
АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ОСНОВНЫХ ФУНКЦИЙ БИОЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ МИОКАРДА У СТУДЕНТОВ В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ

В.Н. Федоров

Естественно-географический факультет
Северо-Казахстанский государственный университет им. М. Козыбаева
ул. Пушкина, 86, Петропавловск, Казахстан, 150000

Методом электрокардиографии проведено изучение состояния основных функций биоэлектрической активности миокарда у 308 студентов 17—20 лет в процессе обучения. Исследование проводилось с использованием медицинской диагностической системы «Валента[®]». Регистрация ЭКГ осуществлялась в 12 отведениях. В исследовании показано, что временные и амплитудные показатели ЭКГ претерпевают существенные изменения в зависимости от возраста и пола обследуемых студентов. Выявлено, что учебная нагрузка оказывает активирующее влияние на частоту встречаемости изменений ритма, нарушений возбудимости, проводимости (неполная блокада правой ножки пучка Гиса), нарушений процессов реполяризации и отклонений электрической оси сердца от нормального положения.

Ключевые слова: электрокардиография, миокард, студенты, аритмия, сердечный цикл, здоровье.

Здоровье подрастающего поколения является чувствительным индикатором изменений, происходящих в окружающей среде и обществе, поэтому в современный сложный период, обостривший большинство экологических и социальных проблем, изучению состояния здоровья в юношеском возрасте придается особое значение. Кроме того, подростково-юношеский возраст представляет собой критический период онтогенеза, который характеризуется значительными морфофункциональными и гормональными перестройками, изменением структурно-функциональной организации головного мозга, совершенствованием и расширением когнитивных способностей и эмоциональной сферы [5; 15; 17]. В юношеском возрасте человек наиболее остро реагирует на воздействие внешней среды, поскольку этот возраст является переходным периодом от подросткового к взрослому организму.

В последние годы много внимания уделяется адаптивным перестройкам функции в результате влияния на организм факторов внешней среды. Население, проживающее в регионе Северного Казахстана, подвергается комплексному воздействию неблагоприятных климатогеографических и экологических факторов, которое оказывает негативное влияние на качество жизни и уровень здоровья [18]. В течение ряда лет по уровню заболеваемости и смертности от злокачественных новообразований Северо-Казахстанская область (СКО) опережает регионы Казахстана, официально объявленные зонами экологического бедствия, — Семипалатинское Прииртышье, Приаралье, а также крупные промышленные территории республики [16]. В то же время в структуре смертности населения СКО онкологические заболевания занимают второе место после сердечно-сосудистых.

Чрезмерная учебная нагрузка, интенсификация учебно-воспитательного процесса наряду со снижением двигательной активности, с повышенной подвижностью нервных процессов, частыми стрессовыми воздействиями в комплексе с неблагоприятными экологическими условиями может стать причиной срыва адаптации и развития патологических нарушений в организме. Известно, что ведущую роль в адаптации организма к воздействию различных факторов внешней среды играет сердечно-сосудистая система (ССС) [11]. Поэтому для характеристики процесса срочной адаптации системы кровообращения важно учитывать изменения функционального состояния миокарда, так как оптимальный режим деятельности сердца является обязательным условием нормального кровообращения всех тканей организма [2].

Целью нашей работы явилось исследование состояния основных функций биоэлектрической активности миокарда у студентов в процессе обучения.

Материалы и методы исследования. В исследовании принимали участие 151 юноша и 157 девушек 1990—1993 г. рождения — студенты Северо-Казахстанского государственного университета (СКГУ) в возрасте 17—20 лет. Изучение биоэлектрических процессов миокарда у студентов проводили методом электрокардиографии (ЭКГ) [9]. Исследование проводилось в лаборатории медико-биологических исследований СКГУ с использованием медицинской диагностической системы (МДС) «ВАЛЕНТА[®]», разработанной научно-производственным предприятием «НЕО» (г. Санкт-Петербург, Россия). Результаты выводились на бумажный носитель и представлялись в виде информации о пациенте, словесного заключения, числовых значений амплитудно-временных показателей ЭКГ и электрокардиограмм обследуемых.

Регистрация ЭКГ осуществлялась электрокардиографом «ВАЛЕНТА[®]» в 12 отведениях (три стандартных, три усиленных однополюсных отведения от конечностей и шесть грудных отведений). Во II стандартном отведении определялись следующие временные и амплитудные показатели ЭКГ: общая длительность сердечного цикла (R—R), продолжительность атриовентрикулярной (предсердно-желудочковой) (PQ) и внутрижелудочковой (QRS) проводимости, длительность процессов поздней реполяризации (ST), длительность электрической систолы желудочков (QT) и общей диастолы (TP), величины амплитуды (A) и длительности (D) зубцов P, Q, R, S и T [13; 14]. Объем анализируемой выборки для каждого испытуемого составлял 100 кардиоциклов (R—R-интервалов). Программа обеспечивала автоматическую регистрацию и анализ R—R-интервалов с построением кардиоинтервалограмм. Скорость записи ЭКГ составляла 50 мм/сек. Электрическая позиция сердца оценивалась на основе анализа соотношения основных зубцов комплекса QRS в трех стандартных и усиленных однополюсных отведениях от конечностей. Достоверность оценивалась по *t*-критерию Стьюдента [10].

Результаты исследований и их обсуждение. В результате проведенного исследования, по данным ЭКГ, у юношей 17—20 лет регистрировался синусовый ритм, тогда как у девушек этого же возраста выявлено преобладание синусовой аритмии. При этом на электрокардиограмме прослеживается неправильный синусовый ритм, характеризующийся периодами постепенного учащения и урежения ритма. Чаще всего встречается синусовая дыхательная аритмия, при которой ЧСС

увеличивается на вдохе и уменьшается на выдохе. Известно, что синусовая дыхательная аритмия обусловлена неравномерным и нерегулярным образованием импульсов в синоатриальном (СА) узле, что, в свою очередь, может быть связано с колебаниями тонуса блуждающего нерва и (или) изменениями кровенаполнения сердца во время дыхания [14]. В большинстве случаев синусовая дыхательная аритмия чаще встречается у здоровых молодых людей, а также в период выздоровления (реконвалесценции), при различных инфекционных заболеваниях [12]. При этом проведение электрического импульса по предсердиям, атриовентрикулярному (АВ) узлу и желудочкам не нарушено. Поэтому на ЭКГ обычно не наблюдается изменений формы и продолжительности зубца Р и комплекса QRST, а также последовательности их возникновения: зубец Р везде предшествует комплексу QRS—Т. Интервалы Р—Q(Т) постоянны, что характерно для синусового ритма при нормальной атриовентрикулярной проводимости. Единственным электрокардиографическим признаком, отличающим синусовую аритмию от регулярного синусового ритма, является периодическое постепенное укорочение интервала R—R при учащении ритма и увеличение интервала R—R при урежении ритма.

При аритмиях сердца различают изменения основных электрофизиологических характеристик миокарда: автоматизма, возбудимости и проводимости, которые ведут к нарушению нормальной координации сокращений между различными участками миокарда или отделами сердца [9]. Кроме того, различают еще и синусовую аритмию, не связанную с актом дыхания, которая наблюдается при меняющемся тонусе центров блуждающего и симпатических нервов, а также при поражении синусового узла и сердечно-сосудистой системы [4].

По мнению ряда авторов [1], нарушение проводимости — наиболее частая причина возникновения аритмий — включает в себя замедление и блокаду проведения импульсов, о которых говорилось выше. Наибольшая встречаемость неполной блокады правой ножки пучка Гиса выявлена у девушек в 17—18-летнем возрасте, она составила 64,82 и 78,34% соответственно, тогда как в возрасте 19—20 лет наблюдали ее снижение [20].

При неполной блокаде правой ножки пучка Гиса проведение импульса по правой ножке сохранено, но оно несколько замедленно. В этом случае в отведении V_1 , так же как и при полной блокаде, регистрируются комплексы, имеющие М-образный вид (rSr' или rSR'). Зубец $R'v_1$ нередко слегка уширен. В отведениях V_6 и I определяется небольшое уширение зубца S. В отличие от полной блокады в этих случаях длительность QRS менее 0,12 с. В нашем исследовании при неполной блокаде длительность QRS обследуемых нами студентов обычно колебалась от 0,09 до 0,11 с, а изменения сегмента RS-T и зубца Т встречались редко.

Анализ индивидуальных электрокардиограмм обследованных студентов показал, что зубец Р отрицательный во II и III и aVF отведениях, в I сглажен, в V_3 — V_6 — отрицательный двухфазный. Комплекс QRS несколько деформирован во многих отведениях. Картина неполной блокады правой ножки пучка Гиса не только в отведении V_1 , но и в V_2 . Приподнятый куполообразно сегмент ST, сливающийся с вершиной зубца Т в отведениях V_2 — V_4 . Неполная блокада правой ножки пучка Гиса, выражена не только в первом, но и во втором грудном отведе-

ниях и, по мнению некоторых авторов [7], свидетельствует о гипертрофии правого желудочка. Приподнятые куполообразные сегменты ST, сливающиеся с вершиной зубца T, принято считать начальными признаками перенапряжения сердца у обследуемых. Нарушение же сердечного ритма может быть также следствием перенапряжения сердца.

Проведенный в работе анализ возрастных изменений ЭКГ показал, что значения интервала RR, характеризующего длительность сердечных циклов, обнаруживают тенденцию к увеличению у юношей с возрастом от 17 до 19 лет, а к 20 годам этот показатель резко снижается. У девушек наблюдали совершенно другую картину: длительность сердечного цикла снижается с 17 до 20 лет.

Возрастная динамика длительности электрической систолы желудочков и диастолы в целом сходна с изменениями продолжительности сердечного цикла, хотя наибольшая длительность диастолы выявлена у 18—19-летних юношей. Известно, что наибольшая длительность диастолы соответствует и большому периоду «отдыха сердца», а также, согласно механизму Франка-Старлинга, вызывает рост кровенаполнения полостей сердца, т.е. способствует увеличению ударного объема сердца [6; 9; 11].

Изменения интервала QT, отражающего период сокращения миокарда, носили переменный характер и в диапазоне с 17 до 19 лет достоверно не отличались. Увеличение интервала QT отмечалось в возрасте с 17 до 18 лет, а в дальнейшем наблюдали его снижение к 20 годам. У девушек 17—20 лет изменения интервала QT имели волнообразный характер, а наиболее продолжительные зарегистрированы у них в 17 и 19 лет.

Анализ длительности интервала PQ, которая связана со временем распространения возбуждения от предсердий к желудочкам, обнаруживает большие индивидуальные отличия у юношей и в возрастном диапазоне укорачивается к 20 годам. В то же время у девушек длительность предсердно-желудочковой проводимости укорачивалась с 17 до 19 лет и в дальнейшем имела тенденцию к увеличению в 20 лет. Длительность внутрижелудочковой проводимости (QRS) у юношей на данном отрезке онтогенеза достоверно не изменялась, в то же время у девушек она незначительно увеличивалась с 17 до 20 лет.

Таблица 1

Амплитудно-временные показатели ЭКГ у юношей 17—20 лет во II стандартном отведении в период учебного года ($M \pm m$)

Показатель ЭКГ	17 лет $n = 33$	18 лет $n = 40$	19 лет $n = 42$	20 лет $n = 36$
РА, мкВ	161,2 ± 9,3#	132,4 ± 12,5	154,7 ± 13,2#	134,21 ± 21,3
PD, мс	83,7 ± 3,75	73,6 ± 4,13	79,33 ± 2,83	72,7 ± 3,3#
QA, мкВ	64,3 ± 4,15	32,6 ± 2,7#	66,2 ± 3,87#	61,5 ± 3,4
QD, мс	23,2 ± 2,4	31,7 ± 1,6#	45,3 ± 1,9*	25,3 ± 2,6
RA, мкВ	1211,3 ± 120,5	1135,7 ± 83,6	1412,3 ± 160,7	1563,4 ± 72,7#
RD, мс	45,6 ± 3,12	42,7 ± 3,2	45,3 ± 1,3	50,9 ± 5,43
SA, мкВ	215,4 ± 19,7	270,3 ± 52,6#	235,8 ± 41,5##	179,7 ± 34,12
SD, мс	31,2 ± 2,46	45,3 ± 3,65*	30,7 ± 2,19	25,6 ± 2,34
TA, мкВ	381,2 ± 66,2	450,35 ± 77,6	461,5 ± 96,5	380,7 ± 42,6#
TD, мс	175,6 ± 12,9	195,8 ± 17,3	175,7 ± 11,3	171,2 ± 30,5

Примечание: достоверность различий относительно предыдущего возраста: * $p < 0,05$; достоверность различий юношей и девушек одного возраста: # $p < 0,05$; ## $p < 0,01$.

Тенденция усиления симпатической активности с возрастом у юношей и девушек выявлялась при частотно-амплитудном анализе ЭКГ и имела волнообразный характер в виде увеличения и уменьшения амплитуды зубца Р и S. Одновременно выявлялось снижение скорости метаболизма в сердечной мышце, о чем свидетельствовало снижение амплитуды зубца Т с возрастом у юношей и у девушек [19].

Длительность зубца Q у юношей имела тенденцию к увеличению с 17 до 19 лет и резко снижалась в 20 лет ($p < 0,05$), а у девушек на данном этапе онтогенеза она снижалась после 18 лет. Данные изменения амплитуды зубца Q могли отражать усиление биоэлектрической активности правой сосочковой мышцы и межжелудочковой перегородки [1; 13].

Величина зубца R на изучаемом отрезке онтогенеза изменялась неравномерно: от 17 к 18 годам она уменьшалась как у юношей, так и у девушек, в дальнейшем у юношей она имела тенденцию к увеличению к 20 годам, а у девушек оставалась на том же уровне. Анализ возрастной динамики амплитуды зубца S показал, что у юношей и девушек изучаемый показатель наиболее значительно возрастал с 17 до 18 лет, в дальнейшем наблюдали его снижение в группах 19—20 лет (табл. 1, 2). Известно, что амплитуда зубца Т является отражением фазы реполяризации желудочков и отражает обменные процессы в миокарде, в частности, восстановительные [1; 8].

Таблица 2

Амплитудно-временные показатели ЭКГ у девушек 17—20 лет во II стандартном отведении в период учебного года ($M \pm m$)

Показатели ЭКГ	17 лет $n = 42$	18 лет $n = 40$	19 лет $n = 42$	20 лет $n = 33$
РА, мкВ	95,43 ± 13,4#	146,5 ± 34,7	91,2 ± 15,3#	144,6 ± 22,5
PD, мс	72,7 ± 12,5	76,76 ± 11,6	71,9 ± 8,8	90,6 ± 7,5#
QA, мкВ	45,5 ± 5,6	62,3 ± 5,2#	86,4 ± 6,3	67,4 ± 4,23
QD, мс	12,5 ± 2,6	60,7 ± 8,12#*	21,7 ± 5,16	31,2 ± 1,5
RA, мкВ	1 355,6 ± 125,2	1056,7 ± 96,3	1045,2 ± 64,5	1055,17 ± 79,8#
RD, мс	51,4 ± 6,8	59,9 ± 7,3	50,6 ± 3,67	35,5 ± 6,6
SA, мкВ	60,9 ± 9,8	76,5 ± 11,8#	43,6 ± 12,5#	115,8 ± 31,7*
SD, мс	16,3 ± 2,8	15,5 ± 1,8	12,9 ± 1,7	25,4 ± 6,6
TA, мкВ	325,2 ± 67,3	293,5 ± 43,3	305,9 ± 37,4	224,5 ± 23,7#
TD, мс	162,7 ± 21,3	163,3 ± 20,7	160,6 ± 21,2	125,7 ± 14,8

Примечание: достоверность различий относительно предыдущего возраста: * $p < 0,05$; достоверность различий юношей и девушек одного возраста: # $p < 0,05$.

Отмеченное нами снижение амплитуды зубца Т от $325,2 \pm 67,3$ мкВ у девушек 17 лет до $224,5 \pm 23,7$ мкВ у девушек 20 лет может быть расценено как свидетельство снижения скорости метаболизма в сердечной мышце, тогда как у юношей увеличение амплитуды зубца Т от 17 до 19 лет указывает на интенсификацию метаболических процессов в миокарде и отражает процесс реполяризации желудочков.

Анализируя частоту встречаемости вариантов электрической оси сердца (ЭОС) у юношей и девушек 17—20 лет, можно сказать, что с возрастом незави-

симо от пола нарастает частота отклонений ЭОС от нормального положения (табл. 3). Показано, что практически почти во всех возрастах у юношей и девушек встречалась вертикальная позиция сердца, за исключением юношей 18 лет. Кроме того, появилось большое число лиц обоего пола с горизонтальным положением ЭОС, отклонением вправо и влево, что может отражать изменение объема отделов сердца.

В то же время вертикальное положение ЭОС сердца (угол α от $+70^\circ$ до $+90^\circ$) нередко наблюдается у здоровых молодых людей с астеническим типом телосложения с вертикально расположенным сердцем. В нашем исследовании вертикальное положение ЭОС зарегистрировано практически во всех группах студентов, кроме юношей 18 лет (табл. 3). По данным некоторых авторов, более значительные повороты ЭОС вокруг переднезадней оси как вправо (более $+90^\circ$), так и влево (меньше 0°), как правило, обусловлены патологическими изменениями в сердечной мышце — гипертрофией миокарда желудочков или же нарушениями внутрижелудочковой проводимости [12]. Перечисленные выше изменения положения ЭОС, выявленные во всех возрастных группах, кроме 19-летних юношей, подтверждают высокую встречаемость нарушений внутрижелудочковой проводимости у обследуемых девушек 17—20 лет. Можно предположить, что данные функциональные изменения связаны с усилением влияний на миокард из центра блуждающего нерва под воздействием неблагоприятных климатоэкологических условий среды обитания.

Таблица 3

Частота встречаемости вариантов электрической оси сердца (ЭОС) у юношей и девушек 17—20 лет

Возраст, лет	Группа	Нормальное положение ЭОС (от $+30^\circ$ до $+69^\circ$)	Вертикальное положение ЭОС (от $+70^\circ$ до $+90^\circ$)	Горизонтальное положение ЭОС (от 0° до 29°)	Отклонение ЭОС вправо (от $+91^\circ$ до $+180^\circ$)	Отклонение ЭОС влево (от 0° до -90°)
17	Ю ($n = 33$)	72,72	12,13	—	15,15	—
	Д ($n = 42$)	45,24	35,8	11,91	7,15	—
18	Ю ($n = 40$)	60,00	—	15,00	20,00	5,00
	Д ($n = 40$)	50,00	40,00	5,00	5,00	—
19	Ю ($n = 42$)	33,34	66,66	—	—	—
	Д ($n = 42$)	33,34	49,98	—	—	16,68
20	Ю ($n = 36$)	58,33	30,55	—	11,12	—
	Д ($n = 33$)	12,00	48,00	12,00	15,00	12,00

Выраженное отклонение электрической оси сердца влево (угол α больше -30°) или вправо (угол α больше $+110^\circ$) является признаком патологии [4]. Причиной отклонения электрической оси сердца может быть не только изменение положения сердца в грудной клетке, но и патологические процессы в миокарде, приводящие к электрическому преобладанию одного из желудочков. Кроме того, необходимо отметить снижение в процентном отношении вариантов нормального положения ЭОС у юношей и катастрофически низкого — у девушек. По-видимому, обнаруженные отклонения ЭОС, нарушения внутрижелудочковой проводимости

мости, аритмии и их онтогенетические тенденции могут рассматриваться как ранние предпосылки к последующему формированию сердечно-сосудистой патологии в старшем возрасте.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] *Агаджанян Н.А., Власова И.Г., Ермакова Н.В., Торшин В.И.* Основы физиологии человека: Учебник для вузов. — М.: РУДН, 2005.
- [2] *Баранов С.В., Евлахов В.И., Пуговкин А.П.* и др. Физиология сердца. — СПб.: СпецЛит, 2001.
- [3] *Берсенева И.А.* Оценка адаптационных возможностей организма у школьников на основе анализа вариабельности сердечного ритма в покое и при ортостатической пробе: Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. — М., 2000.
- [4] *Виноградова Т.С.* Инструментальные методы исследования сердечно-сосудистой системы. — М.: Медицина, 1986. — С. 56—58.
- [5] *Изнак А.Ф.* Нейрональная пластичность, как один из аспектов патогенеза и терапии аффективных расстройств // Психиатрия и психофармакотерапия. — 2005. — Т. 7. — № 1. — С. 24.
- [6] *Калюжная Р.А.* Физиология и патология сердечно-сосудистой системы детей и подростков. — М.: Медицина, 1973.
- [7] *Карпман В.Л., Хрущев С.В., Борисова Ю.А.* Сердце и работоспособность спортсмена. ФиС. — М., 1978.
- [8] *Кмить Г.В., Рублева Л.В.* Возрастные особенности морфологического и функционального развития миокарда у детей 5—9 лет // Физиология человека. — 2001. — Т. 27. — № 5. — С. 54—59.
- [9] *Кубергер М.Б.* Руководство по клинической электрокардиографии детского возраста. — М.: Медицина, 1983.
- [10] *Лакин Г.Ф.* Биометрия. — М.: Высшая школа, 1980.
- [11] *Меерсон Ф.З.* Адаптация сердца к большой нагрузке и сердечная деятельность. — М.: Наука, 1975.
- [12] *Мурашко В.В., Струтынский А.В.* Электрокардиография. — М.: Медицина, 1987. — 253 с.
- [13] *Рублева Л.В.* Развитие основных функций миокарда детей 7—15 лет, проживающих в различных экологических условиях: Дисс. ... канд. биол. наук. — М., 1999.
- [14] *Смирнов В.М., Дубровский В.И.* Физиология физического воспитания и спорта: Учебн. — М.: Владос-ПРЕСС, 2002.
- [15] *Фарбер Д.А.* Структурно-функциональная организация центральной нервной системы подростков. — М.: Педагогика, 1988.
- [16] *Федоров В.Н.* Вегетативная регуляция кардиоритма у лиц юношеского возраста, проживающих в неблагоприятных экологических условиях Северного Казахстана // Вестник РУДН. Серия «Экология и безопасность жизнедеятельности». — 2007. — № 3 — С. 52—60.
- [17] *Федоров В.Н.* Особенности гемодинамики, функционального состояния миокарда и вегетативной регуляции кардиоритма у лиц юношеского возраста обучающихся в университете: Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. — Томск, 2007.
- [18] *Федоров В.Н., Айтуллина А.А.* Анализ функционального состояния миокарда у лиц юношеского возраста по результатам ЭКГ // Вестник ПГУ им. С. Торайгырова. — Павлодар, 2008. — № 3. — С. 159—169.
- [19] *Федоров В.Н., Горлина Л.В., Смольянинов С.А.* Состояние сердечно-сосудистой системы девушек 17—20 лет, обучающихся в университете // Вестник молодых ученых «Материалы Всероссийской научно-теоретической конференции молодых исследователей Физиология и медицина». — Санкт-Петербург, 2005. — С. 28.

- [20] Федоров В.Н. Анализ возрастной динамики биоэлектрических характеристик миокарда у лиц юношеского возраста // Известия НАН РК. Серия биологическая и медицинская. — Алматы, 2012. — № 4. — С. 67.

LITERATURA

- [1] Agadzhanjan N.A., Vlasova I.G., Ermakova N.V., Torshin V.I. Osnovy fiziologii cheloveka: Uchebnik dlja vuzov. — M.: RUDN, 2005.
- [2] Baranov S.V., Evtahov V.I., Pugovkin A.P. i dr. Fiziologija serdca. — SPb.: SpecLit, 2001.
- [3] Berseneva I.A. Ocenka adaptacionnyh vozmozhnostej organizma u shkol'nikov na osnove analiza variabel'nosti serdechnogo ritma v pokoe i pri ortostaticheskoj probe: Avtoref. diss. ... kand. biol. nauk. — M., 2000.
- [4] Vinogradova T.S. Instrumental'nye metody issledovanija serdechno-sosudistoj sistemy. — M.: Medicina, 1986. — S. 56—58.
- [5] Iznak A.F. Nejronal'naja plastichnost', kak odin iz aspektov patogeneza i terapii affektivnyh rasstrojstv // Psihiatrija i psihofarmakoterapija. — 2005. — T. 7. — № 1. — S. 24.
- [6] Kaljuzhnaja R.A. Fiziologija i patologija serdechno-sosudistoj sistemy detej i podrostkov. — M.: Medicina, 1973.
- [7] Karpman V.L., Hrushhev S.V., Borisova Ju.A. Serdce i rabotosposobnost' sportsmena. FiS. — M., 1978.
- [8] Kmit' G.V., Rubleva L.V. Vozrastnye osobennosti morfologicheskogo i funkcional'nogo razvitija miokarda u detej 5—9 let // Fiziologija cheloveka. — 2001. — T. 27. — № 5. — S. 54—59.
- [9] Kuberger M.B. Rukovodstvo po klinicheskoj jelektrokardiografii detskogo vozrasta. — M.: Medicina, 1983.
- [10] Lakin G.F. Biometrija. — M.: Vysshaja shkola, 1980.
- [11] Meerson F.Z. Adaptacija serdca k bol'shoj nagruzke i serdechnaja dejatel'nost'. — M.: Nauka, 1975.
- [12] Murashko V.V., Strutynskij A.V. Jelektro-kardiografija. — M.: Medicina, 1987. — 253 s.
- [13] Rubleva L.V. Razvitie osnovnyh funkcij miokarda detej 7—15 let, prozhivajushhih v razlichnyh jekologicheskikh uslovijah: Diss. ... kand. biol. nauk. — M., 1999.
- [14] Smirnov V.M., Dubrovskij V.I. Fiziologija fizicheskogo vospitanija i sporta: Uchebn. — M.: Vldos-PRESS, 2002.
- [15] Farber D.A. Strukturno-funkcional'naja organizacija central'noj nervnoj sistemy podrostkov. — M.: Pedagogika, 1988.
- [16] Fedorov V.N. Vegetativnaja reguljacija kardioritma u lic junosheskogo vozrasta, prozhivajushhih v neblagoprijatnyh jekologicheskikh uslovijah Severnogo Kazahstana // Vestnik RUDN. Serija «Jekologija i bezopasnost' zhiznedejatel'nosti». — 2007. — № 3. — S. 52—60.
- [17] Fedorov V.N. Osobennosti gemodinamiki, funkcional'nogo sostojanija miokarda i vegetativnoj reguljicii kardioritma u lic junosheskogo vozrasta obuchajushhihsja v universitete: Avtoref. diss. ... kand. biol. nauk. — Tomsk, 2007.
- [18] Fedorov V.N., Ajtullina A.A. Analiz funkcional'nogo sostojanija miokarda u lic junosheskogo vozrasta po rezul'tatam JeKG // Vestnik PGU im. S. Torajgyrova. — Pavlodar, 2008. — № 3. — S. 159—169.
- [19] Fedorov V.N., Gorlina L.V., Smol'janinov S.A. Sostojanie serdechno-sosudistoj sistemy devushek 17—20 let, obuchajushhihsja v universitete // Vestnik molodyh uchenyh «Materialy Vserossijskoj nauchno-teoreticheskoj konferencii molodyh issledovatelej Fiziologija i medicina». — Sankt-Peterburg, 2005. — S. 28.
- [20] Fedorov V.N. Analiz vozrastnoj dinamiki bioelektricheskikh harakteristik miokarda u lic junosheskogo vozrasta // Izvestija NAN RK. Serija biologicheskaja i medicinskaja. — Almaty, 2012. — № 4. — S. 67.

ANALYSIS OF THE BASIC FUNCTIONS OF STUDENT'S MIOCARD BIOELECTRIC ACTIVITY DURING THE EDUCATIONAL PROCESS

V.N. Fedorov

Department of Geography and Natural Sciences
North Kazakhstan State University named after M. Kozybayev
Pushkin str., 86, Petropavlovsk, Kazakhstan, 150000

The basic functions of myocard bioelectrical activity in 308 students of 17—20 years of age were studied by means of electrocardiography during the educational process. The research was carried out with medical diagnostic system “Valenta[®]”. Recording of 12-lead ECG was made. The study showed that time and amplitude ECG indices change significantly depending on the age and sex of the subjects. It was found out that educational activity has arousal influence on the incidence of cardiac rhythm shift, asequence of activation (partial right bundle branch block), repolarization process abnormalities and inversion of electric axis deviation.

Key words: electrocardiography, miocard, students, arrhythmia, cardiac cycle, health.