

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ ВАРИАБЕЛЬНОСТИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА МАЛЬЧИКОВ 8–10 ЛЕТ, ЗАНИМАЮЩИХСЯ РАЗЛИЧНЫМИ ВИДАМИ СПОРТА

**Ранкович Е.В.**

Гомельский
государственный
медицинский
университет

**Надыров Э.А.**

канд. мед. наук,
доцент,
Гомельский
государственный
медицинский
университет

**Рубченя И.Н.**

канд. биол. наук,
доцент,
Белорусский
государственный
университет
физической культуры

Изучены показатели variability сердечного ритма мальчиков 8–10 лет, занимающихся различными видами спорта. По данным значений LF/HF, отражающего уровень симпатической стимуляции, выявлено, что в покое у гимнастов и футболистов он ниже, чем у юных спортсменов, занимающихся другими видами спорта. По данным значений HF ms², HFnorm и HF % установлено, что у акробатов и лиц, занимающихся борьбой, в покое наиболее ярче выражены парасимпатические влияния, наименьшие значения данных показателей зарегистрированы у детей-гимнастов и каратистов. Показатель активности парасимпатического отдела (RMSSD, мс) имел выраженное снижение после проведения АОП у акробатов, борцов и футболистов.

Ключевые слова: variability сердечного ритма; спортивная специализация; юные спортсмены.

COMPARATIVE CHARACTERISTICS OF HEART RATE VARIABILITY INDICATORS IN 8–10-YEAR-OLD BOYS ENGAGED IN VARIOUS SPORTS

The indices of heart rate variability in 8–10-year-old boys involved in various sports have been studied. According to the LF/HF values reflecting the level of sympathetic stimulation, it has been found that at rest in gymnasts and football players it is lower than in young athletes involved in other sports. According to the HF ms², HFnorm and HF % values, it has been found that in acrobats and wrestlers parasympathetic influences are most pronounced at rest, the lowest values of these indices have been registered in children-gymnasts and karatekas. The activity index of the parasympathetic division (RMSSD, ms) show a significant decrease after the AOP in acrobats, wrestlers, and football players.

Keywords: heart rate variability; sports specialization, young athletes..

ВВЕДЕНИЕ

Изучение закономерностей изменения показателей variability сердечного ритма (BCP) позволяет оценить степень напряжения симпатического и парасимпатического отделов вегетативной нервной системы (ВНС). Особенности взаимодействия отделов ВНС представляют прогностическую значимость в определении различных функциональных состояний, выраженности адаптационных ответов, соотношении отдельных звеньев регуляторных механизмов, что приобретает особую актуальность при исследовании функционального состояния юных спортсменов в условиях действия на растущий организм систематических физических и психических нагрузок. Общеизвестно, что ВНС обеспечивает психическую и физическую деятельность организма, участвует в поддержании гомеостаза и адаптации к средовым воздействиям, в том числе и спортивным физическим нагрузкам [1, 2].

Подготовка детей характеризуется разнообразием средств, методов и организационных форм, широким использованием элементов различных видов спорта, подвижных и спортивных игр.

При этом следует отметить, что, согласно ряду исследований, значительное число психосоматических отклонений в состоянии здоровья взрослых спортсменов начинаются с вегетативной дисфункции в детском возрасте при выполнении не соответствующих функциональным возможностям ребенка физических нагрузок. В связи с этим научно-практический интерес представляет изучение показателей BCP у юных спортсменов, которые позволяют мониторировать адаптационные перестройки, процессы формирования вегетативного резерва под действием физических нагрузок в различных видах спорта [3, 4].

Цель исследования – провести сравнительную характеристику показателей variability сердечного ритма мальчиков 8–10 лет, занимающихся различными видами спорта.

дечного ритма мальчиков 8–10 лет, занимающихся спортивными единоборствами, сложнокоординационными и игровыми видами спорта с учетом индивидуальных особенностей.

■ МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

На базе УЗ «Гомельский областной диспансер спортивной медицины», было обследовано 60 спортсменов 8–10 лет (мальчики), занимающихся спортивными единоборствами (борьба, каратэ), сложнокоординационными видами спорта (акробатика, гимнастика) и футболом. В зависимости от спортивной специализации дети были разделены на группы: группа 1 – акробатика (9 мальчиков), группа 2 – гимнастика (8 мальчиков), группа 3 – борьба (20 мальчиков), группа 4 – каратэ (18 мальчиков), группа 5 – футбол (10 мальчиков). Стаж занятий спортом составил от 2 до 3 лет.

Изучены показатели ВСП юных спортсменов. Кардиоритмограмма с ее дальнейшей автоматической обработкой методами ВСП фиксировалась с использованием 12-канального электрокардиографа «Поли-Спектр» (Нейрософт, Россия). Запись кардиоритмограммы проводилась после адаптации к условиям помещения и занимаемого положения тела. Кардиоритмограмма регистрировалась в исходном состоянии (фон), а также после выполнения активной ортостатической пробы (АОП).

Определялись временные и спектральные компоненты ВСП: R-R min (мс) минимальная длительность кардиоинтервала; R-R max (мс) максимальная длительность кардиоинтервала; RRNN (мс) – средняя длительность кардиоинтервала; SDNN (мс) – стандартное отклонение кардиоинтервалов; RMSSD (мс) – корень квадратный из средней суммы квадратов разностей соседних кардиоинтервалов; rNN50, % – процент соседних кардиоинтервалов, отличающихся более чем на 50 мс; CV, % – коэффициент вариации; TP (мс²) общая мощность спектра ВСП; VLF (мс²) – мощность спектра очень низких частот; LF (мс²) – мощность низкочастотного домена спектра ВСП; HF (мс²) – мощность высокочастотного домена спектра ВСП; LF/HF – индекс симпатико-парасимпатического баланса. VLF, LF и HF, (%) – процентный вклад каждой колебательной составляющей в общую мощность спектра.

Статистическая обработка данных проводилась с применением электронных таблиц Microsoft Excel и пакета статистических программ Statistica 12. Для оценки полученных данных на нормальность распределения использовался критерий Шапиро – Уилка. Статистические данные представлены в виде медианы (Me) и процентилей (25 %, 75 %). Межгрупповые различия определялись с помощью U-критерия Манна–Уитни. Статистическая значимость различий считалась значимой при $p < 0,05$.

■ РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Медиана стажа занятий спортом для различных видов спорта варьировала от 2 до 3 лет. Сравнительный анализ показал, что у спортсменов, занимающихся акробатикой, стаж занятий (2,0 [1,0;3,0]) был статистически значимо ниже в сравнении с гимнастикой (3,0 [3,0;4,0], $p=0,048$), каратэ (3,0 [1,0;3,0], $p=0,001$), у гимнастов он был выше в сравнении с каратэ ($p=0,001$), у борцов (3,0 [2,5;3,0]) – выше в сравнении с каратэ ($p=0,001$).

Показатели вариабельности сердечного ритма в исходном состоянии (фон) у мальчиков 8–10 лет, занимающихся различными видами спорта, представлены в таблице 1.

Показатель R-R min имел максимальные значения у детей, занимающихся акробатикой, гимнастикой и каратэ, минимальные значения – при занятиях борьбой и футболом. При этом статистически значимые различия были установлены только для двух видов спорта: между акробатикой и борьбой ($p=0,046$) и футболом ($p=0,020$). Интервал R-R max имел максимальные значения у детей, занимающихся акробатикой, минимальные значения – гимнастикой. Его уровень у гимнастов был статистически значимо ниже в сравнении с акробатикой ($p=0,035$), борьбой ($p=0,014$) и футболом ($p=0,013$). При этом среднее арифметическое продолжительности NN интервалов (RRNN) не имело статистической значимости. Интервал между R-R min-max был наибольшим у детей, занимающихся борьбой и футболом. Показатель SDNN, характеризующий стандартное отклонение R-R-интервалов, имел самый низкий уровень у гимнастов, самые высокие уровни – у детей, занимающихся акробатикой и футболом. При этом у гимнастов он был статистически значимо ниже в сравнении с акробатикой ($p<0,001$), борьбой ($p<0,029$) и футболом ($p<0,017$). Данные изменения характеризуют наиболее выраженный уровень симпатических влияний, у спортсменов, занимающихся гимнастикой.

Показатель RMSSD характеризующий наличие синусовой аритмии, наиболее низкие значения имел у гимнастов, самые высокие – у детей, занимающихся акробатикой. При этом у гимнастов он был статистически значимо ниже в сравнении с акробатикой ($p=0,038$), борьбой ($p=0,045$) и футболом (0,032). Наиболее низкие значения данного показателя у гимнастов свидетельствуют о возможной неэкономной вегетативной регуляции ритма.

Показатель TP, отражающий активность нейрогуморальных влияний на сердечный ритм, наиболее низкие значения имел у гимнастов и футболистов, самые высокие – у детей, занимающихся акробатикой. При этом у гимнастов он был статистически значимо ниже в сравнении с акробатикой ($p=0,023$) и борьбой ($p=0,043$). У футболистов этот показатель был значимо ниже в сравнении с акробатикой ($p=0,003$),

Таблица 1 – Показатели вариабельности сердечного ритма в исходном состоянии (фон) у мальчиков 8–10 лет, занимающихся различными видами спорта, Me [25 %; 75 %]

Показатель	Вид спорта/группы					P
	Акробатика (1)	Гимнастика (2)	Борьба (3)	Каратэ (4)	Футбол (5)	
R-R min, мс	592 [571; 634]	566 [482; 621]	340 [287; 615]	507 [279; 584]	378 [274; 594]	P _{1,3} =0,046 P _{1,5} =0,020
R-R max, мс	1125 [1027; 1138]	948,5 [860,8; 1043]	1053 [911; 1188]	1008,5 [867; 1192]	1087 [915; 1254]	P _{1,2} =0,035 P _{2,3} =0,014 P _{2,5} =0,013
RRNN, мс	819,5 [802; 863]	696,5 [629,3; 789]	786 [733; 833]	739 [705; 820]	783 [714; 853]	-
SDNN, мс	95,5 [67; 116]	65 [47,2; 49,2]	77 [61; 118]	72 [53; 109]	89 [53; 130]	P _{1,2} <0,001 P _{2,3} <0,029 P _{2,5} <0,017
RMSSD, мс	108 [73; 140]	59,5 [45; 101,8]	92 [58; 149]	70 [42; 146]	100 [57; 145]	P _{1,2} =0,038 P _{2,3} =0,045 P _{2,5} =0,032
pNN50, %	54,45 [38; 62]	36,5 [17,7; 51,8]	48,6 [31; 68]	32,1 [16,2; 53,6]	50 [33; 66]	-
CV, %	11,44 [8; 14]	9,0 [6,8; 11,4]	9,76 [7,6; 14,3]	9,355 [7,2; 13]	10,8 [7; 16]	-
TP, мс	8863 [4662; 14100]	5270 [2464; 7933]	6979 [4291; 12908]	6076,5 [3719; 10876]	3155 [2063; 6503]	P _{1,2} =0,043 P _{1,5} =0,023 P _{2,3} =0,048 P _{3,5} =0,001 P _{4,5} =0,006
VLF, мс	1643 [951; 2005]	917,5 [765; 1267]	1322 [711; 1738]	1480 [792; 2807]	1632 [858; 2105]	-
LF, мс	1823,5 [1240; 2088]	947,5 [673; 2919]	1749 [971; 3118]	1260 [1055; 2524]	1854 [852; 3924]	P _{2,3} =0,043 P _{2,5} =0,020
HF, мс	3587 [1698; 7884]	1363,5 [1145; 4373]	3446 [1586; 8986]	2443,5 [1080; 6965]	2418 [1215; 4075]	-
LF norm, n.u.	25,2 [17; 35]	39,2 [22,7; 45,8]	34,8 [27; 45]	43 [29; 54]	34,1 [25; 46]	P _{1,4} =0,045
HF norm, n.u.	74,8 [66; 83]	60,7 [54,4; 77,2]	65,5 [56; 73]	57,45 [46; 71]	62,7 [51; 74]	P _{1,4} =0,037
LF/HF	0,34 [0,20; 0,58]	0,64 [0,29; 0,98]	0,53 [0,36; 0,8]	0,81 [0,4; 1,2]	0,59 [0,33; 0,84]	-
%VLF	13,7 [12; 26]	24,8 [12; 36]	20,9 [10; 28]	26,1 [19; 34]	18,3 [12; 28]	P _{1,4} =0,030 P _{3,4} =0,043 P _{4,5} =0,019
%LF	22,15 [14; 25]	31,2 [13,2; 33,3]	25,3 [21; 35]	31 [21; 34]	26,9 [20; 30,8]	-
%HF	66,1 [49; 72]	50,2 [33,8; 60,6]	50,2 [43; 63]	39,35 [31; 56]	50,2 [38; 61]	P _{1,5} =0,049

борьбой (p=0,001) и спортсменами, занимающимися каратэ (p=0,006).

Показатель %LF, отражающий механизмы, помогающие поддерживать артериальное давление, и в некоторой степени указывающий на активность парасимпатической системы, минимальные значения имел у гимнастов, максимальные – у футболистов, акробатов и борцов. Статистический анализ показал, что у гимнастов он был статистически значимо ниже в сравнении с борьбой (p=0,037) и футболом (p=0,020). При этом LF norm был статистически значимо у акробатов с сравнений со спортсменами, занимающимися каратэ (p=0,045).

Показатель HF norm, показывающий мощность волн высокой частоты и зависящий от работы парасимпатической системы и дыхательной синусовой аритмии, имел самые низкие значения у спортсменов, занимающихся каратэ и был значимо

ниже у спортсменов, занимающихся акробатикой (p=0,037).

Симпатовагальный индекс (LF/HF), отражающий баланс симпатических и парасимпатических регуляторных влияний на сердце, не отличался для юных спортсменов, занимающихся различными видами спорта.

Процент колебаний очень низких частот в общей мощности спектра (% VLF) минимальные значения имел у спортсменов, занимающихся акробатикой, и был значимо ниже в сравнении с гимнастикой (p=0,030). Оба вида спорта относятся к сложнокоординированным и, по-видимому, различия были связаны с различным стажем занятий спортом. У спортсменов, занимающихся борьбой, он был ниже в сравнении с каратэ (p=0,043) и футболом (p=0,020). При этом у футболистов он был ниже в сравнении с каратэ (p=0,019).

Таблица 2 – Показатели вариабельности сердечного ритма после выполнения АОП у мальчиков 8–10 лет, занимающихся различными видами спорта, Ме [25 %; 75 %]

Показатель	Вид спорта/группа					P
	Акробатика (1)	Гимнастика (2)	Борьба (3)	Каратэ (4)	Футбол (5)	
R-R min, мс	568 [530; 612]	497,5 [340,5; 584,0]	526 [475; 562]	502 [444; 525]	521 [411; 570]	–
R-R max, мс	793,5 [704; 846]	790,5 [673,0; 868,5]	835 [772; 871]	803 [677; 879]	799 [716; 1057]	–
RRNN, мс	690,5 [610; 711]	624,5 [555,5; 730,3]	630 [618; 674]	634,5 [590; 684]	653 [626; 692]	–
SDNN, мс	36 [36; 69]	46,5 [35,5; 74,2]	61 [55; 68]	65,5 [35; 94]	57 [36; 104]	–
RMSSD, мс	35,5 [21; 39]	40,0 [29,5; 64,2]	40 [35; 51]	42 [19; 71]	36 [23; 90]	–
pNN50, %	14,5 [5,6; 22]	13,5 [5,4; 20,1]	13,8 [7,2; 19]	10,8 [1,9; 25]	9,78 [4,6; 19]	–
CV, %	6,06 [5,3; 9,8]	8,0 [5,8; 11,7]	9,67 [7,7; 11,2]	9,67 [6,6; 14,7]	8,2 [5,5; 14,2]	–
TP, мс	2064,5 [1776; 6578]	3203 [1955; 8053]	5513 [4226; 6779]	6247,5 [2234; 2972]	2367 [1501; 4330]	P _{3,5} =0,001 P _{4,5} =0,008
VLF, мс	923,5 [126; 1465]	1070 [314,3; 4060]	1527 [988; 2104]	1467,5 [904; 2943]	1510 [607; 3242]	–
LF, мс	1038,5 [577; 1964]	970 [495,5; 1849]	2111 [1165; 2852]	2372 [1090; 2659]	1465 [718; 2875]	P _{2,4} =0,038
HF, мс	979 [521; 1660]	1433 [635,8; 4278]	1445 [721; 2258]	1873 [437; 4877]	1123 [424; 3591]	–
LF/HF	1,3 [0,36; 3,6]	0,65 [0,2; 1,5]	1,3 [1,1; 2,1]	1,4 [1,2; 2,2]	0,97 [0,49; 3,4]	P _{2,3} =0,024 P _{2,4} =0,021
%VLF	21,5 [7,5; 42]	20,5 [16; 41]	35 [17; 41]	29,5 [24; 38]	31 [29; 43]	–
%HF	39 [12,5; 63,5]	44,6 [19,7; 67,5]	27 [18; 35]	26 [19; 35]	36 [13; 51]	–

Процент колебаний высоких частот в общей мощности спектра (%HF) имел самые низкие значения, у спортсменов, занимающихся каратэ, самые высокие – у акробатов. При этом статистическая значимость была установлена только при сравнении у футболистов, где этот показатель был значимо ниже в сравнении с акробатикой ($p=0,049$).

На следующем этапе исследования был проведен анализ показателей вариабельности сердечного ритма после выполнения активной АОП (таблица 2).

Как видно из таблицы 2, после проведения активной ортостатической пробы вариабельность сердечного ритма существенно изменялась. Показатели R-R min и R-R max практически не отличались.

Показатель TP наиболее низкие значения имел у акробатов и футболистов, самые высокие – у детей, занимающихся борьбой и каратэ. При этом у борцов он был статистически значимо ниже в сравнении с каратэ ($p=0,001$) и у каратистов – в сравнении с футболистами ($p=0,008$).

Показатель %LF минимальные значения имел у гимнастов и акробатов, максимальные – у борцов и каратистов. Статистический анализ показал различия только при сравнении гимнастики и каратэ, при этом у гимнастов он был статистически значимо ниже ($p=0,038$).

Симпатовагальный индекс (LF/HF) не отличался для юных спортсменов и минимальные значения имел у гимнастов и футболистов, максимальные – у акробатов, борцов и каратистов. Статистический

анализ показал, что этот показатель был значимо ниже у гимнастов в сравнении с борцами ($p=0,024$) и каратистами ($p=0,021$).

Сравнительный анализ фона и АОП показал, что наблюдалось значительное снижение общей мощности спектра (TP) у юных спортсменов, занимающихся акробатикой, в 3,90 раза ($p<0,001$). Показатели активности парасимпатического отдела регуляции в группе акробатов (HF, мс²) снижались в 3,66 раза ($p<0,001$), у борцов – в 3,38 раза ($p<0,001$), показатель %HF после АОП у акробатов снижался в 1,69 раза ($p<0,001$), у борцов – в 1,85 раза ($p<0,001$), у каратистов – в 1,35 раза ($p=0,045$), у футболистов – в 1,39 раза ($p<0,001$). В то же время у гимнастов отмечалась самая незначительная динамика TP ($p>0,005$), что указывает о «неэкономном» типе вегетативной регуляции для данного вида спорта.

Показатель активности парасимпатического отдела (RMSSD, мс) имел выраженное снижение после проведения АОП. У акробатов он снижался в 3,04 раза ($p<0,001$), у гимнастов – в 1,62 раза ($p<0,001$), у борцов – 2,3 раза ($p<0,001$), у футболистов – в 1,75 раза ($p<0,001$).

При сравнительном анализе вариабельности сердечного ритма установлено, что АОП временные показатели ритмограмм для детей, занимающихся различными видами спорта, в целом изменялись, отражая симпатостимулирующее воздействие АОП: средние значения R-R max, RRNN и pNN50 %, SDNN и имели отчетливую тенденцию к росту.

Относительные параметры низких частот спектра (LFnorm и %LF), указывающие на преимущественно активность симпатического отдела у АОП, у гимнастов практически не изменились, что может свидетельствовать о недостаточных адаптационных способностях организма к ортостазу при занятиях этим видом спорта. В других группах детей показатель %LF имел отчетливую тенденцию к росту, указывая на повышение тонуса симпатoadренальной системы при АОП.

Уровень симпатической стимуляции (LF/HF) при АОП у футболистов увеличивался в 1,65 раза ($P < 0,001$), такая же тенденция прослеживалась у борцов – в 2,45 раза ($p < 0,001$), у каратистов – в 1,75 раза ($p = 0,001$). Такие изменения указывают на недостаточную стимуляцию симпатического отдела при занятиях данными видами спорта с одной стороны, с другой стороны может служить одним из критериев недостаточной «успешности» выступлений на соревнованиях.

При сравнительном анализе показателей %LF и %HF установлено, что у акробатов и футболистов отмечается преобладание автономной регуляции, так как при АОП регистрируется снижение указанных показателей, для акробатов снижение для %LF составило 1,75 раза ($p < 0,001$), %HF – в ,67 раза ($p < 0,001$), для футболистов %HF был снижен в 2,15 раза ($p < 0,001$).

■ ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Наиболее высокий уровень симпатических влияний в исходном состоянии (RRNN и pNN50 %, SDNN) определялся у спортсменов, занимающихся гимнастикой, в сравнении с юными спортсменами, занимающихся другими видами спорта. Наиболее низкие – у детей, занимающихся акробатикой и футболом. По данным значений LF/HF, отражающего уровень симпатической стимуляции, выявлено, что в покое у гимнастов и футболистов он ниже, чем у юных спортсменов, занимающихся другими видами спорта.

По данным индекса RMSSD, отражающего наличие синусовой аритмии, наиболее низкие значения данного показателя были установлены у гимнастов, что свидетельствует о неэкономной вегетативной регуляции ритма, наиболее высокие – у детей, занимающихся акробатикой и футболом. Показатель TP, определяющий общую мощность спектра нейрогуморальной регуляции и характеризующий суммарное воздействие всех спектральных компонентов на синусовый ритм, был ниже в исходном состоянии у детей, занимающихся футболом, акробатикой и гимнастикой.

По данным значений HF мс, HFnorm и %HF установлено, что у акробатов и лиц, занимающихся борьбой, в покое наиболее ярче выражены парасимпатические влияния, наименьшие значения данных

показателей зарегистрированы у детей-гимнастов и каратистов.

После проведения АОП временные показатели ритмограмм для детей, занимающихся различными видами спорта, в целом изменялись, отражая симпатостимулирующее воздействие АОП: средние значения R-R max, RRNN и pNN50 %, SDNN и имели отчетливую тенденцию к росту.

Сравнительный анализ фона и АОП показал, что наблюдалось значительное снижение общей мощности спектра (TP) у юных спортсменов, занимающихся акробатикой и гимнастикой. Показатели активности парасимпатического отдела регуляции в группах акробатов и борцов снижались. В то же время у гимнастов отмечалась самая незначительная динамика TP ($p > 0,005$), что говорит о «неэкономном» типе вегетативной регуляции для данного вида спорта.

Показатель активности парасимпатического отдела (RMSSD, мс) имел выраженное снижение после проведения АОП у акробатов, борцов и футболистов.

Относительные параметры низких частот спектра (LFnorm и LF %), указывающие на преимущественно активность симпатического отдела у АОП у гимнастов практически не изменились, что может свидетельствовать о недостаточных адаптационных способностях организма к ортостазу при занятиях этим видом спорта. В других группах детей показатель %LF имел отчетливую тенденцию к росту, указывая на повышение тонуса симпатoadренальной системы при АОП. Уровень симпатической стимуляции увеличивался у футболистов борцов и детей, занимающихся каратэ. Такие изменения указывают на недостаточную стимуляцию симпатического отдела при занятиях данными видами спорта с одной стороны, с другой стороны может служить одним из критериев недостаточной «успешности» выступлений на соревнованиях.

При сравнительном анализе показателей %LF и %HF установлено, что у акробатов и футболистов отмечается преобладание автономной регуляции, что, вероятно, может являться признаком переутомления, перетренированности.

■ ЛИТЕРАТУРА

1. Гаврилова, Е. А. Спорт, стресс, вариабельность / Е. А. Гаврилова. – М.: Спорт, 2015. – 170 с.
2. Шлык, Н. И. Нормативы показателей вариабельности сердечного ритма в покое и ортостазе при разных диапазонах значения MxDMn и их изменение у биатлонистов в тренировочном процессе / Н. И. Шлык // Человек. Спорт. Медицина. – 2020. – Т. 20, № 4. – С. 5–24.
3. Хаспекова, Н. Б. Диагностическая информативность мониторинга вариабельности ритма сердца / Н. Б. Хаспекова // Вестник аритмологии. – 2013. – № 32. – С. 15–23.
4. Cardiovascular and respiratory systems: modeling, analysis, and control / J. J. Batzel, F. Kappel, D. Schetneditz, H. T. Tran. – SIAM, Society for industrial and Applied Mathematics, 2016. – 274 p.

10.02.2025