

*О. В. Трошенкина, М. В. Мензоров, Д. В. Серова,
А. М. Шутлов, М. В. Балыкин, Е. Д. Пупырева*

**ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ СТАБИЛЬНОСТЬ МИОКАРДА,
СИСТОЛИЧЕСКАЯ И ДИАСТОЛИЧЕСКАЯ ФУНКЦИИ
СЕРДЦА ПРИ ОСТРОЙ НОРМОБАРИЧЕСКОЙ
ГИПОКСИИ У ЗДОРОВЫХ ЛЮДЕЙ¹**

Аннотация. В работе изучены длительность интервала QT, дисперсии интервала QT, а также систолическая и диастолическая функции сердца у здоровых людей при воздействии острой нормобарической гипоксии (ОНГ). Обнаружено, что у здоровых молодых мужчин ОНГ ведет к снижению сократительной способности миокарда и уменьшению наполнения левого желудочка в раннюю диастолу, к увеличению продолжительности интервала QTc. В этой связи электрокардиографическое исследование с определением продолжительности интервала QT должно стать обязательным перед использованием нормобарической гипоксии как в клинической практике, так и в спорте.

Ключевые слова: нормобарическая гипоксия, электрическая стабильность миокарда, интервал QT, дисперсия интервала QT, систолическая функция сердца, диастолическая функция сердца.

Abstract. The aim of this study is to examine the impact of acute 10-min normobaric hypoxia on myocardial electrical stability, systolic and diastolic left ventricular functions in 10 young healthy men. Hypoxia induced a decrease of ejection fraction and left ventricular early peak filling velocity. The QTc interval was prolonged during normobaric hypoxia without QT dispersion increase. The assessment of QT-interval must be mandatory before normobaric hypoxic therapy is started.

Key words: normobaric hypoxia, myocardial electrical stability, QT interval, QT dispersion, left ventricular diastolic function, left ventricular systolic function

Нормобарическая гипоксическая терапия применяется для лечения и реабилитации больных бронхиальной астмой [1, 2], гипертонической болезнью, ишемической болезнью сердца [3, 4]. Начиная с 80-х гг. прошлого века нормобарическая гипоксия стала активно использоваться в подготовке спортсменов в виде гипоксических палаток и специальных масок [5, 6]. При этом влияние острой нормобарической гипоксии (ОНГ) на состояние сердца, в том числе на электрическую стабильность миокарда, изучено недостаточно. Между тем крайне актуальна проблема внезапной смерти, о чем свидетельствует разработка Рекомендаций по профилактике внезапной смерти Европейским обществом кардиологов [7], в том числе у спортсменов, чему посвящены Рекомендации по допуску к занятиям спортом и участию в соревнованиях спортсменов с отклонениями со стороны сердечно-сосудистой системы Всероссийского научного общества кардиологов [8]. Одним из способов оценки электрической стабильности миокарда является определение дисперсии интервала QT, свидетельствующей о негомогенности реполяризации миокарда, увеличение которой может быть предиктором возникновения фатальных аритмий [9].

¹ Работа выполнена при поддержке ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» (№ 14.740.11.1198 от 14.06.2011) на 2009–2013 годы.

Установлено, что при нормобарической гипоксии ударный объем сердца практически не изменяется [10]. Однако данные по исследованию систолической и диастолической функций сердца на фоне острой нормобарической гипоксии немногочисленны и противоречивы.

Целью работы явилось изучение длительности интервала QT, дисперсии интервала QT, а также систолической и диастолической функций сердца у здоровых людей при воздействии ОНГ, параметры которой близки к рекомендуемым для нормобарической гипокситерапии.

Материалы и методы

Изучены систолическая, диастолическая функции сердца, длительность интервала QT, дисперсия интервала QT при воздействии острой нормобарической гипоксии у 10 здоровых добровольцев – мужчин в возрасте от 18 до 27 лет ($22,1 \pm 3,5$ года). У всех исследуемых получено информированное согласие на проведение исследования. Для проведения ОНГ использовался гипоксикатор «Эверест-1» (Россия). Методика проведения ОНГ подробно описана ранее [3]: добровольцы дышали газовой смесью с концентрацией O_2 10 об.% в течение 10 мин. Непосредственно перед проведением ОНГ регистрировали систолическое и диастолическое артериальное давление, записывали ЭКГ в 12 общепринятых отведениях (аппарат Fukuda Denshi FCP-2155, Япония) с определением в автоматическом режиме величины интервала QT (QT) и скорректированного по формуле Базетта интервала QT (QTc). Кроме того, определяли дисперсию интервала QT (разница между максимальной и минимальной величинами интервала QT в 12 общепринятых отведениях) [11]. Дисперсию интервала QTc не рассчитывали в связи с малой информативностью этого показателя [12].

Непосредственно перед ОНГ проводили эхокардиографическое исследование (аппарат Aloka SSD-2000) в М-режиме согласно рекомендациям американского эхокардиографического общества [13, 14]. Диастолическую функцию левого желудочка исследовали с помощью импульсной доплер-эхокардиографии из верхушечного доступа в четырехкамерном сечении сердца. При оценке диастолического наполнения придерживались совместных рекомендаций Европейского общества эхокардиографии и Американского общества эхокардиографии [15]. Здесь же в кабинете эхокардиографии с помощью гипоксикатора создавалась ОНГ, во время проведения которой на 7–8-й минутах повторно выполняли эхокардиографию и доплерографию. Поскольку время исследования было ограничено 2 минутами, исследование ограничивалось только выполнением первого этапа оценки диастолической функции, согласно вышеупомянутым Рекомендациям. На 9-й минуте ОНГ вновь записывали ЭКГ и измеряли артериальное давление.

Статистическая обработка данных проводилась с использованием программы Statistica for Windows 6.0. Достоверность различий между параметрами определяли по критерию t Стьюдента для связанных переменных. Данные представлены в виде $M \pm SD$, где M – среднее арифметическое, SD – стандартное отклонение. Различие считали достоверным при $p < 0,05$.

Результаты и обсуждение

Переносимость ОНГ была удовлетворительной: только 2 из 10 обследованных отмечали появление легкого головокружения. Результаты оценки

частоты сердечных сокращений и артериального давления у здоровых добровольцев до и на 9-й минуте ОНГ представлены в табл. 1. В конце ОНГ отмечалось клинически незначимое, но статистически достоверное увеличение частоты сердечных сокращений, при этом нарушений ритма сердца мы не наблюдали. Артериальное давление, как систолическое, так и диастолическое, существенно не менялось. На фоне ОНГ наблюдалось достоверное увеличение продолжительности интервала QTс (рис. 1), дисперсия интервала QT уменьшалась (рис. 2), а продолжительность интервала QT существенно не менялась ($0,37 \pm 0,02$ и $0,36 \pm 0,02$ с соответственно, $p = 0,2$). Динамика интервала QTс на фоне ОНГ у всех обследованных представлена на рис. 3.

Таблица 1

Частота сердечных сокращений, систолическое и диастолическое артериальное давление у здоровых добровольцев до и на 9-й минуте ОНГ

Показатель	До ОНГ, $M \pm SD$	На 9-й минуте ОНГ, $M \pm SD$	p
Частота сердечных сокращений, мин	$73,5 \pm 11,2$	$78,2 \pm 10,5$	0,03
Систолическое артериальное давление, мм рт. ст.	$123,5 \pm 12,0$	$121,5 \pm 8,2$	0,5
Диастолическое артериальное давление, мм рт. ст.	$65,5 \pm 11,4$	$65,5 \pm 9,7$	0,8

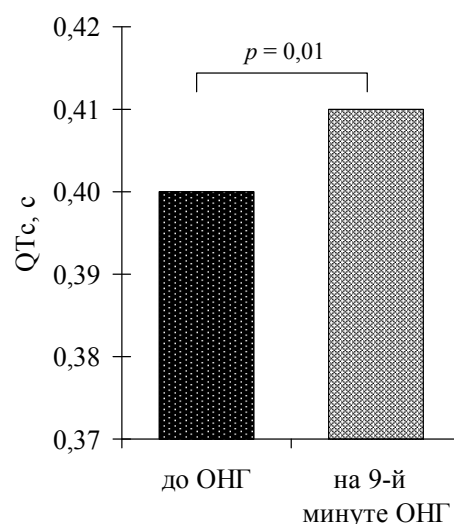


Рис. 1. Корригированный интервал QT у здоровых мужчин до и на 9-й минуте воздействия ОНГ

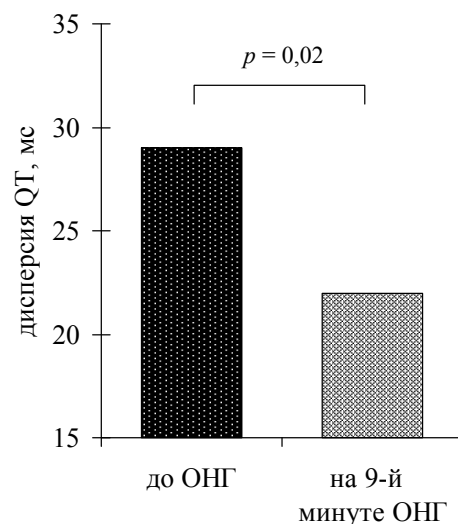


Рис. 2. Дисперсия интервала QT у здоровых мужчин до и на 9-й минуте воздействия ОНГ

Результаты эхокардиографии и доплерографии представлены в табл. 2.

На 7–8-й минуте ОНГ наблюдалось увеличение КДР и КСР левого желудочка, отмечено снижение ФВ, уменьшение скорости раннего диастолического наполнения левого желудочка (E) и отношения максимальной скорости раннего диастолического наполнения к максимальной скорости наполнения в систолу предсердий (E/A).

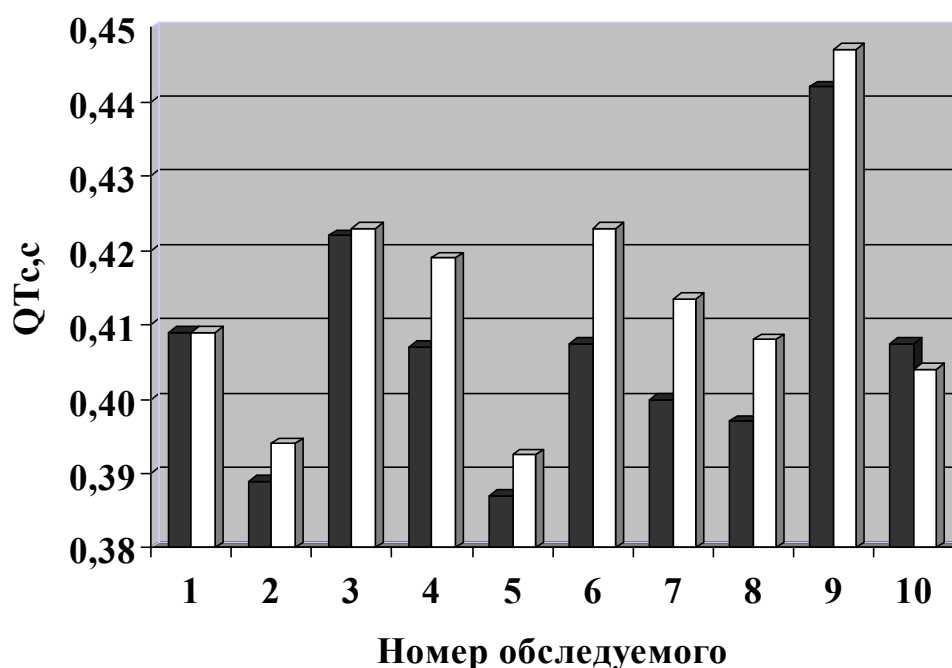


Рис. 3. Длительность скорректированного интервала QT у здоровых мужчин до (темные столбики) и на 9-й минуте (светлые столбики) воздействия ОНГ

Таблица 2

Результаты эхокардиографии и доплерографии до и на 7–8-й минутах ОНГ у здоровых добровольцев

Показатель*	До ОНГ, $M \pm SD$	На 7–8-й минутах ОНГ, $M \pm SD$	p
КДР, мм	$47,5 \pm 3,7$	$49,1 \pm 3,1$	0,03
КСР, мм	$32,1 \pm 1,8$	$34,9 \pm 2,4$	0,001
КДО, мл	$109,2 \pm 26,1$	$120,2 \pm 23,1$	0,04
УО, мл	$75,9 \pm 22,8$	$77,5 \pm 20,5$	0,7
ФВ, %	$68,5 \pm 6,6$	$63,9 \pm 6,9$	0,01
E , м/с	$0,82 \pm 0,08$	$0,76 \pm 0,10$	0,03
A , м/с	$0,42 \pm 0,05$	$0,46 \pm 0,08$	0,2
E/A , м/с	$1,98 \pm 0,27$	$1,68 \pm 0,31$	0,01
$IVRT$, мс	$73,6 \pm 13,8$	$74,7 \pm 14,2$	0,8
EDT , мс	$88,7 \pm 16,7$	$94,7 \pm 10,7$	0,4

Примечание. КДР – конечный диастолический размер; КСР – конечный систолический размер; КДО – конечный диастолический объем; УО – ударный объем; ФВ – фракция выброса; E – максимальная скорость раннего диастолического наполнения; A – максимальная скорость наполнения левого желудочка в систолу предсердий; E/A – отношение максимальной скорости раннего диастолического наполнения к максимальной скорости наполнения в систолу предсердий; $IVRT$ – время изоволюмического расслабления левого желудочка; EDT – время замедления раннего диастолического потока.

Таким образом, у здоровых людей при проведении ОНГ наблюдалось снижение глобальной сократительной способности миокарда, о чем свиде-

тельствует снижение фракции выброса при увеличении КДР и КСР левого желудочка. Кроме того, установлено снижение скорости раннего диастолического наполнения левого желудочка, что, по-видимому, может быть объяснено нарушением изоволюмической релаксации миокарда (активный процесс, требующий энергии) и (или) гипоксической вазодилатацией со снижением венозного возврата к сердцу (уменьшение преднагрузки). При этом клинически значимых изменений числа сердечных сокращений и артериального давления, которые бы влияли на переносимость ОНГ, не наблюдалось. Вместе с тем следует отметить, что О. Fritbert и соавторы [16] отметили у здоровых добровольцев увеличение числа сердечных сокращений и улучшение систолической функции в условиях гипоксии без выраженных нарушений диастолической функции сердца. В другом исследовании, где уровень гипоксии соответствовал 4500 м над уровнем моря при продолжительности экспозиции 90 мин, отмечено увеличение фракции выброса левого желудочка, ухудшение диастолического наполнения при увеличении числа сердечных сокращений и отсутствии значимых изменений артериального давления [17]. Имеющиеся в литературе данные трудно сравнивать в связи с разными протоколами исследований, а также разными методами создания гипоксии и разной продолжительностью экспозиции. В нашем исследовании гипоксия создавалась остро и длительность экспозиции была невелика, и на 7–8-й минутах мы отметили существенное снижение фракции выброса. Возможно, что при более длительной экспозиции за счет включения механизмов адаптации фракция выброса увеличивается. Так, в условиях хронической гипоксии у крыс развиваются легочная гипертензия, гипертрофия правого желудочка, при этом сохранена фракция выброса, но нарушена диастолическая функция левого желудочка [18].

Нами обнаружено увеличение интервала QTc, который, однако, только у одного обследуемого достигал величины, при которой значительно возрастает вероятность появления желудочковых нарушений ритма сердца. Известно, что при удлинении интервала QT ($QTc > 0,44$ с) увеличивается риск развития жизнеугрожающих желудочковых аритмий, в частности желудочковой тахикардии типа «пируэт» (torsade de pointes) [19]. При воздействии ОНГ интервал QTc в среднем увеличивается на 0,01 с (max 0,016 с). Увеличение, как нам кажется, не столь значительное, чтобы оказать влияние на здоровых людей. Вместе с тем не исключено, что влияние ОНГ на продолжительность интервала QT у людей старших возрастных групп и у больных с патологией сердца может быть более выраженным. Даже небольшое дополнительное увеличение продолжительности интервала QT, вызванное гипоксией, может оказаться фатальным для больных с синдромом удлиненного QT. Известно, что удлинение интервала QT бывает генетически обусловленным [20] или приобретенным и может наблюдаться у больных артериальной гипертензией [21], ожирением [22] и другой патологией. Продолжительность интервала QT увеличивается под влиянием ряда медикаментов. Так, способны удлинять интервал QT и вызывать желудочковую тахикардию типа «пируэт» некоторые антиаритмические препараты, в частности широко применяемые амиодарон [23], соталол [24] и др. Удлинение интервала QT может вызывать используемый при бронхиальной астме сальбутамол [20]. Интересно, что бронхиальная астма, при которой часто проводится нормобарическая гипокситерапия, почти в два раза чаще встречается у больных с наследственно обусловленным

синдромом удлинённого QT, чем у их родственников, не имеющих удлинения QT. Высказывается даже мнение о возможной связи между столь разной патологией [25].

Следует учесть, что молодые люди могут принимать лекарственные препараты по поводу различных заболеваний, ряд из которых увеличивает продолжительность интервала QT. Список лекарственных препаратов, увеличивающих продолжительность интервала QT, включает более 40 наименований, в том числе такие распространённые, как эритромицин, кларитромицин, амитриптилин. В этом случае нельзя исключить потенцирование эффекта ОНГ и лекарственного препарата.

Исследования последних лет продемонстрировали прогностическую значимость не только удлинения интервала QT, но и увеличения дисперсии интервала QT в отношении возникновения желудочковых аритмий и внезапной смерти [26, 27]. Установлено увеличение дисперсии интервала QT у больных с ишемической болезнью сердца при проведении велоэргометрической пробы [12]. Увеличение дисперсии интервала QT у больных с инфарктом миокарда с подъемом сегмента ST является предиктором неблагоприятного исхода в постинфарктном периоде, в том числе в связи с фатальными аритмиями [29]. Проаритмический эффект увеличения дисперсии QT отмечен при хронической сердечной недостаточности некоронарогенной природы [30]. При гипертрофии левого желудочка и отсутствии изменений в коронарных артериях физическая нагрузка не ведет к увеличению дисперсии интервала QT [28]. У обследованных нами добровольцев дисперсия интервала QT в конце ОНГ даже уменьшилась. По нашему мнению, это объясняется тем, что были обследованы здоровые мужчины, у которых уже в силу молодого возраста (18–27 лет) не предполагается наличие стенозирующего коронарного атеросклероза. В этих условиях гипоксия не ведет к увеличению негомогенности пространственной реполяризации в миокарде, электрокардиографическим отражением которой является увеличенная дисперсия интервала QT.

Заключение

В заключение следует отметить, что одним из эффектов ОНГ является снижение сократительной способности миокарда и уменьшение наполнения левого желудочка в раннюю диастолу, что у здоровых людей при кратковременной нормобарической гипоксии (10 мин с концентрацией O_2 10 об.%) выраженных клинических проявлений не имеет. У здоровых молодых мужчин ОНГ также ведет к увеличению продолжительности интервала QTс, который, однако, не достигает критической (аритмогенной) величины. Вместе с тем у людей с исходно удлинённым интервалом QT дополнительное увеличение продолжительности интервала QT, вызванное гипоксией, может оказаться фатальным. Наличие удлинённого интервала QT следует считать противопоказанием к применению нормобарической гипоксии. Осторожность также необходима при использовании нормобарической гипоксии у людей, принимающих препараты, способные влиять на продолжительность интервала QT. В этой связи электрокардиографическое исследование с определением продолжительности интервала QT должно стать обязательным перед использованием нормобарической гипоксии как в клинической практике, так и в спорте.

Список литературы

1. **Александров, О. А.** Клинико-функциональный эффект курса интервальной нормобарической гипокситерапии у больных хроническим обструктивным бронхитом и бронхиальной астмой / О. А. Александров, П. В. Стручков, Р. С. Веницкая и др. // Терапевтический архив. – 1999. – № 3. – С. 28–32.
2. **Довгальук, А. П.** Использование гипоксической газовой смеси в лечении и реабилитации больных с неспецифическими заболеваниями легких / А. П. Довгальук, И. В. Рау // Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры. – 1997. – № 5. – С. 20–21.
3. **Стрелков, Р. Б.** Нормобарическая гипокситерапия : метод. рекомендации / Р. Б. Стрелков. – М. : Минздрав России, 1994. – 14 с.
4. **Стрелков, Р. Б.** Перспективы использования метода прерывистой нормобарической гипоксической стимуляции (гипокситерапии) в медицинской практике / Р. Б. Стрелков // Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры. – 1997. – № 6. – С. 37–40.
5. **Колчинская, А. З.** Интервальная гипоксическая тренировка в спорте высших достижений / А. З. Колчинская // Спортивная медицина. – 2008. – № 1. – С. 9–25.
6. **Chick, T. W.** Hyperoxic training increases work capacity after maximal training at moderate altitude / T. W. Chick, D. M. Stark, G. H. Murata // Chest. – 1993. – V. 104. – P. 1759–1762.
7. **Zipes, D. P.** ACC/AHA/ESC 2006 guidelines for management of patients with ventricular arrhythmias and the prevention of sudden cardiac death: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force and the European Society of Cardiology Committee for Practice Guidelines (Writing Committee to Develop Guidelines for Management of Patients With Ventricular Arrhythmias and the Prevention of Sudden Cardiac Death) / D. P. Zipes, A. J. Camm, M. Borggrefe et al. // Europace. – 2006. – V. 8. – P. 746–837.
8. Национальные рекомендации по диагностике и лечению фибрилляции предсердий // Кардиоваскулярная терапия и профилактика. – 2011. – № 4. – Приложение 1.
9. **Sporton, S. C.** Acute ischaemia: a dynamic influence on QT dispersion / S. C. Sporton, P. Taggart, P. Sutton M. et al. // Lancet. – 1997. – V. 349. – P. 306–309.
10. **Радзиевский, П. А.** Гипобарическая гипоксическая тренировка в спорте / П. А. Радзиевский // Автоматизированный анализ эффективности использования адаптации к гипоксии в медицине и спорте. – М. ; Нальчик : Изд-во КБНЦ РАН, 2001. – Т. 1. – С. 31–52.
11. **Никитин, Ю. П.** Дисперсия интервала QT / Ю. П. Никитин, А. А. Кузнецов // Кардиология. – 1998. – № 5. – С. 58–62.
12. **Arab, D.** Usefulness of the QTc interval in predicting myocardial ischemia in patients undergoing exercise stress testing / D. Arab, V. Valeti, H. J. Shunemann et al. // The American Journal of Cardiology. – 2000. – V. 85. – P. 764–766.
13. **Sahn, D. J.** Recommendations regarding quantitation in M-mode echocardiography: results of a survey of echocardiographic measurements / D. J. Sahn, A. DeMaria, J. Kissio et al. // Circulation. – 1978. – V. 58. – P. 1072–1083.
14. **Schiller, N. B.** Recommendations for quantitation of the left ventricle by two-dimensional echocardiography. American Society of Echocardiography Committee on Standards, Subcommittee on Quantitation of Two-Dimensional Echocardiograms / N. B. Schiller, P. M. Shan, M. Crawford et al. // Journal of the American Society of Echocardiography. – 1989. – V. 2. – P. 358–367.
15. **Nagueh, S. F.** Recommendations for the Evaluation of Left Ventricular Diastolic Function by Echocardiography / S. F. Nagueh, C. P. Appleton, T. C. Gillebert et al. // European Journal of Echocardiography. – 2009. – V. 10. – P. 165–193.

16. **Frobert, O.** Influence of oxygen tension on myocardial performance. Evaluation by tissue Doppler imaging / O. Frobert, J. Moesgaard, E. Egon Toft et al. // *Cardiovascular Ultrasound*. – 2004. – V. 2. – P. 22.
17. **Huez, S.** Right and left ventricular adaptation to hypoxia: a tissue Doppler imaging study / S. Huez, K. Retailleau, P. Unger et al. // *American Journal of*. – 2005. – V. 289. – P. H1391–H1398.
18. **Atsushi, Itoha.** Doppler Echocardiographic Assessment of Left Ventricular Diastolic Function in Chronic Hypoxic Rats / Atsushi Itoha, Hideshi Tomitab, Shunji Sanoa // *Acta Medica Okayama*. – 2009. – V. 63. – P. 87–96.
19. **Vincent, G. M.** The inherited long QT syndrome: from ion channel to bedside / G. M. Vincent, K. Timothy, J. Fox et al. // *Cardiology Review*. – 1999. – V. 7. – P. 44–45.
20. **Ольбинская, Л. И.** Синдром удлинённого интервала QT / Л. И. Ольбинская, С. Б. Игнатенко // *Клиническая фармакология и терапия*. – 1999. – № 5. – С. 44–46.
21. **Ural, D.** Echocardiographic features and QT dispersion in borderline isolated systolic hypertension in the elderly / D. Ural, B. Komsuoglu., B. Cetinarslan et al. // *International Journal of Cardiology*. – 1999. – V. 68. – P. 317–323.
22. **Mshui, M. E.** QT interval and QT dispersion before and after diet therapy in patients with simple obesity / M. E. Mshui, T. Saikawa, K. Ito et al. // *Proceedings of the Society for Experimental Biology and Medicine*. Society for Experimental Biology and Medicine. – 1999. – V. 220. – P. 133–138.
23. **Hohnloser, S. H.** Proarrhythmia with class III antiarrhythmic drugs: definition, electrophysiologic mechanisms, incidence, predisposing factors, and clinical implications / S. H. Hohnloser, B. N. Singh // *Journal of Cardiovascular Electrophysiology*. – 1995. – V. 6. – P. 920–936.
24. **Gui, G.** Effects of amiodaron, serratilide, and sotalol on QT dispersion / G. Gui, L. Sen, P. Sager et al. // *The American Journal of Cardiology*. – 1994. – V. 74. – P. 896–900.
25. **Rosero, S. R.** Asthma and the risk of cardiac events in the Long QT syndrome. Long QT Syndrome Investigative Group / S. R. Rosero, W. Zareba, A. J. Moss et al. // *The American Journal of Cardiology*. – 1999. – V. 84. – P. 1406–1411.
26. **Elming, H.** The prognostic value of the QT interval and QT interval dispersion in all-cause and cardiac mortality and morbidity in a population of Danish citizens / H. Elming, E. Holm, L. Jim et al. // *European Heart Journal*. – 1998. – V. 19. – P. 1391–1400.
27. **Okin, P. M.** Assessment of QT interval and QT dispersion for prediction of all-cause and cardiovascular mortality in American Indians: The Strong Heart Study / P. M. Okin, R. B. Devereux, B. V. Howard et al. // *Circulation*. – 2000. – V. 101. – P. 61–66.
28. **Yoshimura, M.** Influence of exercise on QT dispersion in hypertensive patients with left ventricular hypertrophy without coronary artery disease / M. Yoshimura, K. Matsumoto, M. Watanabe et al. // *Circulation Journal*. – 1999. – V. 63. – P. 881–884.
29. **Pan, K.-L.** Prognostic value of QT dispersion change following primary percutaneous coronary intervention in acute ST elevation myocardial infarction / K.-L. Pan, J.-T. Hsu, S.-T. Chang et al. // *International Heart Journal*. – 2011. – V. 52. – P. 207–211.
30. **Hinterseer, M.** Usefulness of short-term variability of QT intervals as a predictor for electrical remodeling and proarrhythmia in patients with nonischemic heart failure / M. Hinterseer, B. M. Beckmann, M. D. Thomsen et al. // *The American Journal of Cardiology*. – 2010. – V. 106. – P. 216–220.

Трошенькина Ольга Владимировна

аспирант, Ульяновский
государственный университет

E-mail: troshenkina@bk.ru

Troshenkina Olga Vladimirovna

Postgraduate student,
Ulyanovsk State University

Мензоров Максим Витальевич

кандидат медицинских наук, старший
преподаватель, кафедра терапии
и профессиональных болезней,
Ульяновский государственный
университет

E-mail: menzorov.m.v@yandex.ru

Menzorov Maksim Vitalyevich

Candidate of medical sciences, senior
lecturer, sub-department of therapeutics
and occupational diseases,
Ulyanovsk State University

Серова Диана Валерьевна

клинический ординатор, кафедра
терапии и профессиональных болезней,
Ульяновский государственный
университет

E-mail: diana_serova@mail.ru

Serova Diana Valeryevna

Resident, sub-department of therapeutics
and occupational diseases,
Ulyanovsk State University

Шутов Александр Михайлович

доктор медицинских наук, профессор,
заведующий кафедрой терапии
и профессиональных болезней,
Ульяновский государственный
университет

E-mail: amshu@mail.ru

Shutov Alexander Mikhaylovich

Doctor of medical sciences, professor,
head of sub-department of therapeutics
and occupational diseases,
Ulyanovsk State University

Балыкин Михаил Васильевич

доктор биологических наук, профессор,
заведующий кафедрой адаптивной
физической культуры, Ульяновский
государственный университет

E-mail: balmv@yandex.ru

Balykin Mikhail Vasilyevich

Doctor of biological sciences, professor,
head of sub-department of adaptive physical
training, Ulyanovsk State University

Пупырева Екатерина Дмитриевна

аспирант, Ульяновский
государственный университет

E-mail: ekaterina-pupyreva@rambler.ru

Pupyryova Ekaterina Dmitrievna

Postgraduate student,
Ulyanovsk State University

УДК 615.835.14.015.

Электрическая стабильность миокарда, систолическая и диастолическая функции сердца при острой нормобарической гипоксии у здоровых людей / О. В. Трошенькина, М. В. Мензоров, Д. В. Серова, А. М. Шутов, М. В. Балыкин, Е. Д. Пупырева // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Медицинские науки. – 2012. – № 1 (21). – С. 90–98.