0,90 \pm 0,08$	$2,15 \pm 0,79$	$1,95 \pm 0,80$	$2,08 \pm 0,80$

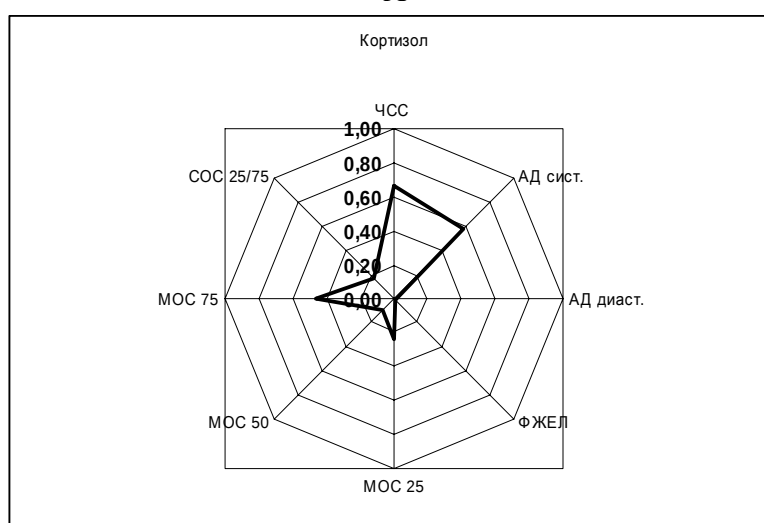
Результаты нашего исследования показали, что проходимость крупных бронхов у спортсменов-ветеранов и спортсменов среднего возраста одинакова. А вот в бронхах меньшего диаметра, особенно в бронхах среднего калибра, мы обнаружили существенные различия. Так, после 10-ой минуты соревновательного упражнения значение МОШ 50 у спортсменов-ветеранов составило $3,8 \pm 0,44$ л/мин, тогда как у спортсменов 30»35 и 20»25 лет оно оказалось почти в два раза больше ($6,41 \pm 0,81$ и $6,09 \pm 0,62$ л/мин, соответственно).

У спортсменов-ветеранов также была обнаружена более низкая, чем у молодых спортсменов, эффективность приспособительных реакций внешнего дыхания, о чём свидетельствовали меньшие величины резервных дыхательных объемов вдоха и выдоха.

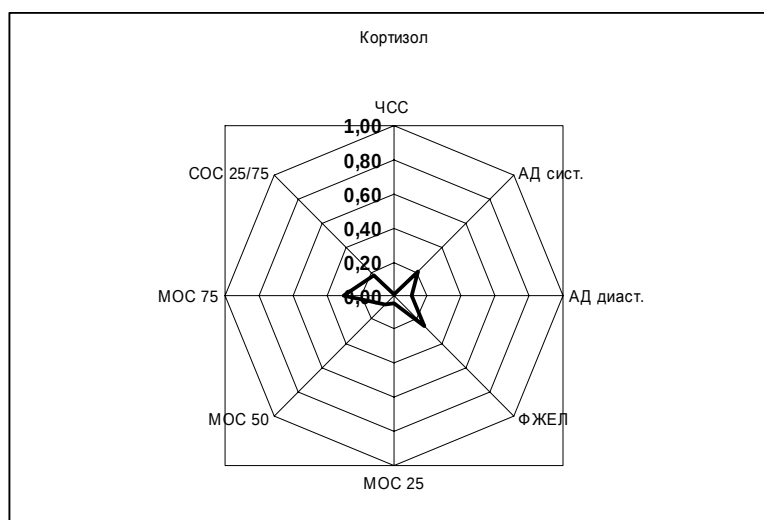
Мы исследовали, существует ли связь между активностью глюкокортикоидной системы (т. е. как работают надпочечники, вырабатывая гормоны стресса) и тем, как сердечно-сосудистая и дыхательная системы адаптируются к нагрузкам у пауэрлифтеров разного возраста. Для этого был проведён корреляционный анализ, результаты которого представлены на рисунке 5.



А



Б



В

Рис. 5. Корреляционные взаимосвязи между значениями кортизола в сыворотке крови и показателями кардиореспираторной системы у гиревиков 45–50 лет (а), 30–35 лет (Б) и 20–25 лет (в) при выполнении соревновательного упражнения

При выполнении соревновательных упражнений у спортсменов-ветеранов была обнаружена относительно высокая связь уровня кортизола в крови со значениями АД (коэффициент корреляции составил 0,58), что можно рассматривать как гипертензивный эффект глюкокортикоидов [3].

В свою очередь, несмотря на зарегистрированные у пауэрлифтеров-ветеранов низкие значения скорости потока воздуха в бронхах различного калибра, у них были выявлены высокие взаимосвязи между уровнем секреции кортизола и бронхиальной проходимостью (величина r варьировала в диапазоне от 0,8 до 0,96). То есть невысокая пропускная способность бронхов при интенсивных физических нагрузках у них может быть обусловлена слабой выраженностью приспособительных ответов системы дыхания на повышение содержания глюкокортикоидов в крови [4].

У пауэрлифтеров 30–35 лет выявлены реципрокные взаимоотношения между уровнем кортизола и систолическим АД и ЧСС (соответственно $r = -0,58$ и $r = -0,66$), что может свидетельствовать о его нормализующем влиянии на регуляцию сосудистого тонуса [3]. У молодых спортсменов значимых корреляционных зависимостей между исследуемыми показателями в процессе соревновательной нагрузки не было обнаружено.

Выводы.

1. Выполнение соревновательного упражнения ветеранами пауэрлифтинга характеризуется возрастными особенностями функций стресс-реализующих систем организма.

2. У спортсменов-ветеранов отмечается более высокий уровень фоновой активности глюкокортикоидной системы по сравнению с молодыми атлетами, что может влиять на гипертензивный эффект артериального давления и способствовать слабой выраженности приспособительных ответов дыхательной системы на выполнение соревновательных упражнений.

3. С возрастом у спортсменов-ветеранов действительно наблюдается снижение эффективности приспособительных реакций системы внешнего дыхания. Это проявляется в уменьшении жизненной ёмкости лёгких, снижении резервных объёмов вдоха и особенно выдоха, а также в уменьшении пропускной способности бронхов. Такие изменения связаны с естественными возрастными процессами: снижением эластичности лёгочной ткани, уменьшением силы дыхательных мышц и изменениями в регуляции дыхания.

4. Выявленные особенности приспособительных реакций могут быть использованы для коррекции процесса адаптации к физическим нагрузкам у спортсменов-пауэрлифтеров разного возраста.

Список источников

1. Виру, А. А. Функции коры надпочечников при мышечной деятельности / А. А. Виру. — Москва : Медицина, 1977. — 176 с.
2. Меерсон, Ф. З. Адаптация к стрессорным ситуациям и физическим нагрузкам / Ф. З. Меерсон, М. Г. Пшенникова. — Москва : Медицина, 1988. — 256 с.

3. Милославский, Я. М. Надпочечники и артериальная гипертония / Я. М. Милославский, В. В. Меньшиков, Т. Д. Большакова. — Москва : Медицина, 1971. — 260 с.
4. Олешко, В. Г. Силовые виды спорта / В. Г. Олешко. — Киев : Олимпийская литература, 2004. — 235 с.
5. Уилмор, Дж. Физиология спорта и двигательной активности : пер. с англ. / Дж. Уилмор, Д. Костил. — Киев : Олимпийская литература, 1977. — 504 с.
6. Фролькис, В. В. Регулирование, приспособление, старение / В. В. Фролькис. — Ленинград : Наука, 1970. — 432 с.
7. Филиппов, М. М. Физиологические механизмы развития и компенсации гипоксии в процессе адаптации к мышечной деятельности / М. М. Филиппов, Д. Н. Давиденко. — Санкт-Петербург – Киев : БПА, 2010. — 260 с.
8. Чернышева, Е. Н. Влияние двигательной активности на физическое состояние ветеранов спорта / Е. Н. Чернышева // Теория и практика физической культуры. — 2005. — № 9. — С. 60–62.
9. Кострюков, В. В. Динамика мышечных усилий в жиме лежа с постоянными и переменными отягощениями // Вестник Чувашского государственного педагогического университета им. И. Я. Яковлева. — 2011. — № 1–2. — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/dinamikamyshechnyh-usiliy-v-zhime-lezha-s-postoyannymi-i-peremennymi-otyagosheniymi> (дата обращения: 28.04.2026).

References

1. Viru, A. A. *Funktsii kory nadpochechnikov pri myshechnoy deyatel'nosti* = Activity Functions of the Adrenal Cortex during Muscular. Moscow: Meditsina; 1977:176 p.
2. Meerson, F. Z., Pshennikova, M. G. *Adaptatsiya k stressornym situatsiyam i fizicheskim nagruzkam* = Adaptation to Stressful Situations and Physical Exercises. Moscow: Meditsina; 1988:256 p.
3. Miloslavskiy Ya. M., Menshikov, V. V., Bolshakova, T. D. *Nadpochechniki i arterial'naya gipertoniya* = Adrenal Glands and Arterial Hypertension. Moscow: Meditsina; 1971:260 p.
4. Oleshko, V. G. *Silovye vidy sporta* = Strength Sports. Kiev: Olimpiyskaya literatura; 2004:235 p.
5. Uilmor, Dzh., Kostil, D. *Fiziologiya sporta i dvigatel'noy aktivnosti* = Physiology of Sport and Motor Activity. Kiev: Olimpiyskaya literatura; 1977:504 p.
6. Frolkis, V. V. *Regulirovanie, prispособlenie, starenie* = Regulation, Adaptation, Aging. Leningrad: Nauka; 1970:432 p.
7. Filippov, M. M., Davidenko, D. N. *Fiziologicheskie mekhanizmy razvitiya i kompensatsii gipoksii v protsesse adaptatsii k myshechnoy deyatel'nosti* = Physiological Mechanisms of Development and Compensation of Hypoxia in the Process of Adaptation to Muscular Activity. St. Petersburg – Kyiv: BPA; 2010:260 p.
8. Chernysheva, E. N. The Impact of Physical Activity on the Physical Condition of Sports Veterans. *Teoriya i praktika fizicheskoy kultury* = Theory and practice of physical education. 2005;9:60–62.
9. Kostryukov, V. V. Dynamics of Muscle Efforts in the Bench Press with Constant and Variable Weights. *Vestnik Chuvashskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta im. I. Ya. Yakovleva* = Bulletin of the I. Ya. Yakovlev Chelyabinsk State Pedagogical University. 2011;1–2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/dinamikamyshechnyh-usiliy-v-zhime-lezha-s-postoyannymi-i-peremennymi-otyagosheniymi> (accessed: 28.04.2026).

Сведения об авторе

Тимофеева С. Н. — доцент.

Information about the author

Timofeeva S. N. — Associate Professor.

Конфликт интересов

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Conflicts of interests

The author declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 13.04.2026; одобрена после рецензирования 27.04.2026; принята к публикации 29.05.2026.

The article was submitted 13.04.2026; approved after reviewing 27.04.2026; accepted for publication 29.05.2026.