

Исследовательская статья

УДК 612.146.4; 612.176.4; 796.015.686

DOI: 10.24412/2076-9091-2026-262-110-126

Павел Александрович Терехов¹,
Егор Александрович Киндюхин¹,
Евгений Константинович Ефременков¹

¹ Смоленский государственный университет спорта,
Смоленск, Россия

ТИПЫ КЛИНООРТОСТАТИЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ АРТЕРИАЛЬНОГО ДАВЛЕНИЯ ВЫСОКОКВАЛИФИЦИРОВАННЫХ СПОРТСМЕНОВ С РАЗЛИЧНЫМИ ОСОБЕННОСТЯМИ ВЕГЕТАТИВНОЙ РЕГУЛЯЦИИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА

Аннотация. В статье приведены результаты исследования типов клиноортостатических реакций артериального давления высококвалифицированных спортсменов с различными особенностями вегетативной регуляции сердечного ритма. В исследовании приняли участие 24 кандидата в мастера спорта по футболу Смоленска. Для величин в нормально распределенных совокупностях рассчитывался *t*-критерий Стьюдента. При отсутствии нормального распределения для связанных выборок рассчитывался *T*-критерий Вилкоксона, для независимых выборок применялся критерий Манна – Уитни. Анализ распределения признаков на нормальность проводили с помощью критерия Шапиро – Уилка. В начале эксперимента у футболистов с умеренным доминированием автономного (парасимпатического) контура вегетативной регуляции (III тип) отмечены нормотонические сдвиги артериального давления и частоты сердечных сокращений на постнагрузочный клиноортостаз, у спортсменов с преобладанием центрального (симпатического) звена управления сердечным ритмом обнаружены начальные проявления гипертонического типа реакции сердечно-сосудистой системы на физическую и гравитационную нагрузку. В результате влияния тренировочного процесса были выявлены наибольшие изменения в повышении анаэробной выносливости у представителей III и IV типов вегетативной регуляции за счет большего напряжения регуляторных систем их организма в период восстановления. В постнагрузочном клиностазе у них доминировали гипертонический и ступенчатый варианты реакции артериального давления и пульса, а в ортостазе выявлены вторичный и первичный гипер-симпатикотонический способы автономной реактивности, что требует снижения объема и интенсивности нагрузок перед соревновательным периодом с позиций концепции качественной медико-биологической диагностики. У футболистов же с доминированием центрального контура вегетативной регуляции (I и II типы) меньшие дельты прироста анаэробной выносливости сопровождалась в постнагрузочном клиностазе гипотоническим типом реакции артериального давления и частоты сердечных сокращений. В последующем ортостазе у них был обнаружен синдром

ортостатической гипотензии в сочетании с постуральной ортостатической тахикардией, что требует коррекции тренировочных программ с целью повышения толерантности к физическим и гравитационным нагрузкам.

Ключевые слова: артериальное давление, частота сердечных сокращений, вариабельность сердечного ритма, анаэробная выносливость, клиностаз, ортостаз, футболисты

Финансирование: исследование не имело финансовой поддержки.

Research article

UDC 612.146.4; 612.176.4; 796.015.686

DOI: 10.24412/2076-9091-2026-262-110-126

Pavel Alexandrovich Terekhov¹,
Egor Alexandrovich Kindyukhin¹,
Evgeny Konstantinovich Efremenko¹

¹ Smolensk State University of Sports,
Smolensk, Russia

TYPES OF CLINOORTHOSTATIC BLOOD PRESSURE REACTIONS IN HIGHLY TRAINED ATHLETES WITH VARIOUS CHARACTERISTICS OF AUTONOMIC REGULATION OF HEART RHYTHM

Abstract. This article presents the results of a study of the types of clinoorthostatic blood pressure responses in highly skilled athletes with various characteristics of autonomic heart rate regulation. Twenty-four Smolensk football Candidate Masters of Sports participated in the study. The Student's *t*-test was calculated for values in normally distributed populations. In the absence of a normal distribution, the Wilcoxon *T*-test was calculated for related samples, and the Mann – Whitney test was used for independent samples. The distribution of features was analyzed for normality using the Shapiro – Wilk test. It was found that at the beginning of the experiment, football players with moderate dominance of the autonomic (parasympathetic) circuit of autonomic regulation (type III) showed normotonic shifts in blood pressure and heart rate in response to post-exercise clinoorthostasis. Athletes with a predominantly central (sympathetic) heart rate control system exhibited initial manifestations of a hypertensive-type cardiovascular response to physical and gravitational stress. As a result of the training process, the greatest changes in anaerobic endurance were observed in those with types III and IV autonomic regulation, due to the greater stress placed on their body's regulatory systems during the recovery period. In post-exercise clinostasis, hypertensive and stepwise blood pressure and pulse responses predominated, while in orthostasis, secondary and primary hypersympathicotonic autonomic reactivity were detected. This requires a reduction in the volume and intensity of exercise before the competitive period, in line with the concept of high-quality medical and biological

diagnostics. In football players with a dominant central autonomic regulation circuit (types I and II), smaller delta increases in anaerobic endurance were accompanied by a hypotonic type of blood pressure and heart rate response during post-exercise clinostasis. Subsequent orthostasis revealed orthostatic hypotension syndrome combined with postural orthostatic tachycardia, which requires adjustments to training programs to improve tolerance to physical and gravitational loads.

Keywords: blood pressure, heart rate, heart rate variability, anaerobic endurance, clinostasis, orthostasis, football players

Funding Statement: no funding was received for writing this manuscript.

Введение

Изучение типов клиноортостатических реакций артериального давления в спорте имеет важное прогностическое значение для повышения эффективности тренировочного процесса, ранней диагностики патологий, профилактики перетренированности и переутомления и снижения риска серьезных осложнений [3; 9]. Индивидуализация функционального состояния является актуальным направлением физиологии мышечной деятельности и диагностики, поскольку позволяет повысить точность и качество оценки здоровья атлета [5; 7]. Основные ее критерии включают физиологические параметры оценки сердечно-сосудистой системы. Актуальность проблемного поля, связанного с анализом клиноортостатических реакций артериального давления у атлетов, обусловлена рядом прогностических критериев, согласующихся со спецификой спортивной деятельности, рисками развития артериальной гипертензии, диастолической дисфункции левого желудочка, внезапной сердечной смерти. Для минимизации проявления подобных осложнений, а также качественной медико-биологической диагностики организма необходим регулярный оперативный контроль их функционального состояния при адаптации к различным факторам стресса.

Цель нашей работы заключалась в исследовании типов клиноортостатических реакций артериального давления высококвалифицированных футболистов с различными особенностями вегетативной регуляции сердечного ритма.

Материалы и методы исследования

В исследовании приняли участие 24 кандидата в мастера спорта (мужского пола, 18–22 года) сборной Смоленского государственного университета спорта (СГУС) по футболу на подготовительном этапе — победителя чемпионата Союза Федераций футбола «Центр», 2025 г. Общая характеристика участников исследования представлена в таблице 1.

Таблица 1

Общая характеристика участников исследования, $M \pm SD$

Показатели	Возраст, лет	Масса, кг	Тестовая нагрузка, кг	Игровой стаж, лет
В начале тренировочного мезоцикла				
III тип, $n = 13$	$20,1 \pm 1,7$	$75,6 \pm 2,1$	$2,27 \pm 0,17$	$14,6 \pm 1,8$
I тип, $n = 11$	$21,7 \pm 1,5$	$77,2 \pm 2,5$	$2,32 \pm 0,22$	$13,7 \pm 1,7$
В конце тренировочного мезоцикла				
III тип, $n = 6$	$20,2 \pm 1,6$	$76,3 \pm 2,3$	$2,29 \pm 0,20$	$14,7 \pm 1,6$
I тип, $n = 5$	$21,8 \pm 1,4$	$78,1 \pm 2,5$	$2,34 \pm 0,21$	$13,8 \pm 1,5$
IV тип, $n = 7$	$21,3 \pm 1,5$	$75,4 \pm 2,2$	$2,26 \pm 0,15$	$14,1 \pm 1,8$
II тип, $n = 6$	$22,4 \pm 1,7$	$78,7 \pm 2,7^*$	$2,36 \pm 0,23$	$12,3 \pm 1,5^*$

Примечание: достоверные отличия от соответствующего межтипового показателя в группах футболистов при * — $p < 0,05$; ** — $p < 0,01$; *** — $p < 0,001$.

Измерение систолического (САД) и диастолического (ДАД) артериально-го давления проводили с помощью медицинского тонометра Omron (Япония) в исходном положении лежа (клиностаз) и стоя (ортостаз) на 1, 3 и 5-й минутах. С целью качественной диагностики функционального состояния участников исследования разделили на типы variability сердечного ритма (ВСР), по технологии Н. И. Шлык [12]. Регистрацию кардиоинтервалограмм проводили с помощью аппаратно-программного комплекса «Варикард 2.6» и программного обеспечения «Иским-6», (Рязань, Россия).

Для оценки физической нагрузки (ФН) у футболистов применялся механический велоэргометр Ergomedic 894E Peak Bike фирмы Monark (Швеция) с установленным [10] оптическим датчиком частоты вращения педалей, аналогово-цифровым преобразователем и ноутбуком. После разминки участники эксперимента выполняли: длинный спринт (45 сек.) с 3%-ным внешним отягощением от массы тела в динамике тренировочного мезоцикла. Учитывались следующие показатели: объем работы (А, Дж); максимальная (N_{max} , Вт), относительная (Not , Вт/кг) мощность; коэффициент выносливости (КВ, усл. ед.); количество оборотов (обороты, раз). Статистическая обработка материала проводилась с помощью пакета программы IBM SPSS Statistics 19. Для количественных показателей рассчитывались средние арифметические (M) и стандартные отклонения (SD).

Результаты исследования

Была проанализирована анаэробная выносливость футболистов в динамике подготовительного периода. Анализ данных (см. табл. 2) выявил, что в начале тренировочного мезоцикла у атлетов обнаружено наличие двух типов

Таблица 2

Оценка анаэробной выносливости высококвалифицированных футболистов с различными особенностями вегетативной регуляции сердечного ритма в динамике тренировочного мезоцикла, $M \pm SD$

Показатели	А, Дж	Nmax, Вт	Not, Вт/кг	КВ, усл. ед.	Обороты, раз
В начале тренировочного мезоцикла					
I тип	16 412,5 ± 181,3	372,1 ± 12,8	4,81 ± 0,10	0,945 ± 0,021	109,7 ± 3,5
III тип	17 045,1 ± 186,2*	402,6 ± 15,7	5,32 ± 0,12	0,967 ± 0,017	115,1 ± 2,5*
В конце тренировочного мезоцикла					
I тип	17 045,3 ± 181,4	425,6 ± 12,4	5,44 ± 0,21	0,959 ± 0,015	114,5 ± 2,3
III тип	18 153,6 ± 197,1***	492,3 ± 13,5*	6,25 ± 0,15**	0,989 ± 0,020*	120,4 ± 3,1**
II тип	16 620,5 ± 181,6	390,7 ± 14,5	5,12 ± 0,15	0,935 ± 0,011	113,4 ± 2,1
IV тип	17 745,4 ± 173,1***	441,8 ± 11,6*	5,85 ± 0,18**	0,981 ± 0,014***	118,1 ± 2,6**

Примечание: достоверные отличия от соответствующего межтипового велоэргометрического показателя в процессе тестирования при * — $p < 0,05$; ** — $p < 0,01$; *** — $p < 0,001$.

вегетативной регуляции с умеренным доминированием автономного (парасимпатического, III тип) и центрального (симпатического, I тип) его контуров. У футболистов с III типом параметры объема выполненной работы были выше на 3,8 % ($p < 0,05$), что нашло выражение в повышении количества оборотов на 4,9 % ($p < 0,05$) по сравнению с атлетами I группы.

В конце тренировочного цикла были обнаружены представители всех четырех типов вегетативной регуляции, в том числе с крайними формами их адаптационных проявлений. Следует отметить, что наибольший относительный прирост в тесте был у спортсменов с умеренным доминированием автономного звена регуляции (III тип), а наименьшие параметры гликолитической выносливости — у представителей с выраженным преобладанием центрального механизма управления ритмом сердца (II тип).

В дальнейшем были проанализированы типы клинортостатических реакций сердечно-сосудистой системы (ССС) футболистов после воздействия физической и гравитационной нагрузки. Анализ данных (табл. 3) показал, что в начале эксперимента после выполнения 45-секундного теста у представителей III типа непосредственно в клиностазе отмечен нормотонический вариант реакции. Так, пульсовое давление повысилось от 46 до 53,2 мм рт. ст., или на 15,6 % ($p < 0,05$), от 1-й к 5-й минуте измерения в горизонтальном положении. Также в пользу этого типа реакции свидетельствовало умеренное учащение пульса на 1-й минуте клиностаза в границах 30–50 % от исходного уровня [8].

Таблица 3

**Динамика показателей сердечно-сосудистой системы
футболистов с различными особенностями вегетативной регуляции
сердечного ритма в начале тренировочного мезоцикла, $M \pm SD$**

Давление	Клиностаз 1-я мин.	Клиностаз 3-я мин.	Клиностаз 5-я мин.	Ортостаз 1-я мин.	Ортостаз 3-я мин.	Ортостаз 5-я мин.
САД, III тип	107,3 ± 2,7	105,4 ± 2,3	102,6 ± 3,5	102,5 ± 1,9	107,2 ± 2,1	110,3 ± 2,4
САД, ФН III тип	136,2 ± 3,7*	128,4 ± 3,5*	118,5 ± 3,1*	114,3 ± 2,2*	116,5 ± 2,3*	115,4 ± 2,6
ДАД, III тип	65,1 ± 5,2	63,3 ± 4,5	58,5 ± 3,5	65,1 ± 1,8	64,8 ± 2,8	65,7 ± 2,3
ДАД, ФН III тип	90,4 ± 3,8**	77,3 ± 3,5*	65,3 ± 2,9*	70,3 ± 2,1	68,1 ± 2,4	67,5 ± 2,6
ЧСС, III тип	54,8 ± 3,6	52,7 ± 4,1	49,4 ± 3,4	54,1 ± 2,2	55,1 ± 2,4	55,7 ± 2,5
ЧСС, ФН III тип	76,3 ± 5,3***	68,3 ± 4,4*	60,4 ± 3,7*	67,3 ± 3,4**	65,1 ± 3,1*	63,2 ± 2,8*
САД, I тип	111,5 ± 2,8	110,1 ± 3,1	109,3 ± 3,4	108,1 ± 1,6	111,2 ± 2,3	114,8 ± 2,9
САД, ФН I тип	145,3 ± 3,4*	137,2 ± 3,2*	128,1 ± 2,7*	119,7 ± 2,5*	125,3 ± 3,4*	120,7 ± 3,1
ДАД, I тип	67,8 ± 3,2	65,2 ± 3,4	63,5 ± 3,7	70,5 ± 7,6	66,5 ± 3,8	71,2 ± 3,7
ДАД, ФН I тип	95,7 ± 3,4***	82,1 ± 3,2*	71,5 ± 2,5*	80,5 ± 2,4*	74,3 ± 2,1*	78,1 ± 2,5*
ЧСС, I тип	57,5 ± 3,5	55,3 ± 3,1	53,4 ± 3,4	62,4 ± 2,3	57,2 ± 2,1	59,7 ± 2,3
ЧСС, ФН I тип	82,1 ± 5,6***	72,8 ± 4,7**	67,2 ± 3,9*	78,3 ± 3,6**	70,4 ± 3,2*	68,5 ± 2,5*

Примечание: достоверные отличия от соответствующего внутритипового показателя до и после физической нагрузки при * — $p < 0,05$; ** — $p < 0,01$; *** — $p < 0,001$.

Что касается систолического артериального давления, то было установлено его равномерное снижение от 26,9 до 15,4 % ($p < 0,05$) на всем анализируемом отрезке времени. Следует отметить, что диастолическое артериальное давление максимально выросло на 1-й минуте нагрузочного клиностаза на 38,8 % ($p < 0,01$), однако к концу измерения, на 5-й минуте, оно достоверно снизилось на 11,6 % ($p < 0,05$) от исходных величин. Частота сердечных сокращений (ЧСС) непосредственно после завершения анаэробного теста выросла на 39,2 % ($p < 0,001$) и стала достоверно отличаться от фоновых величин на 3-й и 5-й минутах на 29,6 и 22,3 % соответственно, во всех случаях ($p < 0,05$), что свидетельствовало об оптимальной адаптации их организма к анаэробной нагрузке в начале тренировочного мезоцикла. Выявленные закономерности в клиностазе отражают адекватное увеличение минутного объема крови за счет как повышения ЧСС, так и роста ударного

объема сердца. Как известно [4], подъем САД указывает на усиление систолы левого желудочка, а снижение ДАД — на уменьшение тонуса артериол, что улучшает приток крови к периферии.

В ходе последующего активного вставания было установлено, что у атлетов III типа на 1-й и 3-й минутах ортостаза параметры САД достоверно выросли на 11,5 и 8,7 % по отношению к исходным данным без анаэробной пробы, во всех случаях ($p < 0,05$). Значения ЧСС существенно отличались на всем анализируемом отрезке времени от 1-й минуты на 24,4 % ($p < 0,01$) к 5-й минуте на 13,5 % ($p < 0,05$), что свидетельствует о наличии нормотонического типа автономной реактивности в активной ортостатической пробе (АОП).

В то время как у представителей I типа ВСР пульсовое давление повысились от 49,6 до 56,6 мм рт. ст., или на 14,1 % ($p < 0,05$) от 1-й к 5-й минуте измерения в горизонтальном положении, параметры САД на 1-й минуте клиностаза увеличились на 30,3 % ($p < 0,05$), а ДАД выросли на 41,1 % ($p < 0,001$) по сравнению с исходными величинами. Статистически достоверные различия по отношению к фону между этими показателями сохранялись на протяжении всего анализируемого отрезка времени. Максимальные изменения в исходном положении лежа после анаэробной нагрузки произошли в дельтах ЧСС от 42,7 % ($p < 0,001$) на 1-й минуте до 25,8 % ($p < 0,05$) к 5-й минуте клиностаза, что отражает начальные проявления гипертонического типа реакции ССС в положении лежа после тестирования.

У представителей с умеренным доминированием центрального контура регуляции в АОП наибольший рост САД, на 12,6 % ($p < 0,05$), отмечен на 3-й минуте, а повышение ДАД на 14,2 % ($p < 0,05$) — на 1-й минуте по отношению к исходным величинам без дополнительной физической нагрузки. Что касается параметра ЧСС, то обнаруженные дельты свидетельствовали в сторону достоверного его снижения от 25,4 % ($p < 0,01$) до 14,8 % ($p < 0,05$) к концу измерения. Поскольку после выполнения 45-секундного теста повышение САД находилось в диапазоне 5–15 мм рт. ст., ДАД увеличилось в пределах 5–10 мм рт. ст. и ЧСС выросло до 20 уд/мин от исходных величин, то у представителей I типа ВСР данный вариант автономной реактивности в АОП стал соответствовать верхней границе нормотонического типа реакции.

В дальнейшем (табл. 4) оценим динамику типов реакций ССС футболистов III типа ВСР в конце тренировочного мезоцикла. Так, у спортсменов с преобладанием умеренного автономного механизма систолическое артериальное давление на 1-й минуте нагрузочного клиностаза повысилось на 36,1 % ($p < 0,01$) при сохранении достоверной разницы от 3-й к 5-й минуте на 33,5 и 25,2 % соответственно, во всех случаях ($p < 0,05$). Увеличение САД сопровождалось одновременным увеличением ДАД на 1-й минуте лежания после выполнения анаэробного теста на 38,1 % ($p < 0,001$). Подобная закономерность сохранялась на 3-й (31,2 %, $p < 0,05$) и 5-й (27,6 %, $p < 0,05$) минутах. Анализ данных ЧСС свидетельствовал о значительном ее повышении — от 44,7 % ($p < 0,001$) до 25,6 % ($p < 0,05$) — по отношению к исходным данным.

Таблица 4

**Динамика показателей сердечно-сосудистой системы футболистов
с доминированием автономного контура регуляции сердечным ритмом
в конце тренировочного мезоцикла, $M \pm SD$**

Давление	Клиностаз 1-я мин.	Клиностаз 3-я мин.	Клиностаз 5-я мин.	Ортостаз 1-я мин.	Ортостаз 3-я мин.	Ортостаз 5-я мин.
САД, III тип	109,3 ± 3,7	107,2 ± 3,2	105,1 ± 2,7	112,3 ± 1,5	115,5 ± 2,1	119,7 ± 2,8
САД, ФН III тип	148,7 ± 4,6**	143,2 ± 4,2 **	131,6 ± 3,7 *	126,2 ± 2,7 *	124,5 ± 2,5 *	125,4 ± 2,2
ДАД, III тип	68,4 ± 3,3	65,7 ± 3,1	61,5 ± 2,8	70,4 ± 2,8	71,8 ± 2,4	72,3 ± 2,1
ДАД, ФН III тип	94,5 ± 5,1***	86,2 ± 4,3*	78,5 ± 3,4*	78,5 ± 4,1*	83,1 ± 3,6*	84,7 ± 3,2*
ЧСС, III тип	56,3 ± 3,1	53,2 ± 2,8	50,7 ± 2,5	58,6 ± 2,8	60,3 ± 2,4	62,4 ± 2,3
ЧСС, ФН III тип	81,5 ± 5,4***	72,3 ± 4,7**	63,7 ± 4,1*	71,2 ± 3,5*	75,1 ± 3,7*	79,2 ± 4,1**
САД, III тип	112,6 ± 3,7	110,5 ± 3,4	108,7 ± 3,1	110,6 ± 1,7	116,7 ± 2,4	120,8 ± 3,1
САД, ФН IV тип	137,3 ± 3,2*	158,2 ± 3,5***	142,5 ± 3,4*	116,1 ± 2,3	128,7 ± 2,6*	135,5 ± 3,4*
ДАД, III тип	68,4 ± 3,3	67,2 ± 3,1	62,5 ± 2,8	73,1 ± 2,8	75,1 ± 2,7	76,4 ± 2,5
ДАД, ФН IV тип	95,2 ± 5,1**	98,5 ± 4,3***	90,5 ± 3,4***	77,4 ± 3,1	83,6 ± 2,5*	87,2 ± 2,3*
ЧСС, III тип	58,1 ± 3,2	55,8 ± 2,5	53,7 ± 2,8	59,1 ± 2,4	61,2 ± 2,2	63,5 ± 2,7
ЧСС, ФН IV тип	91,5 ± 5,4***	84,5 ± 4,7***	79,1 ± 4,1***	67,5 ± 2,7*	73,8 ± 2,5*	79,8 ± 3,1**

Примечание: достоверные отличия от соответствующего внутритипового показателя до и после физической нагрузки при * — $p < 0,05$; ** — $p < 0,01$; *** — $p < 0,001$.

Обнаруженные дельты свидетельствовали о гипертоническом типе реакции у лиц с умеренным доминированием автономного контура вегетативной регуляции сердечного ритма, что наглядно проявилось выраженными изменениями по данным системного артериального давления и частоты сердечных сокращений по завершении тренировочного мезоцикла.

Адаптация к гликолитическому тесту в клиностазе происходила за счет их резкого повышения, неадекватного стандартной нагрузке, что может быть напрямую связано с перетренированностью, перенапряжением, начальной стадией гипертонической болезни. Что касается постнагрузочного ортостаза, то было установлено, что в III типе регуляции САД достоверно снизилось лишь на 1-й и 3-й минутах на 12,4 % ($p < 0,05$) и 7,8 % ($p < 0,05$) соответственно. Было установлено существенное повышение ДАД от начала к концу

активного ортостаза на 11,5 % ($p < 0,05$) на 17,2 % ($p < 0,05$) соответственно. Организм атлетов с III типом ВСР стремился восполнить нехватку кислорода и застоя крови в артериях за счет более интенсивной работы сердца. Отмечено значимое повышение ЧСС на протяжении всего анализируемого отрезка времени нахождения в вертикальном положении тела, от 21,5 % ($p < 0,05$) до 26,9 % ($p < 0,01$), после стандартного теста, что свидетельствовало о наличии вторичного гиперсимпатикотонического типа вегетативной реактивности по завершении тренировочного мезоцикла.

Далее рассмотрим динамику клиноортостатических взаимодействий после гликолитической нагрузки у атлетов с преобладанием выраженных форм в рамках анализируемого контура управления сердечным ритмом.

Так, у атлетов с IV типом ВСР в положении лежа отмечен ступенчатый подъем систолического артериального давления в восстановительном периоде, когда параметры САД на 3-й минуте были на 15,2 % ($p < 0,05$) выше, чем на 1-й минуте измерения. Также было выявлено, что дельты ДАД после выполнения стандартного теста достоверно не изменялись. Частота сердечных сокращений существенно возрастала в течение всего клиностаза от 57,5 до 47,3 % во всех случаях ($p < 0,001$). Обнаруженный вариант реакции ССС у футболистов с IV типом ВСР по завершении тренировочного цикла соответствовал ступенчатому типу [6]. По мнению авторов [2; 8], подобная реакция обусловлена нарушением кровообращения и часто определяется после скоростной работы, когда требуется быстрое включение регуляторных механизмов. При недостаточно быстрой адаптации сердечно-сосудистой системы работа выполняется в анаэробном режиме (работа сердца не может обеспечить интенсификацию деятельности). Появление же такой реакции в тренировочном процессе напрямую будет указывать на переутомление.

В активной ортостатической пробе у представителей с преобладанием выраженного автономного контура регуляции установлено повышение САД в абсолютных величинах от 1-й к 5-й минуте стояния на 19,4 мм рт. ст или 12,2 % ($p < 0,05$) по отношению к исходной величине без выполнения дополнительной физической нагрузки. ДАД достоверно повысилось на 3-й и 5-й минуте на 11,3 и 14,1 % соответственно, во всех случаях ($p < 0,05$). ЧСС по завершении регистрации в абсолютных величинах также существенно возрастала — на 12,3 уд/мин. Достоверные различия по отношению к исходным данным были обнаружены на всех анализируемых отрезках времени от 14,2 % ($p < 0,05$) до 25,1 % ($p < 0,01$). Выявленные дельты изученных маркеров ССС отражали наличие первичного гиперсимпатикотонического типа вегетативной реактивности в АОП у представителей IV типа ВСР по завершении тренировочного мезоцикла.

В завершении оценим динамику артериального давления и частоты сердечных сокращений футболистов после нагрузочного клиноортостаза с доминированием центрального контура регуляции сердечным ритмом по завершении эксперимента (табл. 5).

Таблица 5

**Динамика показателей сердечно-сосудистой системы футболистов
с доминированием центрального контура регуляции сердечным ритмом
в конце тренировочного мезоцикла, $M \pm SD$**

Давление	Клиностаз 1-я мин.	Клиностаз 3-я мин.	Клиностаз 5-я мин.	Ортостаз 1-я мин.	Ортостаз 3-я мин.	Ортостаз 5-я мин.
САД, I тип	114,5 ± 2,9	112,3 ± 2,5	109,5 ± 2,3	110,1 ± 2,3	108,3 ± 2,5	107,2 ± 2,3
САД, ФН I тип	131,7 ± 4,6*	128,2 ± 4,2*	127,6 ± 3,7*	125,3 ± 2,5*	114,4 ± 2,5	104,5 ± 2,2
ДАД, I тип	69,5 ± 3,5	67,4 ± 3,2	65,3 ± 2,7	65,3 ± 2,6	63,4 ± 2,1	62,5 ± 1,7
ДАД, ФН I тип	80,7 ± 5,1*	82,5 ± 4,3*	85,3 ± 3,4**	70,1 ± 3,5	65,4 ± 3,1	59,1 ± 2,7
ЧСС, I тип	60,5 ± 3,2	58,3 ± 3,1	56,1 ± 2,5	60,1 ± 2,4	61,2 ± 2,4	62,1 ± 2,2
ЧСС, ФН I тип	83,7 ± 4,5**	87,2 ± 5,3***	90,6 ± 4,7***	63,3 ± 3,4	65,1 ± 3,7	67,2 ± 3,8
САД, I тип	114,5 ± 2,9	112,3 ± 2,5	109,5 ± 2,3	112,1 ± 2,5	110,3 ± 2,7	108,7 ± 2,3
САД, ФН II тип	127,4 ± 4,2*	126,1 ± 4,5*	125,2 ± 3,8*	107,3 ± 2,7	105,8 ± 2,5	104,5 ± 2,2
ДАД, I тип	69,5 ± 3,5	67,4 ± 3,2	65,3 ± 2,7	63,1 ± 2,7	61,3 ± 2,5	60,4 ± 2,3
ДАД, ФН II тип	76,3 ± 5,1*	78,5 ± 4,3*	81,1 ± 3,4**	67,2 ± 3,1	63,1 ± 2,7	57,3 ± 2,4
ЧСС, I тип	60,5 ± 3,2	58,3 ± 3,1	56,1 ± 2,5	67,5 ± 2,4	65,2 ± 2,4	63,2 ± 2,2
ЧСС, ФН II тип	86,7 ± 4,2**	90,5 ± 5,1***	94,3 ± 4,5***	93,1 ± 4,5**	94,2 ± 3,4***	96,4 ± 3,6***

Примечание: достоверные отличия от соответствующего внутритипового показателя до и после физической нагрузки при * — $p < 0,05$; ** — $p < 0,01$; *** — $p < 0,001$.

У спортсменов I типа регуляции отмечен достоверный подъем систолического артериального давления от 15,1 % ($p < 0,05$) на 1-й минуте горизонтального положения тела до 16,5 % ($p < 0,05$) к 5-й минуте измерения. Причем абсолютные значения САД после нагрузочного теста выражено не отличались, имели лишь тенденцию к снижению по завершении клиностаза (3,1 %, $p > 0,05$). При этом дельты диастолического артериального давления на фоне стандартного тестирования характеризовались значительным повышением от 16,1 % ($p < 0,05$) до 30,6 % ($p < 0,01$). В то же время в абсолютных значениях ДАД отмечены лишь тенденциозные изменения (5,7 %, $p > 0,05$). Параметры пульсового давления достоверно уменьшились от 1-й к 5-й минуте клиностаза на 17,1 % ($p < 0,05$).

Выявлено значительное учащение частоты сердечных сокращений от 1-й к 5-й минуте от 38,3 % ($p < 0,01$) до 61,5 % ($p < 0,001$). По завершении

измерения абсолютные значения ЧСС составили $90,6 \pm 4,7$ уд/мин и трактовались в качестве начальной тахикардии. Подобная динамика САД, ДАД, их пульсовой разницы и ЧСС на фоне нагрузочного клиностаза означала, что усиление кровообращения после стандартного теста достигалась больше за счет учащения сердечных сокращений, а не роста ударного объема крови, что нерационально для спортивного сердца. Данный тип ответной реакции ССС на физическую нагрузку в конце тренировочного мезоцикла у спортсменов с умеренным доминированием центрального контура регуляции сердечным ритмом соответствовал гипотоническому (астеническому) типу.

Далее отметим динамику автономной реактивности после анаэробной пробы у футболистов с I типом ВСР в ходе АОП. Установлено, что параметры САД достоверно выросли на 13,8 % ($p < 0,05$) лишь на 1-й минуте активного стояния. При этом в дельтах ДАД и ЧСС существенных изменений не было ($p > 0,05$). При снижении САД, на фоне неизменного сдвига диастолического артериального давления, пульсовое давление должно уменьшаться. Установлено его достоверное снижение от 1-й к 5-й минуте постнагрузочного ортостаза на 17,7 % ($p < 0,05$), что отражало нарушение компенсаторных механизмов в регуляции кровообращения и вегетативной нервной системы. Подобная динамика САД, ДАД, ЧСС у футболистов I типа ВСР свидетельствовала о синдроме ортостатической гипотензии (СОГ) в виде гипо-асимпатикотонического типа реакции по завершении тренировочного цикла на фоне выполнения гликолитического теста в АОП.

Далее оценим варианты реакций ССС у атлетов с доминированием выраженного центрального контура управления сердечным ритмом. У спортсменов со II типом ВСР отмечен равномерный подъем САД от 11,3 % ($p < 0,05$) до 14,3 % ($p < 0,05$) от 1-й к 5-й минуте клиностаза по отношению к исходным данным без избранной нагрузки. При этом ДАД на фоне нагрузочной пробы характеризовалось значительным повышением — от 9,7 % ($p < 0,05$) до 24,1 % ($p < 0,01$). В то же время в абсолютных его значениях отмечены лишь тенденциозные изменения (6,3 %, $p > 0,05$) к концу клиностатического измерения. Параметры пульсового давления достоверно уменьшились от 1-й к 5-й минуте горизонтального положения тела на 13,7 % ($p < 0,05$). Выявлено значительное учащение сердечных сокращений от 43,3 % ($p < 0,01$) до 68,1 % ($p < 0,001$). По завершении измерения абсолютные значения ЧСС составили $94,3 \pm 4,5$ уд/мин и трактовались в качестве устойчивой тахикардии. Данный тип ответной реакции ССС на физическую нагрузку в конце тренировочного мезоцикла у спортсменов с выраженным доминированием центрального контура регуляции сердечного ритма соответствовал устойчивой форме гипотонического (астенического) типа.

Более того, у спортсменов II типа ВСР в ортостазе после анаэробного тестирования параметры САД имели тенденцию к снижению, что может происходить на фоне присутствия гиповолемии. При уменьшении объема

циркулирующей крови периферические сосуды сужаются (вазоконстрикция), что позволяет перераспределить кровь в пользу жизненно важных органов (головной мозг, легкие, сердце). Однако это также уменьшает общее сосудистое русло, и для поддержания адекватного кровотока сердце вынуждено работать быстрее, за счет активизации барорецепторов. Данные процессы стимулируют симпатическую нервную систему и увеличивают секрецию катехоламинов (адреналин и норадреналин). Катехоламины воздействуют на бета-адренергические рецепторы сердца, увеличивая его сократимость и ЧСС.

При сравнении дельт ДАД исключительного в постанализационном ортостазе выявлено их достоверное уменьшение на 14,7 % ($p < 0,05$) по отношению к 5-й минуте измерения. Снижение объема циркулирующей крови приводит к уменьшению венозного притока крови к сердцу, что уменьшает систолический объем крови за одно его сокращение. Чтобы компенсировать эти вегетативные процессы и стабилизировать (поддержать) минутный объем крови, сердечная мышца начинает сокращаться интенсивнее. У представителей II типа ВСР установлено резкое повышение ЧСС на всех анализируемых отрезках ортостаза от 37,9 % ($p < 0,01$) до 52,5 % ($p < 0,001$) по отношению к фоновым величинам. При этом абсолютные значения данного маркера гомеостатической устойчивости соответствовали критерию устойчивой тахикардии.

Чрезмерное повышение ЧСС может способствовать увеличению пульсового давления за счет усиления сокращения сердца и уменьшения времени диастолы, что снижает диастолическое давление. Более того, у высокотренированных спортсменов [1] могут наблюдаться изменения в вегетативной регуляции и структуре сердца, например эксцентрическое ремоделирование левого желудочка, что влияет на гемодинамику при ортостазе. У спортсменов II типа ВСР обнаружено увеличение пульсового давления на 17,7 % ($p < 0,05$) к 5-й минуте активного стояния, что может говорить о синдроме постуральной ортостатической тахикардии (СПОТ) по завершении тренировочного цикла на фоне выполнения гликолитического теста в АОП. В пользу данного заключения свидетельствует то, что основным признаком СПОТ является повышение ЧСС более чем на 25 уд/мин на 1-й и/или 5-й минуте, что и было достоверно обнаружено в ходе эксперимента на протяжении всего анализируемого отрезка времени от 25,6 до 33,2 уд/мин соответственно.

Заключение

Сравнительная характеристика текущего состояния организма футболистов сборной университета показала наличие различных типов клиноортостатических реакций артериального давления с разным уровнем прироста анаэробной выносливости в динамике специально-подготовительного этапа тренировки. Данное обстоятельство в дальнейшем способствовало выделению

дифференцированного подхода к оценке их адаптивных возможностей на основе индивидуально-типологических особенностей вегетативной регуляции сердечного ритма.

В начале эксперимента у представителей с доминированием умеренного автономного контура регуляции (III тип) отмечены нормотонические сдвиги в изученных маркерах артериального давления и ЧСС на постнагрузочный клиноортостаз. У спортсменов же с преобладанием центрального контура управления сердечным ритмом (I тип) после анаэробного тестирования выявлены начальные проявления гипертонического типа реакции ССС при измерении в горизонтальном положении тела и верхняя граница нормотонического типа автономной реактивности в ходе АОП.

Влияние тренировочного процесса отразилось на повышении анаэробной выносливости в большей степени у представителей III типа вегетативной регуляции за счет большего напряжения регуляторных систем их организма в период восстановления. Так, у атлетов с доминированием умеренного автономного контура регуляции преобладали гипертрофированные реакции в клиностазе, а в последующем постнагрузочном ортостазе был обнаружен вторичный гипер-симпатикотонический тип автономной реактивности.

Более того, был установлен переход физиологических типов в патологические формы их адаптивных проявлений. Так, у представителей с выраженным преобладанием автономного контура регуляции (IV тип) в клиностазе зарегистрирован ступенчатый тип реакции артериального давления и ЧСС, а после активного вставания выявлен первичный гипер-симпатикотонический способ автономной реактивности. Данное обстоятельство требует снижения объема и интенсивности избранных нагрузок перед соревновательным периодом для футболистов с доминированием автономного (парасимпатического) контура регуляции сердечным ритмом с целью оберегания их организма от перетренированности, хронического утомления и риска получения серьезных травм.

Атлеты же с доминированием центрального контура управления сердечным ритмом показали меньшие дельты прироста специальной выносливости в процессе анаэробного тестирования. Так, у атлетов I типа ВСР в постнагрузочном клиностазе обнаружен астенический тип реакции артериального давления и ЧСС, а также синдром ортостатической гипотензии в виде гипо-асимпатикотонического варианта автономной реактивности в АОП, в то время как у атлетов с доминированием выраженного центрального контура (II тип) регуляции сердечным ритмом после тестирования в горизонтальном положении тела отмечена устойчивая форма гипотонического (астенического) варианта реакции сердечно-сосудистой системы и синдром постуральной ортостатической тахикардии при воздействии последующего гравитационного стресса. Следует отметить, что из субъективных признаков нарушения регуляции кровообращения у этих спортсменов была отмечена тошнота при переходе в вертикальное положение тела после перенесенной стандартной нагрузки гликолитической

направленности. Данное обстоятельство у спортсменов с доминированием центрального контура управления сердечным ритмом требует коррекции тренировочных программ с обязательным включением динамической разминки, кинезиологических упражнений (на равновесие, баланс, кросс-латеральные движения, координационная лестница, комбинации с мячом для развития межполушарного взаимодействия, дыхательные и релаксационные элементы) с целью повышения толерантности к физическим и гравитационным нагрузкам.

Список источников

1. Андреев Д. А. Ремоделирование сердца, индуцируемое физической нагрузкой / Д. А. Андреев, О. Э. Апрышко, А. С. Самойлов, В. И. Пустовойт // Современные вопросы биомедицины. 2024. Т. 8. № 2 (28). https://doi.org/10.24412/2588-0500-2024_08_02_26. EDN: VIWGBQ.
2. Бахарева А. С., Шибкова Д. З., Романов Ю. Н. Реактивность системы гемодинамики у спортсменов циклических видов спорта при нагрузочном тестировании // Современные вопросы биомедицины. 2024. Т. 8. № 3 (29). https://doi.org/10.24412/2588-0500-2024_08_03_2. EDN: TKVKAZ.
3. Быков Е. В. Особенности функциональной подготовленности спортсменов циклических видов спорта с разной спецификой тренировочного процесса / Е. В. Быков, О. В. Балберова, А. В. Чипышев, Е. Г. Сидоркина // Вестник МГПУ. Серия «Естественные науки». 2020. № 2 (38). С. 78–89. <https://doi.org/10.25688/2076-9091.2020.38.2.7>. EDN: IALEGS.
4. Герасимова М. А., Семилетова В. А., Дорохов Е. В. Влияние кратковременной пассивной ортостатической пробы на центральный кровоток у взрослых здоровых лиц // Интегративная физиология. 2024. Т. 5. № 4. С. 375–387. <https://doi.org/10.33910/2687-1270-2024-5-4-375-387>. EDN: GXPJOA.
5. Захаров А. А. Динамика аэробной работоспособности и максимальной анаэробной алактатной мощности велосипедистов на специально-подготовительном этапе годового цикла спортивной подготовки / А. А. Захаров, Е. Ю. Федорова, Е. В. Федотова и др. // Вестник МГПУ. Серия «Естественные науки». 2020. № 2 (38). С. 90–94. <https://doi.org/10.25688/2076-9091.2020.38.2.8>. EDN: PVJYUC.
6. Котов А. Н. К вопросу об оценке ортостатической устойчивости организма человека / А. Н. Котов, В. П. Катунцев, Т. В. Сухоставцева, В. М. Баранов // Авиакосмическая и экологическая медицина. 2024. Т. 58. № 1. С. 118–125. <https://doi.org/10.21687/0233-528X-2024-58-1-118-125>. EDN: GIFZEK.
7. Леонтьев М. И., Михайлова Э. И., Деревлева Е. Б. Развитие быстроты и анализ показателей здоровья у юных спортсменов, занимающихся мини-футболом // Вестник МГПУ. Серия «Естественные науки». 2021. № 3 (43). С. 71–78. <https://doi.org/10.25688/2076-9091.2021.43.3.6>. EDN: GCRRXE.
8. Лунина Н. В., Тарарева Ю. С. Реакция сердечно-сосудистой системы лыжников подросткового возраста в ответ на функциональные пробы в подготовительном периоде подготовки // Российский журнал спортивной науки: медицина, физиология, тренировка. 2022. Т. 1. № 1 (1). https://doi.org/10.51871/2782-6570_2022_01_01_7. EDN: BRONCZ.
9. Павленкович С. С. Мониторинг физического развития и физической подготовленности. Саратовский национальный исследовательский государственный университет

имени Н. Г. Чернышевского. Саратов: Саратовский источник, 2019. 74 с. ISBN: 978-5-91879-926-0. EDN: ZILELR.

10. Степура Е. Е. Оценка функциональных резервов студентов с разным вегетативным статусом // Вестник МГПУ. Серия «Естественные науки». 2022. № 4 (48). С. 77–86. <https://doi.org/10.25688/2076-9091.2022.48.4.7>. EDN: TJQDXS.

11. Терехов П. А. Показатели вариабельности сердечного ритма у профессиональных футболистов при различных режимах анаэробного тестирования в динамике подготовительного периода / П. А. Терехов, Т. М. Брук, Е. А. Киндюхин, О. С. Глазачев // Спортивная медицина: наука и практика. 2024. Т. 14. № 2. С. 5–15. <https://doi.org/10.47529/2223-2524.2024.2.7>. EDN: LNAMEP.

12. Шлык Н. И., Гаврилова Е. А. Брадикардия и вариабельность сердечного ритма у спортсменов // Человек. Спорт. Медицина. 2023. Т. 23. № S1. С. 59–69. <https://doi.org/10.14529/hsm23s109>. EDN: QZVQDR.

References

1. Andreev D. A., Apryshko O. E., Samoilov A. S., Pustovoi V. I. Exercise-induced cardiac remodeling. *Modern Issues of Biomedicine*. 2024;8(28):26. (In Russ.). https://doi.org/10.24412/2588-0500-2024_08_02_26. EDN: VIWGBQ.

2. Bahareva A. S., Shibkova D. Z., Romanov Yu. N. Reactivity of the hemodynamic system in athletes of cyclic sports during stress testing. *Modern Issues of Biomedicine*. 2024;8(3):2. (In Russ.). https://doi.org/10.24412/2588-0500-2024_08_03_2. EDN: TKVKAZ.

3. Bykov E. V., Balberova O. V., Chipyshev A. V., Sidorkina E. G. Features of functional fitness of athletes in cyclic sports with different specifics of the training process. *MCU Journal of Natural Sciences*. 2020;(38):78–89. (In Russ.). <https://doi.org/10.25688/2076-9091.2020.38.2.7>. EDN: IALEGS.

4. Gerasimova M. A., Semiletova V. A., Dorohov E. V. The effect of short-term passive orthostatic test on central blood flow in healthy adults. *Integrative Physiology*. 2024;5(4):375–387. (In Russ.). <https://doi.org/10.33910/2687-1270-2024-5-4-375-387>. EDN: GXPJOA.

5. Zakharov A. A., Fedorova E. Yu., Fedotova E. V. et al. Dynamics of aerobic performance and maximum anaerobic alactic power of cyclists at the special preparatory stage of the annual cycle of sports training. *MCU Journal of Natural Sciences*. 2020;(38):90–94. (In Russ.). <https://doi.org/10.25688/2076-9091.2020.38.2.8>. EDN: PVJYUC.

6. Kotov A. N., Katuncev V. P., Suhostavceva T. V., Baranov V. M. On the issue of assessing the orthostatic resistance of the human body. *Aerospace and environmental medicine*. 2024;58(1):118–125. (In Russ.). <https://doi.org/10.21687/0233-528X-2024-58-1-118-125>. EDN: GIFZEK.

7. Leontiev M. I., Mikhailova E. I., Derevleva E. B. Development of speed and analysis of health indicators in young athletes involved in mini-football. *MCU Journal of Natural Sciences*. 2021;(43):71–78. (In Russ.). <https://doi.org/10.25688/2076-9091.2021.43.3.6>. EDN: GCRRXE.

8. Lunina N. V., Tarareeva Yu. S. Cardiovascular response of adolescent skiers to functional tests during the preparatory period. *Russian Journal of Sports Science: Medicine, Physiology, and Training*. 2022;1(1,1):7. (In Russ.). https://doi.org/10.51871/2782-6570_2022_01_01_7. EDN: BRONCZ.

9. Pavlenkovich S. S. Monitoring physical development and fitness. Saratov National Research State University named after N.G. Chernyshevsky. Saratov: Saratov Source Publishing House, 2019. 74 p. ISBN: 978-5-91879-926-0. EDN: ZILELR. (In Russ.).

10. Stepura E. E. Evaluation of functional reserves of students with different vegetative status. MCU Journal of Natural Sciences. 2022;(48):77–86. (In Russ.). <https://doi.org/10.25688/2076-9091.2022.48.4.7>. EDN: TJQDXS.

11. Terekhov P. A., Bruk T. M., Kindyukhin E. A., Glazachev O. S. Heart rate variability indicators in professional football players under different anaerobic testing regimens in the dynamics of the preparatory period. Sports Medicine: Science and Practice. 2024;14(2):5–15. (In Russ.). <https://doi.org/10.47529/2223-2524.2024.2.7>. EDN: LNAMHP.

12. Shlyk N. I., Gavrilova E. A. Bradycardia and heart rate variability in athletes. Human. Sports. Medicine. 2023;23(S1):59–69. (In Russ.). <https://doi.org/10.14529/hsm23s109>. EDN: QZVQDR.

Информация об авторах / Information about the authors:

Терехов Павел Александрович — доктор биологических наук, доцент, доцент кафедры биологических дисциплин, Смоленский государственный университет спорта, Смоленск, Россия.

Terekhov Pavel Alexandrovich — Doctor of Biological Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Biological Disciplines, Smolensk State University of Sports, Smolensk, Russia.

terechov_86@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7820-9942>

Киндюхин Егор Александрович — аспирант кафедры биологических дисциплин, Смоленский государственный университет спорта, Смоленск, Россия.

Kindyukhin Egor Alexandrovich — Postgraduate Student of the Department of Biological Disciplines, Smolensk State University of Sports, Smolensk, Russia.

egor-k2@bk.ru, <https://orcid.org/0009-0004-1048-4296>

Ефременков Евгений Константинович — аспирант кафедры биологических дисциплин, Смоленский государственный университет спорта, Смоленск, Россия.

Efremenkov Evgeny Konstantinovich — Postgraduate Student of the Department of Biological Disciplines, Smolensk State University of Sports, Smolensk, Russia.

eefremenkov488@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0000-8338-0114>

Вклад авторов:

Павел Александрович Терехов — общее руководство и координация работы, концептуализация исследования, включая формулировку идеи, постановку целей и задач, разработка дизайна и методов исследования, визуализация (разработка и оформление таблиц).

Егор Александрович Киндюхин — проведение исследования/эксперимента (реализация, сбор данных); формальный анализ (статистическая обработка данных).

Евгений Константинович Ефременков — сбор и обработка современных литературных источников по теме исследования, подготовка черновика рукописи, исправление и дополнение текста, формулировка выводов.

Authors' contributions:

Pavel Aleksandrovich Terekhov — overall management and coordination of the work, conceptualization of the study, including formulation of the idea, setting goals and objectives, development of the design and research methods, and visualization (table development and design).

Egor Aleksandrovich Kindyukhin — study/experiment execution (implementation, data collection); formal analysis (statistical data processing).

Evgeny Konstantinovich Efremenkov — collection and processing of current literature on the research topic, preparation of the draft manuscript, revisions and additions to the text, and formulation of conclusions.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interests: the authors declare no relevant conflict of interests.

Статья поступила в редакцию: 15.01.2026;
одобрена после доработки: 27.01.2026;
принята к публикации: 27.01.2026.

The article was submitted: 15.01.2026;
approved after reviewing: 27.01.2026;
accepted for publication: 27.01.2026.