

**М. В. Зверева,
Ю. А. Матвеев,
Ж. Т. Исакова**

**Особенности variability
сердечного ритма обучающихся
в процессе их адаптации
к новым условиям учебной деятельности**

В статье приводятся материалы исследования оценки состояния адаптационных механизмов студентов-первокурсников, обучающихся на биологическом направлении, методом кардиоинтервалометрии с помощью аппарата «Варикард». В результате исследования было выявлено, что состояние адаптации оценивается как нормальное только у 17,9 % первокурсников, состояние 42,8 % исследуемых характеризуется функциональным напряжением, у 35,7 % из них отмечено перенапряжение, у 3,6 % — срыв адаптации.

Ключевые слова: variability сердечного ритма; адаптация; первокурсники.

Введение

Факт связи здоровья и способности организма к приспособлению при изменении условий среды в настоящее время является доказанным. При описании понятия здоровья в качестве одной из его основных характеристик используется требование хорошей адаптации (приспособляемости) организма к разным физическим и химическим параметрам среды [7, с. 26]. Здоровый организм хорошо себя чувствует и в жарком, и в холодном климате, при разном уровне атмосферного давления, легко приспосабливается к изменению рациона.

Ответственными за процессы адаптации в организме считаются нервная и сердечно-сосудистая системы, при этом нервная система участвует

в осуществлении адаптационных реакций через другие системы, в первую очередь сердечно-сосудистую. В связи с этим оценка адаптационных возможностей организма, по мнению специалистов, должна осуществляться на основе оценки деятельности сердечно-сосудистой системы, в частности такого функционального показателя, как частота сердечного ритма и его вариабельность [1, 2].

Уменьшение способности реагировать на нагрузки разной интенсивности переводит организм в состояние предболезни, которое называют донозологическим [1].

Известный физиолог Роман Маркович Баевский разработал метод математического анализа вариабельности сердечного ритма как способ оценки адаптационных возможностей организма и шкалу адаптации, названный позже «Светофором» (Р. М. Баевский, 1979). При избыточном напряжении и срыве приспособительных возможностей значительно ухудшается работоспособность и эффективность любой деятельности, в том числе и учебной, увеличивается возможность заболевания [5].

К сожалению, функциональные резервы здоровья и адаптационные возможности современных детей и юношества далеки от устойчивой нормы.

Отмечены более низкие физиометрические показатели школьников и студентов по сравнению с предыдущими поколениями [3].

Адаптационные возможности напрямую связаны с состоянием сердечно-сосудистой системы. В то же время многолетние исследования Научного центра здоровья детей РАМН показывают, что в структуре функциональных отклонений здоровья школьников среди пяти первых ранговых мест ведущее место занимают функциональные нарушения именно этой жизненно важной системы [6]. Функциональные нарушения в детском и подростковом возрасте закрепляются и сохраняются на следующих этапах развития. Зачастую вегетативную дисфункцию у лиц молодого возраста характеризует избыточная реактивность того или иного отдела вегетативной нервной системы [4]. Специалисты отмечают меньшие, чем ранее, возможности адаптации к нагрузкам у студентов, причем более выраженные в первые месяцы обучения и во время сессии [5].

Таким образом, важно оценить и понять, насколько влияют отмечаемые функциональные отклонения на адаптационные возможности обучающихся при переходе на другую ступень обучения.

Известно, что довольно тяжело протекает адаптация у первоклассников и менее исследованы особенности состояния адаптации первокурсников, только что перешедших из категории школьников в категорию студентов. Целью настоящего исследования явилась оценка состояния адаптации студентов-первокурсников.

Организация и методы исследования

Оценку состояния адаптационных механизмов с помощью кардиоинтервалометрии проводили у студентов 1-го курса биологического направления обучения (22 девушки и 6 юношей 17–18 лет) в течение октября 2019 года. Кардиоинтервалометрия, по Р. М. Баевскому, проводилась с помощью аппарата «Варикард». Исследование проводилось в середине дня, после 5-минутного отдыха.

В основе метода лежит измерение продолжительности R–R-интервалов электрокардиограммы, построение и последующий математический анализ динамических рядов кардиоинтервалов [1]. Алгоритм включает автокорреляционный, спектральный и другие виды анализа с результатами в виде статистических параметров. Эти параметры делят на временные и спектральные (оценивающие вклад волн различной частоты в общую вариабельность сердечного ритма). Также разработчики метода анализа ВСР вывели и предложили интегральные характеристики, определяющие общие характеристики состояния организма, степени напряжения регуляторных систем.

Результаты исследования и их обсуждение

Из всех показателей кардиоинтервалограммы мы выбрали в нашей работе следующие характеристики: интегральную характеристику ПАРС (показатель активности регулирующих систем), SDNN — параметр, характеризующий в целом вариабельность длительности интервалов RR (без экстрасистол) по стандартному отклонению, RMSSD — квадратный корень, извлеченный из суммы разностей последовательного ряда нормальных (без экстрасистол) кардиоинтервалов, стресс-индекс (SI), а также оценку частоты сердечных сокращений (пульс).

Результаты измерений выбранных параметров вариабельности сердечного ритма представлены в таблице 1.

Таблица 1

Параметры вариабельности сердечного ритма студентов-первокурсников

Показатель / Группа	Пульс, уд/мин	ПАРС (норма — 1–3), баллы	SDNN (норма — 40–80), мс	RMMSD (норма — 20–50), мс	Стресс-индекс (норма — 80–150), усл. ед.
Юноши (n = 6)	87,5 + 15,8	6,17 ± 1,5	66,7 ± 37	92,5 ± 42,3	201 ± 240
Девушки (n = 22)	81,8 ± 11,3	4,64 ± 1,5	85,8 ± 82	171,3 ± 210	139,6 ± 185
В целом по группе (n = 28)	82,5 ± 12,5	5,0 ± 1,6	81,7 ± 74	154,4 ± 188	152,9 ± 194,9

Исходя из данных представленной таблицы 1 мы видим, что средняя частота пульса студентов 1-го курса чуть выше нормы. Это соответствует опыту предыдущих исследований, где была отмечена тенденция к увеличению среди обучающихся первых курсов лиц с повышенной частотой сердцебиения. Для них также характерны более низкие результаты выполнения функциональных проб [3]. Поскольку эти данные важны для планирования и оптимизации нагрузок, необходимо определить не только средние величины частоты сердечных сокращений в исследуемых группах, но и группу со сниженными функциональными возможностями. На рисунке 1 представлено распределение студентов-первокурсников по отношению их пульса к норме. Показателей ниже нормальных среди исследованных не встретилось.

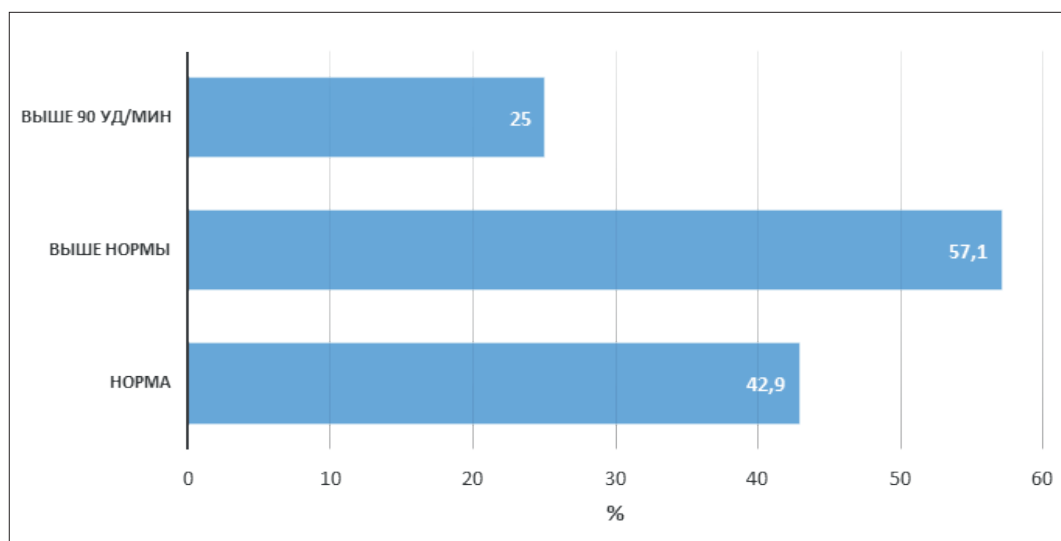


Рис. 1. Характеристика частоты сердечных сокращений первокурсников (в покое, %)

Таким образом, мы видим, что у 57,1 % обследованных частота пульса выше нормы, при этом у 25 % она имеет величины выше 90 уд/мин. У юношей этот признак встречался чаще, чем у девушек (у 59 % юношей и у 50 % девушек). При этом учащение частоты сердечных сокращений может быть вызвано многими причинами, в том числе повышением тонуса симпатического звена регуляции в связи с психоэмоциональными нагрузками, переутомлением.

Индекс напряжения регуляторных систем (SI) является как раз таким параметром, который отражает активность механизмов симпатической регуляции и значительно повышается при усилении тонуса симпатической нервной системы. При нагрузках различных модальностей данный параметр повышается в 1,5–2 и более раз. При серьезных заболеваниях сердечно-сосудистой системы этот параметр увеличивается до 1000 единиц и более.

Результаты нашего исследования показали, что среднее значение стресс-индекса в группе составило 152,9 условных единиц при норме от 80 до 150.

При этом разброс индивидуальных значений был очень велик. У девушек стресс-индекс в среднем был ниже, чем у юношей, хотя достоверных отличий между ними выявлено не было. Так же, как и в случае с оценкой частоты сердечных сокращений, важно изучить распределение этого показателя в группе обследованных по сравнению с нормой (см. рис. 2).

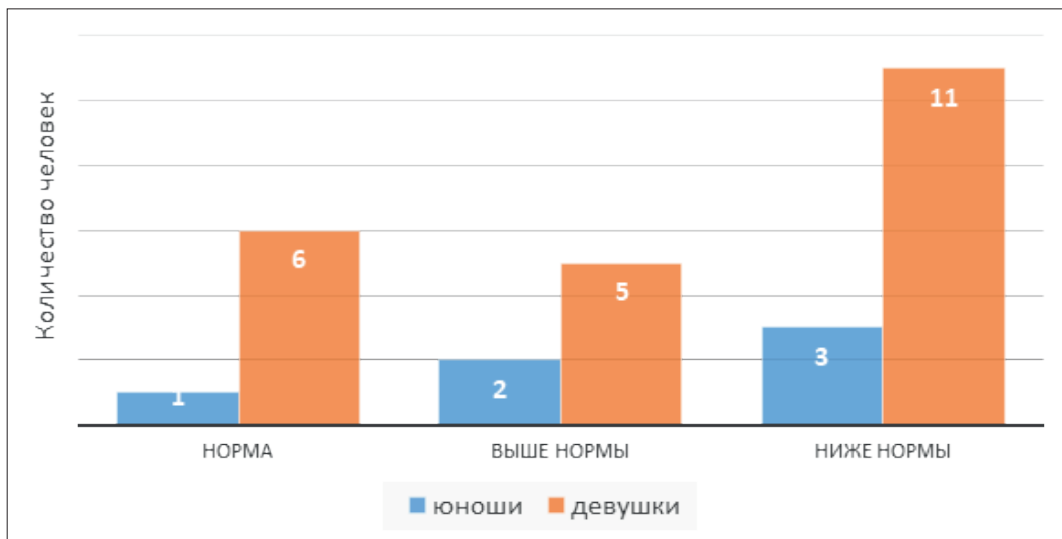


Рис. 2. Оценка стресс-индекса у первокурсников

Среди обследованных этот показатель был выше нормы только у трети первокурсников-юношей и 22,3 % девушек-первокурсниц. Ниже нормы он был у 11 девушек и 4 юношей. Таким образом, увеличение активности симпатического звена регуляции по данным стресс-индекса отмечено у меньшего количества обследованных учащихся, чем увеличение частоты сердечных сокращений.

Также был оценен SDNN — суммарный показатель вариабельности величин интервалов RR у обследованных студентов, который связан и с центральным, и с автономным контуром регуляции сердечной деятельности. Средние показатели в группе были близки к верхней границе нормы, у девушек они были незначительно выше нормы за счет нескольких высоких значений в группе. Среди обследованных у половины девушек регистрировались нормальные значения средних показателей, у 32 % они были выше нормы, у 18 % — ниже нормы. Большинство юношей имело нормальные или очень близкие к нормальным показатели, но у 33 % из них значения были ниже нормы. У обследованных со значением SDNN ниже нормы наблюдалось одновременное повышение стресс-индекса выше нормы.

Показатель RMSSD отражает активность парасимпатического звена регуляции. Согласно методике [2], его нормальные значения лежат в коридоре от 20 до 50 мс. Однако по данным некоторых других исследователей снижение

этого параметра ниже 50 мс при возникновении инфаркта является неблагоприятным фактором. Среднее значение RMSSD в обследованной группе составило 154,4 мс, причем среднее значение в группе девушек было почти в 2 раза выше, чем у юношей (171,3 против 92,5 мс). Значений RMSSD ниже нормы выявлено не было. Колебания значений данного показателя и у девушек, и у юношей очень велики, однако было выявлено, что очень высокие значения RMSSD (выше 300 мс) или достаточно низкие (ниже 40 мс) сочетаются с высокими значениями интегрального показателя ПАРС.

Распределение значений RMSSD в группе представлено на рисунке 3.

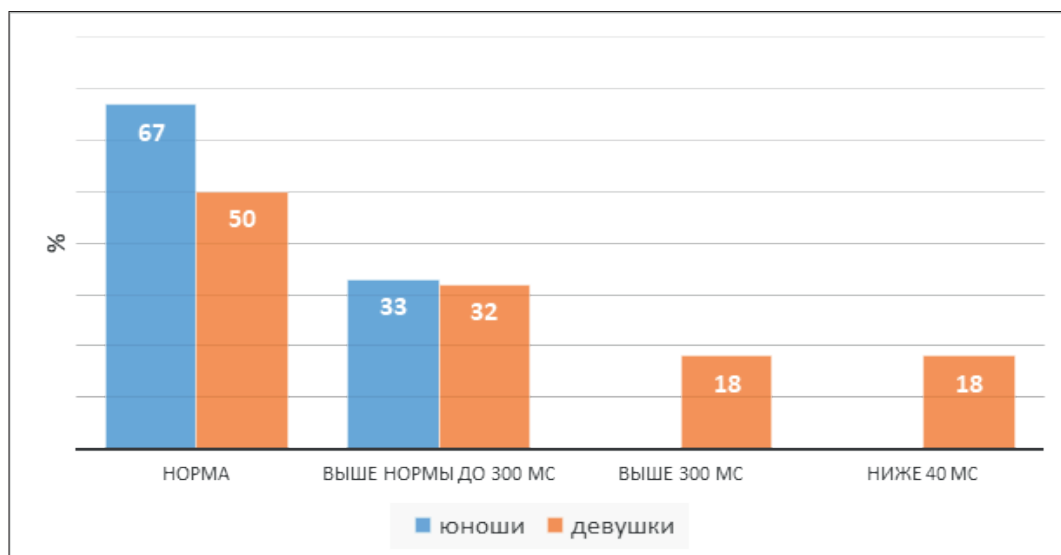


Рис. 3. Анализ активности парасимпатического звена регуляции сердечного ритма по распределению в группе показателя RMSSD (%)

Одним из самых важных показателей при анализе ВСР является ПАРС. Эта интегральная характеристика состояния адаптации и напряжения регуляторных систем вычисляется в баллах, присваиваемых в зависимости от величин основных временных и спектральных показателей кардиоинтервалограммы, степени их отклонения от нормы. Состояние адаптационных механизмов организма оценивалось следующим образом: значение, равное от 1 до 3 баллов, соответствовало состоянию нормы или удовлетворительной адаптации; от 4 до 5 баллов — состоянию функционального напряжения; величины в диапазоне 6–7 баллов означали неудовлетворительную адаптацию вплоть до перенапряжения; 8 и более до 10 баллов определяли состояние истощения (срыв адаптации).

Анализ полученных результатов выявил значительное превышение нормы по данному показателю в целом по группе первокурсников (см. табл. 1 и рис. 4). Только у 5 из 28 первокурсников (17,9 %) показатель активности регуляторных систем оказался в норме, у 42,8 % исследуемых отмечалось

функциональное напряжение, у 35,7 % — перенапряжение. У одного студента ПАРС был равен 8, что соответствует срыву адаптации.

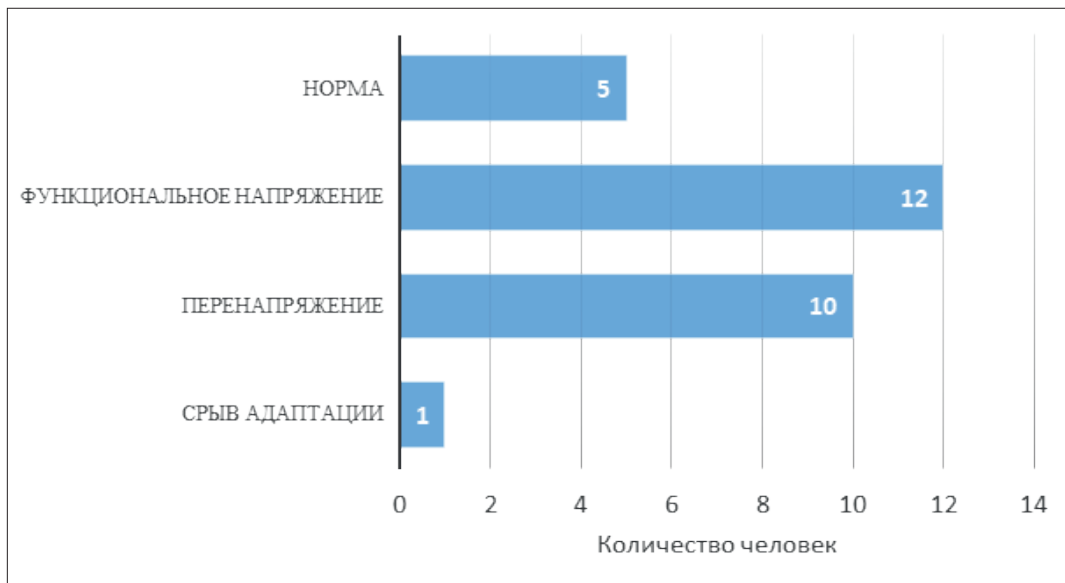


Рис. 4. Характеристика состояния адаптации студентов-первокурсников по показателю ПАРС

Среднее значение ПАРС в группе соответствует уровню функционального напряжения, незначительно превышая 5 баллов по шкале ПАРС. Однако, в особенности по данному показателю, необходимо индивидуально подходить к оценке результатов, ведь критические величины значительно влияют на функциональное состояние и работоспособность, риск заболеваний каждого студента. При оценке отдельно результатов юношей и девушек мы увидели более неблагоприятную тенденцию относительно показателей ПАРС у юношей. Так, у 50 % студентов-юношей наблюдается состояние перенапряжения, а у одного юноши значение ПАРС соответствует срыву адаптации (см. рис. 5). Конечно, выборка в данной группе небольшая, но тенденция требует дальнейшего изучения.

Среди девушек у 23 % обследованных выявлены нормальные значения ПАРС, у 45 % наблюдается функциональное напряжение, у 32 % — перенапряжение. Срывов адаптации у девушек выявлено не было (см. рис. 6).

Таким образом, мы видим, что процесс привыкания к новой учебной деятельности первокурсников в большинстве своем протекает с напряжением организма и его регуляторных систем. Степень напряжения различна, но приблизительно в половине случаев напряжение характеризуется как функциональное. Однако у значительного числа обследованных выявляется состояние перенапряжения. Это может быть связано с неподготовленностью организма обучающихся к увеличившейся нагрузке, уменьшению

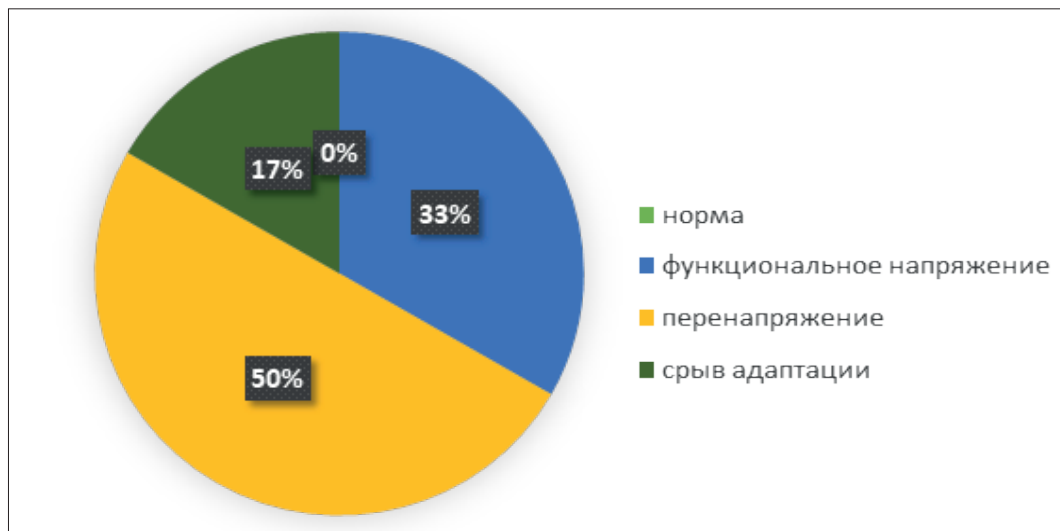


Рис. 5. Показатели ПАРС юношей-первокурсников



Рис. 6. Показатели ПАРС девушек-первокурсниц

времени отдыха, увеличением времени, проводимого в дороге, влиянием факторов нездорового образа жизни. При этом нельзя исключить наличие функциональных отклонений или заболеваний сердечно-сосудистой системы.

Проанализировав все вышесказанное, можно сделать следующие **выводы**:

1. При оценке состояния адаптационных возможностей первокурсников, обучающихся на биологическом направлении, с помощью анализа вариабельности сердечного ритма обнаружено, что состояние адаптации у 42,8 % первокурсников характеризуется функциональным напряжением,

у 35,7 % — отмечается перенапряжение, у 3,6 % — выявлен срыв адаптации. Состояние адаптации оценивается как нормальное только у 17,9 % первокурсников.

2. Студенты, чье состояние адаптации оценивается как перенапряжение или срыв адаптации, нуждаются в более детальном, в том числе медицинском, обследовании и подборе индивидуального режима учебных и физических нагрузок, оптимизации образа жизни.

Литература

1. *Баевский Р. М., Берсенева А. П.* Оценка адаптационных возможностей организма и риск развития заболеваний. М.: Медицина, 1997. 265 с.
2. *Баевский Р. М., Иванов Г. Г., Чирейкин Л. В. и др.* Анализ variability сердечного ритма при использовании различных электрокардиографических систем (методические рекомендации) // Вестник аритмологии, 2001. № 24. С. 65–87.
3. *Бобкова С. Н., Зверева М. В., Исакова Ж. Т.* Исследование состояния здоровья студентов и уровня их физического развития // Проблемы теории и практики развития физической культуры и спорта на современном этапе: материалы VIII Всерос. науч.-практ. конф. Махачкала, 2018. С. 110–111.
4. *Дакуко А. Н., Кривцова Л. А., Налобина А. Н.* Особенности вегетативного гомеостаза у детей с цекоилеальным рефлюксом на фоне дисплазии соединительной ткани // Вопросы практической педиатрии. 2015. 10 (4). С. 7–14.
5. *Лезарева Т. А., Лытаев С. А.* Об эффективности механизмов психофизиологической адаптации в динамике учебнообразовательного процесса // Педиатрия. 2019. Т. 10. № 6. С. 67–77. URL: <https://doi.org/10.17816/PED10667-77>
6. *Намазова-Баранова Л. С., Кучма В. Р., Ильин А. Г.* Заболеваемость детей в возрасте от 5 до 15 лет в Российской Федерации // Медицинский совет. 2014. № 1. С. 6–10.
7. *Нехлюдова М. В., Зверева, М. В.* Курс лекций по экологии, физиологии и основам медицинских знаний. М.: Компания Спутник+, 2008. 103 с.

Literatura

1. *Baevskij R. M., Berseneva A. P.* Ocenka adaptacionny`x vozmozhnostej organizma i risk razvitiya zabolevanij. M.: Medicina, 1997. 265 s.
2. *Baevskij P. M., Ivanov G. G., Chirejkin L. B. i dr.* Analiz variabel`nosti serdechnogo ritma pri ispol`zovanii razlichny`x e`lektrokardiograficheskix sistem (metodicheskie rekomendacii) // Vestnik aritmologii, 2001. № 24. S. 65–87.
3. *Bobkova S. N., Zvereva M. V., Iskakova Zh. T.* Issledovanie sostoyaniya zdorov`ya studentov i urovnya ix fizicheskogo razvitiya // Problemy` teorii i praktiki razvitiya fizicheskoj kul`tury` i sporta na sovremennom e`tape: materialy` VIII Vseros. nauch.-prakt. konf. Maxachkala, 2018. S. 110–111.
4. *Dakuko A. N., Krivcova L. A., Nalobina A. N.* Osobennosti vegetativnogo gomeostaza u detej s ceckoileal`ny`m refluksom na fone displazii soedinitel`noj tkani // Voprosy` prakticheskoy pediatrii. 2015. 10 (4). S. 7–14.
5. *Lezareva T. A., Ly`taev S. A.* Ob e`ffektivnosti mexanizmov psixofiziologicheskoy adaptacii v dinamike uchebnoobrazovatel`nogo processa // Pediatriya. 2019. T. 10. № 6. S. 67–77. URL: <https://doi.org/10.17816/PED10667-77>

6. *Namazova-Baranova L. S., Kuchma V. R., Il'in A. G. Zabolevaemost' detej v vozraste ot 5 do 15 let v Rossijskoj Federacii // Medicinskij sovet. 2014. № 1. S. 6–10.*

7. *Nexlyudova M. V., Zvereva, M. V. Kurs lekcij po e'kologii, fiziologii i osnovam medicinskix znanij. M.: Kompaniya Sputnik+, 2008. 103 s.*

M. V. Zvereva,

Yu. A. Matveev,

Zh. T. Iskakova

Features of Heart Rate Variability of Students in the Process of Their Adaptation to New Conditions of Educational Activity

The article presents the study of assessment of adaptation first-year students enrolled in the biological direction, cardiointervalogram method of using the apparatus “varikard”. As a result of the study, it was revealed that the state of adaptation is assessed as normal only in 17,9 % of first-year students, the state of 42,8 % of the subjects is characterized by functional tension, 35,7 % of them have overstrain, and 3,6 % participants have failure of adaptation.

Keywords: heart rate variability; adaptation; first-year students.