

## АМПЛИТУДНЫЕ И ВРЕМЕННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЭКГ У СТУДЕНТОВ В ПОКОЕ И ПОСЛЕ ВЫПОЛНЕНИЯ ДОЗИРОВАННОЙ ФИЗИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ

### THE AMPLITUDE AND TEMPORAL CHARACTERISTICS OF THE ECG STUDENTS ALONE AND AFTER DOSED PHYSICAL LOAD

**S. Abumuslimov  
Z. Magomedova**

*Summary.* This paper studied the temporal and amplitude characteristics of the ECG in the standard leads in boys and girls aged 18–19 years after dosed physical load in the form of the Harvard step test for two minutes.

It was revealed that after the step test for two minutes significantly reduced the duration of the intervals R-R and the QT, and heart rate increased. In this duration QRS complex is not significantly changed. Changing QT and R-R after the load has occurred both in boys and girls. Duration corrected QTc interval did not change after the 2-minute step test as compared to the rest, which may indicate the satisfactory condition of the heart.

Wave amplitude P, Q, S ECG in young men and women after a 2-minute step test was significantly increased, and R waves and T — has not changed.

*Keywords:* ECG, teeth, spacing, amplitude, step test, students.

**Абусулимов Саидхамзат Саидмагомедович**

К.б.н., доцент, Чеченский госуниверситет  
saidkhamzatabumuslimov@gmail.com

**Магомедова Зарема Алимсултановна**

К.б.н., доцент, Чеченский госуниверситет  
magomedova1204@mail.ru

*Аннотация.* В работе исследованы временные и амплитудные характеристики ЭКГ в стандартных отведениях у юношей и девушек в возрасте 18–19 лет после дозированной физической нагрузки в форме Гарвардского степ-теста в течение двух минут. Выявлено, что после выполнения степ-теста в течение двух минут достоверно сократилась продолжительность интервалов R-R и QT, а частота сердечных сокращений возросла. При этом продолжительность комплекса QRS достоверно не изменилась. Изменение QT и R-R после нагрузки произошло как у юношей, так и у девушек. Продолжительность скорректированного интервала QTc не изменилась после 2-х минутного степ-теста по сравнению с покоем, что может указывать на удовлетворительное состояние сердца.

Амплитуда зубцов P, Q, S ЭКГ у юношей и девушек после 2-х минутного степ-теста достоверно увеличилась, а зубцов R и T — не изменилась.

*Ключевые слова:* ЭКГ, зубцы, интервалы, амплитуда, степ-тест, студенты.

### Введение

Электрокардиографические исследования сердца являются важными при исследовании функциональных возможностей сердца. В последнее время появились многоканальные электрокардиографы с широкими возможностями. Стало возможным проведение более детального анализа временных и амплитудных характеристик работы сердца. В частности, одним из таких электрокардиографов является FX-8322 (Япония).

Электрокардиографические исследования применяются в медицине для выявления нарушений работы сердца [1, с. 24–27].

Исследовать электрические характеристики сердца можно не только в покое, но и после различных функциональных нагрузок. В частности, одним из видов таких

нагрузок является дозированная физическая нагрузка в форме Гарвардского степ-теста [6, с. 108–111; 8, с. 79]. Функциональные пробы на сердце позволяют изучить особенности длительности зубцов, интервалов и амплитуд зубцов после дозированной нагрузки. По динамике изменения указанных характеристик можно судить о функциональном состоянии сердца. В частности, у больных с врожденными пороками сердца на ЭКГ происходят определенные изменения зубцов и интервалов [1, с. 29–30].

В литературе имеются данные относительно изменения зубцов, комплексов, интервалов и сегментов ЭКГ после физической нагрузки различной продолжительности у здорового человека [4, с. 96; 13, с. 36–37]. Гольяпин [4, с. 96] не находит достоверных различий в показателях ЭКГ до и после физической нагрузки у здоровых мужчин в возрасте 20–22 года, кроме интервала R-R, а Чернявских [13, с. 36–37] отмечает изменение продолжительно-

Таблица 1. Показатели ЭКГ в покое и после 2-х минутного степ-теста. Общая группа,  $M \pm m$ 

Функциональное состояние	HR, уд/мин	R-R, с	P-R, с	QRS, с	QT, с	QTc, с	$\alpha 0$
Покой	75,5±3,33	0,80±0,032	0,14±0,003	0,095±0,002	0,35±0,006	0,39±0,008	74±4,55
Степ-тест, 2 мин	116,8±7,89	0,54±0,042	0,11±0,007	0,096±0,003	0,29±0,009	0,39±0,005	73,9±5,60
Достоверность, p	<0,01**	<0,001**	>0,05	>0,05	<0,001***	>0,05	>0,05

\* статистически значимые различия по t-критерию Стьюдента

сти интервалов ЭКГ и снижение амплитуды зубцов ЭКГ после физической нагрузки.

Исследование сердца с помощью электрокардиографии в студенческой среде позволяет оценить функциональное состояние сердца, выявить возможные неполадки в его работе еще в донозологический период. Студенты относятся к контингенту, который характеризуется гипокинезией.

В ранее проведенных на кафедре аналогичных исследованиях были изучены только временные характеристики зубцов и интервалов ЭКГ у студентов и студенток в покое и после выполнения степ-теста в течение одной минуты [7]. В настоящей работе изучены временные и амплитудные характеристики зубцов ЭКГ в покое и после выполнения степ-теста в течение двух минут. При этом была определена мощность нагрузки PWC170 при выполнении степ-теста в течение двух минут у юношей и девушек.

Для статистической обработки экспериментального материала использовали t-критерий Стьюдента.

## Материалы и методы

В работе принимали участие студенты и студентки БХФ и Агротехнологического факультета ЧГУ. Всего в работе приняли участие 5 студенток и 5 студентов. Студенты и студентки, привлеченные к исследованию, жалоб по поводу состояния сердечно-сосудистой системы не имели.

Средний возраст испытуемых в общей группе равнялся 18,4 годам; у юношей — 18,3 годам, а у девушек — 18,5 годам. Средний вес испытуемых равнялся: у юношей — 73,3 кг, а у девушек — 54,8 кг.

В работе были зарегистрированы ЭКГ в покое и после 2-х минутного степ-теста. Физическая нагрузка студентами выполнялась согласно методике Гарвардского степ-теста [6, с. 108–111; 8, с. 79]. Для студенток использовали скамейку высотой 43 см, а для студентов — 50 см. Число восхождений на скамейку составило 60 в течение двух минут.

Определение значения индекса Гарвардского степ-теста (ИГСТ) для оценки физической работоспособности требует восхождение испытуемого на скамейку высотой 43–50 см на протяжении пяти минут [3, с. 182; 6, с. 108–111]. В таком виде тест используется, как правило, для спортсменов. Поэтому мощность выполненной физической нагрузки PWC170 после выполнения степ-теста в течение двух минут у студентов и студенток рассчитывали согласно упрощенной методике, приведенной в работе [2, с. 50]. Такая методика рекомендуется для нетренированных людей, в том числе, студентов [2, с. 50]. У юношей рассчитанная согласно этой методике мощность нагрузки PWC170 составила — 216 Вт, а у девушек — 105 Вт.

Для записи ЭКГ в настоящей работе использовали 12-ти канальный электрокардиограф FX-8322 (Fucuda, Japan). Данный электрокардиограф обладает широкими возможностями анализа ЭКГ. Электрокардиограф выводит на печать графики ЭКГ, автоматически рассчитанные значения амплитуд зубцов и временные характеристики зубцов и интервалов ЭКГ. В настоящей работе проанализированы амплитудно-временные характеристики ЭКГ во втором стандартном отведении.

В работе использовались три стандартных отведения от рук и ног. Запись производили в покое и сразу по окончании нагрузки. Промежуток времени с момента окончания степ-теста и фактическим началом записи ЭКГ равнялось приблизительно одной минуте (55–65 сек).

Работа выполнена в лаборатории «Физиология человека» на базе Центра коллективного пользования (ЦКП) ЧГУ, г. Грозный. В работе использованы площади и аппаратура ЦКП.

## Результаты исследования и их обсуждение

Ранее было показано, что при исследовании показателей ЭКГ в покое и после выполнения степ-теста в течение одной минуты сокращалась продолжительность интервалов PQ и QT, а частота сердечных сокращений возрастала по сравнению с покоем [7, с. 39]. В настоящей работе выявлено, что после 2-х минутного степ-теста

Таблица 2. Показатели ЭКГ в покое и после 2-х минутного степ-теста у юношей, M±m

Функциональное состояние	HR, уд/мин	R-R, с	P-R, с	QRS, с	QT, с	QTc, с	α0
Покой	70,5±2,72	0,85±0,036	0,14±0,001	0,099±0,001	0,35±0,01	0,38±0,004	74,3±8,08
Степ-тест, 2 мин	107,5±12,36	0,58±0,73	0,11±0,013	0,099±0,004	0,29±0,014	0,39±0,01	68,5±8,47
Достоверность, p	<0,05*	<0,01**	>0,05	>0,05	<0,05*	>0,05	>0,05

α<sup>0</sup> — угол положения электрической оси сердца

Таблица 3. Показатели ЭКГ в покое и после 2-х минутного степ-теста у девушек, M±m

Функциональное состояние	HR, уд/мин	R-R, с	P-R, с	QRS, с	QT, с	QTc, с	α0
Покой	80,5±5,27	0,75±0,043	0,14±0,005	0,09±0,004	0,34±0,007	0,39±0,016	73,8±5,59
Степ-тест, 2 мин	126±8,96	0,49±0,036	0,13±0,006	0,09±0,002	0,28±0,01	0,40±0,005	79,3±7,42
Достоверность, p	<0,05*	<0,05*	>0,05	>0,05	<0,05*	>0,05	>0,05

у студентов происходит укорочение временных интервалов QT и R-R (табл. 1). Частота сердечных сокращений (HR) при этом также достоверно возросла (табл. 1).

Продолжительность интервала P-R хотя и сократилась после выполнения степ-теста, но не достоверно (табл. 1). Значение интервала P-R (P-Q(R)) в норме колеблется от 0, 12 до 0, 20 с [10, с. 42]. Значение этого интервала в покое, полученное в настоящей работе (табл. 1) не выходило за пределы референсной нормы [10, с. 42].

Достоверное изменение показателей HR, QT и R-R после нагрузки происходило у юношей (табл. 2). При этом наблюдались те же закономерности, которые были отмечены в общей группе (табл. 1).

Такой же характер носили изменения указанных интервалов и у девушек при сравнении показателей ЭКГ в покое и после выполнения степ-теста в течение 2-х минут (табл. 3). Статистическое значимое изменение интервала P-R(Q) не происходило как у юношей (табл. 2), так и у девушек (табл. 3).

Продолжительность желудочкового комплекса QRS в общей группе достоверно не изменилась (табл. 1). При нагрузке в течение 1 минуты [7, с. 39] продолжительность желудочкового комплекса QRS и зубца P также не менялись достоверно. По-видимому, регуляторные механизмы организма обеспечивают учащение сердечных сокращений, изменяя продолжительность интервалов, не затрагивая при этом распространение электрических сигналов по предсердиям и желудочкам.

Не менялась достоверно продолжительность желудочкового комплекса QRS на ЭКГ в ответ на двухминутный степ-тест у юношей и девушек по сравнению с покоем (табл. 2, 3).

Таким образом, как при нагрузке в форме степ теста в течение одной минуты [7, с. 39], так и в течение двух минут — данные настоящей работы, на ЭКГ меняется продолжительность некоторых интервалов ЭКГ у студентов. При этом у них также достоверно повышается частота сердечных сокращений.

Значение угла α электрической оси сердца у студентов в покое соответствовало вертикальному положению (табл. 1). Согласно работе [10, с. 64] вариант положения электрической оси сердца в промежутке от +700 до +900 рассматривается как вертикальное положение. Однако после нагрузки у юношей электрическая ось сердца заняла нормальное положение (табл. 2), а у девушек электрическая ось сердца сохраняла вертикальное положение (табл. 3). Достоверного изменения угла положения электрической оси сердца после выполнения степ-теста в течение двух минут не происходило ни у юношей, ни у девушек.

Показатели интервала QT в общей группе (табл. 1), у юношей (табл. 2) и у девушек (табл. 3) как в покое, так и после нагрузки не выходили за пределы референсной нормы [14, с. 468]. Как полагают, интервал QT имеет важное клиническое значение. Его удлинение связывают с повышенным риском для сердца [12, с. 311]. Нормальной физиологической реакцией на физическую нагрузку считается укорочение интервала QT, а его удлинение рассматривают как патологическую реакцию [11, с. 24].

После степ-теста в течение двух минут QT достоверно снижался как в общей группе (табл. 1), так и у юношей (табл. 2) и девушек (табл. 3). В целом это согласуется с данными других авторов [13, с. 37]. Показатели скорректированной электрической систолы QTc согласно работе [9, с. 22] в норме при ритме не реже 50 уд./мин находится в интервале от 0, 40 до 0, 42 с. При нормальном состоянии сердца отклонение значения скорректированной (должной) электрической систолы (QTc) от фактической

Таблица 4. Амплитуда зубцов ЭКГ у юношей и девушек в покое и после 2-х минутного степ-теста по данным электрокардиографа FX-8322, М±m

Функциональное состояние	Зубец P, мВ	Зубец Q, мВ	Зубец R, мВ	Зубец S, мВ	Зубец T, мВ
Покой	0,12±0,020	0,07±0,022	1,37±0,071	0,15±0,060	0,34±0,033
Степ-тест, 2 мин	0,22±0,07	0,09±0,024	1,29±0,073	0,30±0,068	0,37±0,050
Достоверность, p	<0,01**	<0,05*	<0,05	<0,01**	<0,05

Таблица 5. Сравнение амплитуды зубцов ЭКГ в покое настоящей работы с данными литературы

Функциональное состояние	Зубец P, мВ	Зубец Q, мВ	Зубец R, мВ	Зубец S, мВ	Зубец T, мВ
Покой, данные литературы	0,05–0,3	0,05–0,3	0,6–2,0	0,05–2,0	0,2–0,6
Покой, данные настоящей работы	0,12±0,020	0,07±0,022	1,37±0,071	0,15±0,060	0,34±0,033

(QT) не должно превышать 15% в ту или иную сторону [13, с. 37]. В покое это отклонение у юношей составило 8% (табл. 2), а у девушек — 14%, что соответствует нормальному распределению. Что может указывать на нормальное распределение волн возбуждения по сердечной мышце [13, с. 37], следовательно, у обследованных нами студентов также эти процессы соответствуют норме. Изменение длительности интервала QTс после нагрузки может указывать на нарушения в работе сердца [12, с. 311]. Интервал QTс также не изменялся и после выполнения степ-теста в течение одной минуты [7, с. 39].

Амплитуда зубцов P, Q, S на ЭКГ после выполнения степ-теста в течение 2-х минут у юношей и девушек достоверно возростала, а зубцов R и T — не менялась (табл. 4). По данным Чернявских [13, с. 36] после физической нагрузки на велоэргометре с мощностью нагрузки в 150 Вт амплитуда зубцов P, Q, R и S достоверно уменьшалась, а длительность интервалов P-Q, QRS и Q-T также снизилась.

Данные об изменении амплитуды зубца R после нагрузки важны для диагностики нарушений сердца, в частности, ишемической болезни сердца (ИБС) [8, с. 33]. Этот показатель может отражать дисфункцию левого желудочка сердца [8, с. 33]. У молодых здоровых людей при умеренной нагрузке отмечается увеличение амплитуды зубцов R, а при максимальной нагрузке — ее уменьшение [8, с. 33]. Достоверное снижение амплитуды зубца R после 5 минутной велоэргометрической пробы у юношей призывного возраста отмечено в работе [13, с. 35]. Полученное в настоящей работе значение амплитуды указанного зубца после выполнения степ-теста в течение двух минут также снижалось по отношению покою, хотя и не достоверно (табл. 4).

Значения амплитуд зубцов ЭКГ у обследованных студентов не выходили за референсные границы нормы (табл. 5). В указанной таблице приведены сравнительные

данные значений амплитуд разных зубцов ЭКГ, полученные в настоящей работе, с литературными [14, с. 468].

Следует также отметить, что статистически значимые изменения показателей ЭКГ происходили как при выполнении степ-теста в течение одной минуты [7, с. 39], так и после выполнения степ-теста в течение двух минут — данные настоящей работы. В то же время достоверные изменения спирографических показателей внешнего дыхания у ранее обследованных нами студентов были отмечены только после выполнения двухминутного степ-теста [5, с. 24]. А после выполнения степ-теста в течение одной минуты показатели внешнего дыхания достоверно не менялись. Возможно, эти данные указывает на то, что сердечно-сосудистая система и ее регуляторные механизмы быстрее реагирует на физическую нагрузку, чем система внешнего дыхания.

### Заключение

Таким образом, некоторые литературные данные о том, что происходит изменение продолжительности интервалов ЭКГ и амплитуды зубцов ЭКГ после дозированной физической нагрузки, подтверждаются результатами, полученными в настоящей работе. Хотя характер и направленность изменений на ЭКГ варьирует у разных авторов. Эти изменения зависят от условий проведения физической пробы и контингента, участвующего в исследовании. В частности, изменения на ЭКГ после дозированной физической нагрузки могут отличаться у спортсменов и нетренированных людей. Участвовавшие в исследовании студенты относятся к последней категории.

В целом у обследованных нами студентов параметры ЭКГ в покое находились в пределах референсной нормы, что позволяет сделать вывод об удовлетворительном состоянии работы сердца. Эти исследования были проведены на студентах, не имевших до иссле-

дования жалоб на состояние сердечно-сосудистой системы. Однако, привлечение к исследованию большего числа студентов в будущем, вероятно, позволит получить более полную картину состояния сердечно-со-

судистой системы студентов и её адаптированности к учебному процессу с использованием электрокардиографического метода в сочетании с дозированной физической нагрузкой.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Белоконь Н. А. Врожденные пороки сердца/Н.А. Белоконь, В. П. Подзолков — М.: Медицина. — 1990. — 352 с.
2. Белоус В. А. Организация научных исследований по физической культуре в вузе: Учебно-методическое пособие/В.А. Белоус, В. А. Щеголев, Ю. Н. Щедрин — СПб: СПбГУИТ-МО. — 2005. — 72 с.
3. Воронин Р. М. Гарвардский степ-тест в оценке функционального состояния юношей 17–18 лет/Р.М. Воронин//Научные ведомости. Серия: Медицина. Фармация. — 2011. — № 16 (111). — Вып.15. — С. 182–185.
4. Гольяпин В. В. Факторный анализ электрофизиологических параметров сердца при физических нагрузках/В.В. Гольяпин, М. Г. Потуданская, М. А. Рогова// Современные наукоемкие технологии. — 2005. — № 10. — С. 95–96.
5. Динамические показатели внешнего дыхания у студентов ЧГУ после дозированной физической нагрузки/С.С. Абумуслимов, В. А. Анзоров, С. В. Морякина [и др.]//Вестник Чеченского государственного университета. — 2016. — № 1. — С. 23–27.
6. Дубровский В. И. Спортивная медицина/В.И. Дубровский — М.: Гуманит. изд. центр ВЛАДОС. — 2002. — 512 с.
7. Особенности временных характеристик зубцов и интервалов ЭКГ у студентов ЧГУ после выполнения степ-теста/С.С. Абумуслимов, В. А. Анзоров, С. В. Морякина [и др.]//В сборнике: 5 Ежегодная итоговая конференция профессорско-преподавательского состава Чеченского государственного университета. Сер. «Естественные науки». — 2016. — С. 39–42.
8. Симоненко В. Б. Функциональная диагностика/В.Б. Симоненко, А. Я. Фисун — М.: ОАО «Издательство «Медицина», 2005. — С. 62–86.
9. Смирнов И. В. Функциональная диагностика. ЭКГ, реография, спирография./И.В. Смирнов, А. М. Старшов. — М.: Эксмо, 2008. — 224 с.
10. Струтынский А. В. Электрокардиограмма: анализ и интерпретация/А.В. Струтынский. — 9-е изд. — М.: МЕДпресс-информ. — 2009. — 224 с.
11. Физиология трудовой деятельности: Метод. указания /Состав. проф. И. Ю. Мышкин; Яросл. гос. ун-т. — Ярославль. — 2001. — 59 с.
12. Фурман Н. В. Клиническое значение удлинения интервалов QT и QTс на фоне приема лекарственных препаратов/Н.В. Фурман, С. С. Шматова//Рациональная Фармакотерапия в Кардиологии, 2013. № 9 (3). — С. 311–315.
13. Чернявских С. Д. Функциональные особенности сердечно-сосудистой системы у юношей призывного возраста/ С. Д. Чернявских, К. А. Голдаева, Л. А. Дрыганова и др.//Научный результат. — 2014. — № 2. — С. 33–40.
14. Чеснокова С. А. Атлас по нормальной физиологии/С.А. Чеснокова, С. А. Шастун — М.: ООО «Московское информационное агенство». — 2007. — 496 с.

© Абумуслимов Саидхамзат Саидмагомедович (saidkhamzatabumuslimov@gmail.com),

Магомедова Зарема Алимсултановна (magomedova1204@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»

