

## ТИП РЕГУЛЯЦИИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА КАК КРИТЕРИЙ АДАПТАЦИИ К УСЛОВИЯМ ОБУЧЕНИЯ

Г.А. Яманова

Астраханский государственный медицинский университет, г. Астрахань, Россия

**Цель исследования:** изучение динамики формирования сердечного ритма кадетов казачьего корпуса за период обучения. **Материалы и методы.** Проведено динамическое исследование 323 кадетов, обучающихся в казачьем кадетском корпусе с 5-го (10–11 лет) по 11-й (16–17 лет) класс. Обследование детей проводилось ежегодно и осуществлялось с помощью аппаратно-программного комплекса «Здоровье-Экспресс» по ТУ 9442-003-17635079-2009: исполнение 2 – «Здоровье-Экспресс-2» с комплектом компьютеризированных приборов для оценки уровня психофизиологического состояния, параметров физического развития и регистрации электрокардиограммы («Медицинские Компьютерные Системы», г. Зеленоград, Московская область). **Результаты.** Проведенное исследование продемонстрировало изменения показателей variability ритма сердца, свидетельствующие о смещении вегетативного баланса в сторону преобладания активности симпатической нервной системы в процессе учебы. По итогам преобладающее большинство кадетов на протяжении обучения относятся к группе с умеренным преобладанием автономной регуляции сердечного ритма. Отмечается рост количества детей с умеренным преобладанием центральных механизмов регуляции. При этом показатели variability сердечного ритма, а также спектральные характеристики наиболее стабильны в этих двух группах. Рост числа детей, а также отрицательная динамика основных показателей регуляции ритма сердца среди детей с выраженным преобладанием автономной регуляции указывает на перетренированность и неадекватность физических нагрузок. **Заключение.** Учет полученных данных исследования на момент приема детей в учебное заведение снизит риск развития нарушений адаптационных механизмов и развития функциональных отклонений. Контроль показателей сердечного ритма в процессе обучения с целью корректировки физической нагрузки также положительно отразится на состоянии адаптационных резервов учащихся.

**Ключевые слова:** дети, кадеты, адаптация, тип регуляции сердечного ритма.

**Введение.** Ведущую роль в развитии детского организма играет тип вегетативной регуляции. Многочисленные исследования подтверждают влияние типа регуляции на уровень резервных возможностей организма ребенка [5, 6, 9, 16, 17, 19, 24]. Дети с преобладанием центральной регуляции отстают по уровню зрелости регуляторных систем от сверстников с преобладанием автономной регуляции [19, 20].

Выявление типа регуляции сердечного ритма (СР) среди детей, находящихся под воздействием определенного комплекса факторов внешней среды, является актуальным направлением профилактической медицины [2, 14, 15, 17, 24]. Особый интерес вызывает формирование функциональных возможностей среди неподготовленных детей, поступающих в специализированные начальновозрастные образовательные учреждения. Набор в такие учебные заведения ведется с учетом

сдачи экзамена по физической подготовке, однако из общего количества поступивших до 52 % детей не обладают достаточной физической подготовленностью [10]. Новый распорядок дня, регулярные спортивные занятия, строевая подготовка, тренировки военно-прикладного характера, а также условия казарменной жизни меняют стереотип поведения ребенка [4]. Кроме того, дети, находящиеся под опекой родителей, оказываются неподготовленными к самостоятельности как учебной, так и бытовой [2, 8, 11, 12]. Таким образом, изучение формирования регуляторных систем организма учащихся кадетского корпуса является весьма актуальным.

Чувствительным индикатором изменений внутренней среды организма является сердечно-сосудистая система. Регуляция деятельности сердца (ДС) является многоконтурной многоуровневой системой, направленной на поддержание оптимального уровня функцио-

нирования [3]. Воздействие сверхпороговых раздражителей внутренней и внешней среды вызывает мобилизацию резервов, приводя организм в состояние повышенной готовности [1, 6, 13, 20, 25]. Сложное взаимодействие симпатического и парасимпатического отделов ВНС, основанное на акцентированном антагонизме, представляет определенный интерес в физиологии адаптации.

Для оценки функциональных резервов и особенностей регуляции ДС в настоящее время в физиологии и медицине используется методика оценки вариабельности сердечного ритма (ВСР) [7, 15, 18, 21–23, 26]. Особенно актуально применение этой методики среди детского населения, поскольку она не требует инвазивного вмешательства и довольно проста в реализации даже в условиях образовательной организации.

**Цель исследования:** изучение динамики формирования сердечного ритма кадетов казачьего корпуса за период обучения.

**Материалы и методы.** Исследование осуществлено в соответствии этическими стандартами, разработанными в соответствии с Хельсинкской декларацией Всемирной медицинской ассоциации «Этические принципы проведения научных медицинских исследований с участием человека» с поправками 2000 г. и с «Правилами клинической практики в Российской Федерации», утвержденными Приказом Минздрава РФ от 19.06.2003 № 266. В исследовании приняли участие 323 кадета, обучающихся в казачьем кадетском корпусе с 5-го (10–11 лет) по 11-й (16–17 лет) класс.

Все поступившие относились к 1-й и 2-й группе здоровья.

Особенностью образовательного процесса казачьего кадетского корпуса является круглосуточное пребывание на территории образовательного учреждения. Одним из основных направлений образовательного процесса является физическая подготовка. Режим дня кадетов включает ранний подъем, утреннюю оздоровительную зарядку, построение, строевую подготовку на плацу и занятия по общеобразовательной программе. Послеобеденное время отведено для самоподготовки и развития военно-прикладных навыков. Группа исследуемых детей посещала по расписанию уроки физической культуры 3 раза в неделю. Кроме того, кадеты посещали спортивные секции по следующим направлениям, представленным в табл. 1.

Для проведения исследования ВСР использовали аппаратно-программный комплекс «Здоровье-экспресс» по ТУ 9442-003-17635079-2009: исполнение 2 – «Здоровье-Экспресс-2» с комплектом компьютеризированных приборов для оценки уровня психофизиологического состояния, параметров физического развития и регистрации электрокардиограммы («Медицинские Компьютерные Системы», г. Зеленоград, Московская область).

При оценке использовали стандартные показатели вариабельности сердечного ритма. В качестве группирующих критериев была использована классификация типов регуляции сердечного ритма Н.И. Шлык (2003) по градации показателей SI и VLF.

Таблица 1  
Table 1

Занятия в спортивных секциях (час/неделю)  
Sports classes (hours per week)

Направление / Class	5-й класс 5 <sup>th</sup> grade	6-й класс 6 <sup>th</sup> grade	7-й класс 7 <sup>th</sup> grade	8-й класс 8 <sup>th</sup> grade
Фланкировка / Flanking	1	–	–	2
Начальная военная подготовка Elementary military training	2	2	1	2
Стрелковая подготовка / Weapon training	1	1	–	–
Боевая показательная подготовка Military ceremonial training	1	3	6	5
Верховая езда / Horse riding	–	–	1	2
Хореография / Choreography	3	3	2	2
Волейбол / Volleyball	1	2	2	3
Футбол / Football	1	1	1	2
Служба (дежурство) / Military service (duty)	1	1	1	1
Итого / Total	11	13	14	19

Исследуемые были разделены на 4 группы:

1-я группа – с умеренным преобладанием центральной регуляции (ЦР) сердечного ритма (SI (усл. ед.) > 100; VLF (мс<sup>2</sup>) > 240);

2-я группа – с выраженным преобладанием ЦР сердечного ритма (SI (усл. ед.) > 100; VLF (мс<sup>2</sup>) < 240);

3-я группа – с умеренным преобладанием автономной регуляции (далее – АР) сердечного ритма (SI (усл. ед.) 25–100; VLF (мс<sup>2</sup>) > 240);

4-я группа – с выраженным преобладанием АР сердечного ритма (SI (усл. ед.) < 25; VLF (мс<sup>2</sup>) > 500, TP > 8000–10000).

Статистическая обработка результатов исследования проводилась при помощи компьютерных программ Microsoft Excel 2010 (Microsoft, США), Statistica 12 (Software, США). Для оценки различий между группами применялся t-критерий Вилкоксона и дисперсионный анализ (ANOVA). Пороговое значение достигнутого уровня значимости  $p$  было принято равным 0,05.

**Результаты и обсуждение.** Распределение учащихся по типам регуляции продемонстрировало, что преобладающее большинство кадетов на протяжении обучения относятся к 3-й группе, что указывает на оптимальное состояние регуляторных систем организма. Увеличение количества детей, относящихся к первой группе, указывает на рост напряжения регуляторных механизмов, что максимально наблюдается в 7-м классе (до 11,9 %). Однако снижение числа кадетов этой группы к концу обучения (на 6,8 % по сравнению с 7-м классом и на 1,9 % – с началом обучения) указывает на успешное восстановление адаптационных резервов. Рост количества детей с преобладанием центральных механизмов регуляции, приходящийся на 7-й класс, объясним периодом пубертатного возраста.

Процент детей, относящихся ко второй группе, достоверно не меняется от начала к концу обучения ( $p = 0,4$ ).

Необходимо отметить достоверный ( $p = 0,03$ ) рост числа детей с выраженным преобладанием автономных механизмов регуляции (4-я группа). По мнению Н.И. Шлык (2003), такой тип регуляции может носить физиологический характер среди спортсменов высокого класса, отражая их высокий уровень тренированности. В данном случае уровень занятий и количество часов в неделю, затрачиваемых на тренировки, не позволяет отнести кадетов к уровню профессиональных спортсменов. Таким образом, переход кадетов в 4-ю группу отражает состояние переутомления и перетренированности.

Распределение учащихся по типам регуляции представлено в табл. 2.

Анализ динамики вегетативного баланса продемонстрировал изменения регуляторных систем СР в зависимости от возраста испытуемых в течение исследования. В табл. 3 отражена динамика показателей ВСР в течение всего периода наблюдений.

Как видно, показатель частоты сердечных сокращений к концу обследования достоверно снизился во всех четырех группах, что является не только возрастной особенностью растущего организма, но и в условиях повышенной физической нагрузки показателем успешной адаптированности сердечно-сосудистой системы.

При изучении показателя MxDMn отмечено его снижение во второй возрастной группе (13–15 лет) при всех типах регуляции, напротив, показатель АМо при этом повышается, демонстрируя рост преобладания активности симпатического звена ВНС.

Таблица 2  
Table 2

Распределение кадетов по группам в соответствии с преобладающим типом регуляции, %  
Distribution of cadets into groups according to the type of regulation, %

Тип регуляции Type	5-й класс 5 <sup>th</sup> grade	6-й класс 6 <sup>th</sup> grade	7-й класс 7 <sup>th</sup> grade	8-й класс 8 <sup>th</sup> grade	9-й класс 9 <sup>th</sup> grade	10-й класс 10 <sup>th</sup> grade	11-й класс 11 <sup>th</sup> grade
1-я группа 1 group	7,0	8,7	11,9	5,4	4,6	2,2	5,1
2-я группа 2 group	22,0	22,3	22,8	24,1	28,4	12,4	19,2
3-я группа 3 group	69,0	62,2	59,9	63,4	60,5	73,0	65,4
4-я группа 4 group	2,0	6,8	5,4	7,1	6,4	12,3	10,3

Таблица 3  
Table 3Динамика вегетативного баланса в разных возрастных группах (Me (Q<sub>1</sub>;Q<sub>2</sub>))  
Dynamics of vegetative balance in different age groups (Me (Q<sub>1</sub>;Q<sub>2</sub>))

Показатель Parameter	Возраст / тип регуляции / Age / Type		
	10–12 лет 10–12 years old	13–15 лет 13–15 years old	16–17 лет 16–17 years old
	1-я группа / 1 group		
Ps, уд./мин / bpm	92 (82; 95)	82 (78; 88)	81 (79; 88)*
RMSSD, мс / ms	31,9 (27,5; 35,3)	32,3 (27,2; 36,8)	28,9 (26,9; 32,5)
AMo, %	43,7 (41,6; 50,1)	45,7 (41,1; 57,9)	43,8 (43,1; 44,6)
TP, мс <sup>2</sup> / ms <sup>2</sup>	1873,1 (1283,5; 2545,2)	1754,2 (834,0; 2196,5)	1195,4 (1107,1; 1765,7)
LF, %	48,9 (33,5; 53,3)	51,7 (39,8; 58,4)	50,5 (35,2; 53,1)*
VLF, %	24,7 (20,7; 34,4)	27,1 (16,8; 34,7)	29,2 (26,3; 40,7)*
HF, %	25,1 (18,7; 33,9)	20,9 (7,4; 29,6)	20,1 (9,4; 24,1)
LF/HF, усл. ед. / с. у.	2,0 (1,2; 2,6)	2,1 (2,0; 2,7)	2,7 (1,5; 5,2)*
IC	2,9 (2,0; 4,0)	2,2 (1,5; 2,6)	3,4 (2,3; 4,5)*
SI	129,2 (111,8; 159,2)	130,0 (104,1; 174,0)	129,5 (108,0; 144,1)
	2-я группа / 2 group		
Ps, уд./мин / bpm	86 (80; 91)	83 (75; 91)	82 (75; 91)*
RMSSD, мс / ms	33,6 (25,3; 38,4)	39,3 (25,2; 45,7)	33,3 (24,9; 40,2)
AMo, %	48,9 (44,4; 56,4)	44,1 (39,8; 53,9)	48,6 (45,1; 52,6)
TP, мс <sup>2</sup> / ms <sup>2</sup>	1028,9 (679,1; 1375,6)	1243,7 (737,1; 1929,8)	1099,3 (955,5; 1459,7)
LF, %	39,3 (30,6; 57,8)	41,4 (31,4; 48,7)	50,9 (33,6; 57,2)*
VLF, %	12,8 (8,7; 17,5)	12,3 (7,5; 17,6)	13,9 (9,5; 18,5)
HF, %	42,9 (30,6; 57,8)	46,3 (33,4; 55,6)	31,9 (28,6; 50,1)*
LF/HF, усл. ед. / с. у.	0,9 (0,5; 1,7)	0,9 (0,6; 1,6)	1,4 (0,7; 2,1)*
IC	1,3 (0,7; 2,3)	1,2 (0,8; 2,0)	2,2 (1,0; 2,5)*
SI	144,4 (118,0; 203,4)	130,4 (59,5; 202,8)	149,4 (11,4; 184,5)
	3-я группа / 3 group		
Ps, уд./мин / bpm	77 (73; 82)	75 (69; 80)	69 (63; 74)*
RMSSD, мс / ms	66,3 (54,7; 80,5)	55,5 (42,2; 73,3)	57,1 (43,9; 76,8)
AMo, %	32,4 (27,5; 38,2)	34,3 (28,2; 41,9)	34,5 (27,8; 39,2)*
TP, мс <sup>2</sup> / ms <sup>2</sup>	3980,5 (2773,1; 6275,6)	3433,4 (1773,8; 5660,2)	941 (552,6; 1715,5)
LF, %	37,7 (26,0; 46,6)	40,3 (31,0; 50,6)	41,5 (30,4; 54,0)*
VLF, %	14,5 (8,2; 22,9)	16,5 (10,8; 26,4)	17,6 (11,6; 29,1)
HF, %	45,3 (31,1; 59,0)	36,9 (34,4; 50,4)	33,6 (24,2; 48,9)*
LF/HF, усл. ед. / с. у.	0,9 (0,5; 1,5)	1,2 (0,7; 2,1)	1,2 (0,7; 2,3)*
IC	1,2 (0,7; 2,2)	1,7 (1,0; 3,1)	1,9 (1,1; 3,1)
SI	59,0 (43,1; 77,2)	62,1 (41,9; 89,5)	54,2 (36,8; 75,0)
	4-я группа / 4 group		
Ps, уд./мин / bpm	68 (64; 69)	62 (59; 67)	61 (55; 64)*
RMSSD, мс / ms	118,5 (97,7; 124,3)	113,0 (101,9; 154,5)	131,5 (112,0; 150,0)*
AMo, %	19,5 (19,0; 22,2)	17,9 (16,8; 20,1)	19,0 (18,0; 22,0)
TP, мс <sup>2</sup> / ms <sup>2</sup>	16997,1 (8058,2; 23940,9)	13216,2 (10231,5; 27872,4)	13829,2 (10733,6; 20888,0)
LF, %	14,4 (8,8; 15,3)	19,7 (19,2; 23,6)	21,0 (19,5; 22,0)*
VLF, %	12,1 (8,6; 18,5)	26,8 (10,8; 29,5)	15,7 (12,5; 28,8)*
HF, %	75,4 (68,5; 78,3)	75,4 (68,4; 76,7)	71,0 (64,4; 72,5)*
LF/HF, усл. ед. / с. у.	0,5 (0,4; 0,8)	0,6 (0,4; 0,9)	0,7 (0,5; 0,8)*
IC	2,9 (1,6; 7,0)	1,8 (1,1; 3,4)	2,2 (1,2; 7,1)*
SI	22,1 (19,8; 23,4)	18,1 (15,9; 20,3)	20,4 (15,9; 23,3)

Примечание: \* – р изменения достоверны при сравнении 1-й и 3-й возрастных групп.

Note: \* – p changes are significant when comparing groups 1 and 3.

Исследование спектрального анализа ритма сердца выявило достоверный рост относительного показателя низкочастотного компонента (LF) на протяжении обучения по всем группам, что указывает на неспецифическую регуляцию при участии вазомоторного центра. Однако, как отмечает Н.И. Шлык, рост низкочастотного компонента наблюдается при спортивной нагрузке. Динамика VLF отражает повышение относительного уровня показателя с возрастом. В первой группе отмечается рост относительного показателя VLF на 4,5 % ( $p = 0,03$ ) за период обучения, во второй группе – на 1,1 % ( $p = 0,09$ ), в третьей – на 3,1 % ( $p = 0,04$ ), в четвертой группе – на 3,6 % ( $p = 0,04$ ). Спектральный показатель активности симпатического звена ВНС – высокочастотный компонент (HF) коррелирует с изменениями низкочастотного компонента.

Соотношение спектральных составляющих LF/HF сердечного ритма выявило преобладание симпатической активности с возрастом. Достоверного роста показателя SI в период обучения во всех четырех группах выявлено не было ( $p = 0,06$ ,  $p = 0,09$ ,  $p = 0,08$ ,  $p = 0,1$ ), однако в 1-й и 2-й группах отмечаются показатели, превышающие норму, в 4-й группе – ниже нормы. Снижение показателя SI в 4-й группе демонстрирует перетренированность, что совместно с увеличением процента детей, относящихся к этой группе, свидетельствует о неадекватности физической нагрузки в кадетском корпусе. Необходимо отметить, что увеличение доли VLF в спектральной характеристике ритма сердца среди кадетов также подтверждает рост напряжения регуляторных механизмов. При этом большая роль в этом отводится психоэмоциональному состоянию подростков [10, 15].

**Заключение.** В результате проведенного исследования выявлен ряд общих и специфических закономерностей регуляции сердечного ритма для каждой возрастной группы в период обучения в условиях казачьего кадетского корпуса. Для всех исследованных групп в той или иной степени характерно напряжение регуляторных механизмов сердца в процессе обучения. Адаптация к новым условиям совпадает с переходом ребенка в период пубертатного возраста, чем и объясняется резкое напряжение регуляторных систем. Наименее остро на это реагируют подростки с умеренным преобладанием парасимпатического влияния. Также отмечаются стабильные пока-

затели среди кадетов с умеренным преобладанием центральных механизмов регуляции. Опасения в состоянии регуляторных систем вызывают дети, относящиеся к 4-му типу регуляции, где наблюдаются наиболее значительные сдвиги регуляторных механизмов. Кроме того, психоэмоциональный фон, создающийся в условиях кадетского корпуса, усугубляет процессы адаптации подростков. Неадекватность физических нагрузок, эмоциональное состояние на фоне выраженного преобладания парасимпатических влияний на ритм сердца способствуют срыву адаптационных механизмов, что впоследствии приведет к развитию соматических заболеваний.

Учет этих показателей на момент приема детей в учебное заведение снизит риск развития подобных состояний. Контроль показателей сердечного ритма в процессе обучения с целью корректировки физической нагрузки также положительно отразится на состоянии адаптационных резервов учащихся. Необходимо отметить значение изучения психологического состояния и эмоционального фона в перспективе для оптимизации условий обучения.

### Литература

1. Антонова, А.А. *Отдых и оздоровление детей и подростков в летних оздоровительных учреждениях астраханской области* / А.А. Антонова, В.Г. Сердюков // *Современные проблемы развития фундаментальных и прикладных наук: материалы III междунар. науч.-практ. конф.* – Прага, 2016. – С. 11–16.
2. Боброва, Г.В. *Значимость занятий спортом в военном самоопределении кадет* / Г.В. Боброва // *Ученые записки ун-та им. П.Ф. Лесгафта.* – 2017. – Т. 6, № 148. – С. 29–36.
3. Буй, М.З. *Возможности методики вариабельности сердечного ритма* / М.З. Буй, Е.О. Таратухин // *Рос. кардиол. журнал.* – 2011. – № 6. – С. 69–75.
4. Власова, Н.В. *Особенности социально-психологической адаптации кадетов-пятиклассников к условиям обучения в кадетской школе-интернате* / Н.В. Власова // *Изв. Саратов. ун-та. Новая серия. Серия Философия. Психология. Педагогика.* – 2015. – № 15 (1). – С. 88–94.
5. Горелик, В.В. *Новая физкультура в школе: коррекционно-оздоровительное использование физиологических показателей*

- учащихся как маркеров нарушений физического развития и здоровья / В.В. Горелик, С.Н. Филиппова // *Человек. Спорт. Медицина.* – 2019. – Т. 19, № 1. – С. 42–49.
6. Динамика показателей variability сердечного ритма при умственной нагрузке у испытуемых различных возрастных групп / А.А. Туманян, Н.Э. Тадевосян, А.С. Хачунц, И.Г. Тадевосян // *Biological Communications.* – 2015. – № 3. – С. 87–94.
7. Комиссарова, О.А. Возможности применения метода variability ритма сердца у детей / О.А. Комиссарова, Н.С. Черкасов // *Астрахан. мед. журнал.* – 2011. – № 6 (4). – С. 19–23.
8. Михайлова, Л.А. Variability сердечного ритма у юношей-подростков с различным типом вегетативной реактивности / Л.А. Михайлова // *Педиатрия. Журнал им. Г.Н. Сперанского.* – 2015. – № 94 (2). – С. 27–30.
9. Монастырский, В.А. Адаптация учащихся к жизнедеятельности кадетского корпуса / В.А. Монастырский, Н.Ю. Милованова // *Гаудеамус.* – 2006. – Т. 1, № 9. – С. 122–127.
10. Половникова, А.А. Оценка функционального состояния организма подростков-правонарушителей с различной формой воздействия за совершенные преступления / А.А. Половникова, С.Б. Пономарев // *Саратов. науч.-мед. журнал.* – 2010. – Т. 6, № 4. – С. 821–824.
11. Сетко, А.Г., Социально-психологическая адаптация детей и подростков как критерий риска воздействия факторов внутришкольной среды / А.Г. Сетко, Е.А. Терехова, А.В. Тюрин // *Здоровье населения и среда обитания.* – 2018. – № 9 (306). – С. 39–42.
12. Синельников, И.Ю. Состояние здоровья российских школьников: факторы влияния, риски, перспективы / И.Ю. Синельников // *Наука и школа.* – 2016. – № 3. – С. 70–83.
13. Состояние здоровья школьников 6–15 лет по данным г. Астрахани / И.С. Елизарова, А.А. Антонова, В.Г. Сердюков и др. // *Естеств. и техн. науки.* – 2011. – № 1 (51). – С. 96–98.
14. Типологические особенности variability сердечного ритма у школьников 7–11 лет в покое и при занятиях спортом / Е.Н. Сапожникова, Н.И. Шлык, И.И. Шумихина, Т.Г. Кириллова // *Вестник Удмурт. ун-та. Серия «Биология. Науки о Земле».* – 2012. – № 2. – С. 79–88.
15. Хаспекова, Н.Б. Анализ variability сти сердечного ритма в неврологии / Н.Б. Хаспекова, А.М. Вейн // *Компьютерная электрокардиография на рубеже столетий: Тез. докл. междунар. симпоз.* – М., 1999. – С. 131–133.
16. Холматов, Д.Н. Колебания сердечного ритма у школьников с различным типом вегетативной реактивности / Д.Н. Холматов, Б.К. Тагаев, Г.Ш. Солиева // *Re-health journal.* – 2019. – № 1. – С. 62–70.
17. Цатурян, Л.Д. Межсистемный подход в оценке адаптационных механизмов организма подростков / Л.Д. Цатурян, Р.Х. Кувандыкова // *Наука. Инновации. Технологии.* – 2015. – № 4. – С. 203–214.
18. Цатурян, Л.Д. Показатели variability сердечного ритма как прогностический критерий в оценке функционального состояния сердечно-сосудистой системы у подростков ставропольского края / Л.Д. Цатурян, Р.Х. Кувандыкова // *Приклад. информ. аспекты медицины.* – 2015. – Т. 18, № 1. – С. 205–211.
19. Шлык, Н.И. Сердечный ритм и тип регуляции у детей, подростков и спортсменов / Н.И. Шлык. – Ижевск, 2009. – 259 с.
20. Шлык, Н.И. Экспресс-оценка функциональной готовности организма спортсменов к тренировочной и соревновательной деятельности (по данным анализа variability сердечного ритма) / Н.И. Шлык // *Наука и спорт: современные тенденции.* – 2015. – Т. 9, № 4. – С. 5–15.
21. Щербаков, Н.С. Анализ variability сти сердечного ритма при функциональной нагрузке и состоянии покоя / Н.С. Щербаков // *Мед.-фармацевт. журнал «Пульс».* – 2011. – Т. 13, № 4. – С. 432.
22. Associations of physical activity, sedentary time, and cardiorespiratory fitness with heart rate variability in 6 to 9-year-old children: the PANIC study / A. Veijalainen, E.A. Haapala, J. Väistö et al. // *European Journal of Applied Physiology.* – 2019. – Vol. 119 (11–12). – P. 2487–2498. DOI: 10.1007/s00421-019-04231-5
23. Frailty and impaired cardiac autonomic control: new insights from principal components aggregation of traditional heart rate variability indices / R. Varadhan, P.H. Chaves, L.A. Lipsitz et al. // *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* – 2009. – Vol. 64 (6). – P. 682–687. DOI: 10.1093/gerona/glp013
24. Short-term heart rate variability in a population-based sample of 10-year-old children / D.C. Jarrin, J.J. McGrath, P. Poirier et al. //

*Pediatr Cardiol.* – 2015. – Vol. 36 (1). – P. 41–48.  
DOI: 10.1007/s00246-014-0962-y

25. Silveti, M.S. Heart rate variability in healthy children and adolescents is partially related to age and gender / M.S. Silveti, F. Drago, P. Ragonese // *Int J Cardiol.* – 2001. – № 81 (2–3). –

P. 169–174. DOI: 10.1016/s0167-5273(01)00537-x  
26. Weiner, O.M. Test-Retest Reliability of Pediatric Heart Rate Variability: A Meta-Analysis / O.M. Weiner, J.J. McGrath // *Journal of psychophysiology.* – 2017. – Vol. 31 (1). – P. 6–28.  
DOI: 10.1027/0269-8803/a000161

**Яманова Галина Александровна**, ассистент кафедры общей гигиены, Астраханский государственный медицинский университет. 414000, г. Астрахань, ул. Бакинская, 121. E-mail: galina\_262@mail.ru, ORCID: 0000-0003-2362-8979.

*Поступила в редакцию 5 ноября 2020 г.*

DOI: 10.14529/hsm210108

## THE TYPE OF HEART RATE REGULATION AS A CRITERION FOR ADAPTATION TO LEARNING CONDITIONS

**G.A. Yamanova**, galina\_262@mail.ru, ORCID: 0000-0003-2362-8979  
*Astrakhan State Medical University, Astrakhan, Russian Federation*

**Aim.** The paper aims to find the dynamics of heart rate in cadets of the Cossack corps during the training period. **Materials and methods.** A dynamic study of 323 cadets from 5th (10–11 years) to 11th (16–17 years) grade was conducted. The examination of children was performed annually with the help of the Health-Express hardware and software complex (TC 9442-003-17635079-2009: version 2 – Health – Express-2 with a set of computerized devices for assessing psychophysiological condition and physical development and ECG recording, Medical Computer Systems, Zelenograd, Moscow region). **Results.** This research demonstrated changes in heart rate variability indicating alterations in vegetative balance towards the predominance of sympathetic activity in the learning process. The vast majority of cadets belong to the group with a moderate predominance of autonomic heart rate regulation. There is an increase in the number of children with a moderate predominance of central mechanisms of regulation. At the same time, heart rate variability, as well as spectral characteristics, are the most stable in these two groups. The increase in the number of children, as well as the negative dynamics of the main indicators of heart rate regulation among children with a pronounced predominance of autonomic regulation, indicates overtraining and inadequate physical activity. **Conclusion.** The use of the data obtained for admission to educational institutions will reduce the risk of malfunctioning in adaptive mechanisms. Monitoring heart rate in order to adjust physical activity will also have a positive effect on the students' adaptive reserves.

**Keywords:** children, cadets, adaptation, heart rate regulation.

### References

1. Antonova A.A., Serdyukov V.G. [Recreation and Health Improvement of Children and Adolescents in Summer Health Institutions of the Astrakhan Region]. *Sovremennye problemy razvitiya fundamental'nykh i prikladnykh nauk: materialy III mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii v sbornike* [Modern Problems of Development of Fundamental and Applied Sciences: Materials of the III International Scientific and Practical Conference in the Collection], 2016, pp. 11–16. (in Russ.)
2. Bobrova G.V. [Significance of Sports in Military Self-Determination Cadet]. *Uchenye zapiski universiteta im. P.F. Lesgafta* [Scientific notes of the University P.F. Lesgafta], 2017, vol. 6, no. 148, pp. 29–36. (in Russ.)
3. Bui M.Z., Taratukhin E.O. [Possibilities of Heart Rate Variability Methodology]. *Rossiyskiy kardiologicheskiy zhurnal* [Russian Cardiological Journal], 2011, no. 6, pp. 69–75. (in Russ.)

4. Vlasova N.V. [Features of Socio-Psychological Adaptation of Fifth-Grade Cadets to the Conditions of Training in a Cadet Boarding School]. *Izvestiya Saratovskogo universiteta. Novaya seriya. Seriya Filosofiya. Psikhologiya. Pedagogika*. [News Saratov University. New Series. The Series of Philosophy. Psychology. Pedagogy], 2015, no. 15(1), pp. 88–94. (in Russ.) DOI: 10.18500/1819-7671-2015-15-1-88-94
5. Gorelik V.V., Filippova S.N. New Physical Culture in School. Correctional and Health-Improving Use of Physiological Indicators of Students as Markers of Physical Development and Health Disorders. *Human. Sport. Medicine*, 2019, no. 19 (1), pp. 42–49. (in Russ.) DOI: 10.14529/hsm190106
6. Tumanyan A.A., Tadevosyan N.E., Khachunts A.S., Tadevosyan I.G. Dynamics of Indicators of Heart Rate Variability Under Mental Load in Subjects of Different Age Groups. *Biological Communications*, 2015, no. 3, pp. 87–94. (in Russ.) DOI: 10.21638/spbu03.2015.308
7. Komissarova O.A., Cherkasov N.S. [Possibilities of Applying the Method of Heart Rate Variability in Children]. *Astrakhanskiy meditsinskiy zhurnal* [Astrakhan Medical Journal], 2011, no. 6 (4), pp. 19–23. (in Russ.)
8. Mikhailova L.A. [Variability of Heart Rate in Adolescent Boys with Different Types of Vegetative Reactivity]. *Pediatrics. Zhurnal im. G.N. Speranskogo* [Pediatrics. Journal named after G.N. Speransky], 2015, no. 94(2), pp. 27–30. (in Russ.)
9. Monastyrsky V.A., Milovanova N.Yu. [Adaptation of Students to the Life of the Cadet Corps]. *Gaudeamus* [Gaudeamus], 2006, vol. 1, no. 9, pp. 122–127. (in Russ.)
10. Polovnikova A.A., Ponomarev S.B. [Assessment of the Functional State of the Organism of Adolescent Offenders with Various Forms of Exposure for Committed Crimes]. *Saratovskiy nauchno-meditsinskiy zhurnal* [Saratov Scientific Medical Journal], 2010, vol. 6, no. 4, pp. 821–824. (in Russ.)
11. Setko A.G., Terekhova E.A., Tyurin A.V. [Sociopsychological Adaptation of Children and Adolescents as a Risk Criterion for the Impact of Factors in the School Environment]. *Zdorov'e naseleeniya i sreda obitaniya* [Health of the Population and the Environment], 2018, no. 9 (306), pp. 39–42. (in Russ.) DOI: 10.35627/2219-5238/2018-306-9-39-42
12. Sinelnikov I.Yu. [The State of Health of Russian Schoolchildren. Factors of Influence, Risks, Prospects]. *Nauka i shkola* [Science and School], 2016, no. 3, pp. 70–83. (in Russ.)
13. Elizarova I.S., Antonova A.A., Serdyukov V.G. et al. [The State of Health of Schoolchildren 6–15 Years Old According to the Data of the City of Astrakhan]. *Estestvennyye i tekhnicheskiye nauki* [Natural and Technical Sciences], 2011, no. 1 (51), pp. 96–98. (in Russ.)
14. Sapozhnikova E.N., Shlyk N.I., Shumikhina I.I., Kirillova T.G. [Typological Features of Heart Rate Variability in School Children Aged 7–11 Years at Rest and During Sports]. *Vestnik Udmurtskogo universiteta. Seriya "Biologiya. Nauki o Zemle"* [Bulletin of the Udmurt University. Series. Biology. Earth Science], 2012, no. 2, pp. 79–88. (in Russ.)
15. Khaspekova N.B., Veyn A.M. [Analysis of Heart Rate Variability in Neurology]. *Komp'yuternaya elektrokardiografiya na rubezhe stoletiy: tezisy докладов Mezhdunarodnogo simpoziuma* [Computer Electrocardiography at the Turn of the Century. Abstracts of the International Symposium], 1999, pp. 131–133. (in Russ.)
16. Kholmatov D.N., Tagaev B.K., Solieva G.Sh. Heart Rate Fluctuations in Schoolchildren with Different Types of Vegetative Reactivity. *Re-health Journal*, 2019, no. 1, pp. 62–70. (in Russ.)
17. Tsaturyan L.D., Kuandykova R.H. [Cross-System Approach to the Assessment of Adaptive Mechanisms of Teenagers' Organisms]. *Nauka. Innovatsii. Tekhnologii* [Science. Innovations. Technologies], 2015, no. 4, pp. 203–214. (in Russ.)
18. Tsaturyan L.D., Kuvandykova R.H. [Indicators of Heart Rate Variability as a Predictive Criterion in Assessing the Functional State of the Cardiovascular System in Adolescents of the Stavropol Territory]. *Prikladnye informatsionnye aspekty meditsiny* [Applied Information Aspects of Medicine], 2015, vol. 18, no. 1, pp. 205–211. (in Russ.)
19. Shlyk N.I. *Serdechnyy ritm i tip regulyatsii u detey, podrostkov i sportsmenov* [Heart Rate and Type of Regulation in Children, Adolescents and Athletes]. Izhevsk, 2009. 259 p.
20. Shlyk N.I. [Express Assessment of the Functional Readiness of the Athletes' Body for Training and Competitive Activities (According to the Analysis of Heart Rate Variability)]. *Nauka i sport: sovremennye tendentsii* [Science and Sport. Modern Trends], 2015, vol. 9, no. 4, pp. 5–15. (in Russ.)



21. Shcherbakov N.S. [Analysis of Heart Rate Variability in Functional Load and Rest]. *Mediko-farmatsevticheskiy zhurnal "Pul's"* [Medical and Pharmaceutical Journal Pulse], 2011, vol. 13, no. 4, 432 p. (in Russ.)
22. Veijalainen A., Haapala E.A., Väistö J. et al. Associations of Physical Activity, Sedentary Time, and Cardiorespiratory Fitness with Heart Rate Variability in 6- to 9-year-old Children: the PANIC Study. *European Journal of Applied Physiology*, 2019, vol. 119 (11–12), pp. 2487–2498. DOI: 10.1007/s00421-019-04231-5
23. Varadhan R., Chaves P.H., Lipsitz L.A. et al. Frailty and Impaired Cardiac Autonomic Control: New Insights from Principal Components Aggregation of Traditional Heart Rate Variability Indices. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.*, 2009, vol. 64 (6), pp. 682–687. DOI: 10.1093/gerona/qlp013
24. Jarrin D.C., McGrath J.J., Poirier P. et al. Short-Term Heart Rate Variability in a Population-Based Sample of 10-year-old Children. *Pediatr Cardiol.*, 2015, vol. 36 (1), pp. 41–48. DOI: 10.1007/s00246-014-0962-y
25. Silvetti M.S., Drago F., Ragonese P. Heart Rate Variability in Healthy Children and Adolescents is Partially Related to Age and Gender. *Int J Cardiol.*, 2001, no. 81 (2–3), pp. 169–174. DOI: 10.1016/s0167-5273(01)00537-x
26. Weiner O.M., McGrath J.J. Test-Retest Reliability of Pediatric Heart Rate Variability: A Meta-Analysis. *Journal of Psychophysiology*, 2017, vol. 31 (1), pp. 6–28. DOI: 10.1027/0269-8803/a000161

*Received 5 November 2020*

---

### ОБРАЗЕЦ ЦИТИРОВАНИЯ

Яманова, Г.А. Тип регуляции сердечного ритма как критерий адаптации к условиям обучения / Г.А. Яманова // Человек. Спорт. Медицина. – 2021. – Т. 21, № 1. – С. 62–70. DOI: 10.14529/hsm210108

### FOR CITATION

Yamanova G.A. The Type of Heart Rate Regulation as a Criterion for Adaptation to Learning Conditions. *Human. Sport. Medicine*, 2021, vol. 21, no. 1, pp. 62–70. (in Russ.) DOI: 10.14529/hsm210108