

УДК 612.6:612.176.4

ВАРИАБЕЛЬНОСТЬ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СИСТОЛЫ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ УЛЬТРАЗВУКОВЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

¹В. Т. Коваль, ¹Г. А. Заяц, ¹Д. В. Голишевский, ¹А. Е. Соловей, ²А. Н. Розенбаум

¹1477 Военно-морской клинический госпиталь МО РФ, г. Владивосток, Россия

²Институт автоматизации и процессов управления Дальневосточного отделения РАН, г. Владивосток, Россия

VARIABILITY IN DURATION OF ELECTRIC SYSTOLE AN ULTRASOUND

¹V. T. Koval, ¹G. A. Zayats, ¹D. V. Golishevsky, ¹A. E. Solovey, ²A. N. Rosenbaum

¹1477 Navy Clinical Hospital, Vladivostok, Russia

²Institute of Automation and Control Processes, Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences, Vladivostok, Russia

© Коллектив авторов, 2015 г.

Ультразвуковое воздействие вызывает множество физических эффектов. В их числе колебания, излучение, давление, микротечения и другие. Многие исследователи изучают влияние УЗИ в экспериментах на животных, однако до настоящего времени нет подтвержденных данных о биологических эффектах при использовании аппаратов с энергетическими характеристиками диагностического спектра. УЗИ продолжают считаться предельно безопасным способом диагностики, несмотря на систематическое расширение рамок стандартных методик с применением доплеровских, чреспищеводных, контрастных исследований. Авторы исследовали влияние ультразвуковых волн малой и средней интенсивности на параметры электрокардиограммы. Выявлено, что после проведения УЗИ внутренних органов у пациентов отмечены изменения электрокардиограммы: электрическая нестабильность миокарда, альтернация зубцов, увеличение продолжительности электрической систолы и замедление атриовентрикулярной проводимости. После проведения УЗИ количество больных с брадикардией увеличилось на 36% — с 14% до 50%. При определенных обстоятельствах перечисленные реакции могут оказаться прогностически неблагоприятными.

Ключевые слова: ультразвук, ультразвуковые диагностические исследования (УЗИ), безопасность для здоровья, параметры электрокардиограммы (ЭКГ).

Ultrasound exposure causes many physical effects. Among these vibrations, light, pressure, and other microcurrents. Many researchers have studied the effect of ultrasound in animal experiments, however, to date there is no confirmed data on the biological effects of using devices with energy characteristics of the diagnostic spectrum. US still considered extremely safe way of diagnosis, despite the systematic expansion of the scope of standard techniques using Doppler, transesophageal, contrast studies. The authors investigated the effect of ultrasonic waves of low and medium intensity on the parameters of the electrocardiogram. It was found that after the US of internal organs in patients with marked changes in the electrocardiogram: myocardial electric instability, wave alternans, increased duration of electric systole and slower atrioventricular conduction. After the ultrasound number of patients with bradycardia, increased by 36%, from 14% to 50%. Under certain circumstances, the above reaction may be prognostically unfavorable.

Key words: ultrasound, ultrasound diagnostic tests (ultrasound), health safety, the parameters of the electrocardiogram (ECG).

Введение. Независимая экспертиза широко применяемых сегодня медицинских и оздоровительных технологий привела к неутешитель-

ному выводу. Подавляющее их большинство несет человеку серьезный вред, а рекламирующие их «специалисты» не представляют реально

протекающих процессов, вызывающих ту или иную реакцию организма. Все рассуждения о достоинствах технологий, как правило, основываются на предположениях о течении тех или иных процессов, базирующихся на некой общей модели или гипотезе, которая к реальной жизни имеет чисто гипотетическое отношение [1, 2].

В последнее десятилетие ультразвуковое исследование (УЗИ) стало частью нашей жизни. В наши дни трудно найти соотечественника, ни разу не видевшего размытые черно-белые сонограммы ультразвуковых изображений органов или те, которые показывают будущим матерям с изображением ребенка внутри матки. И хотя неспециалисту нужно иметь довольно много фантазии, чтобы разглядеть в нечетком снимке свое будущее дитя, это не мешает гордым родителям демонстрировать его в качестве первого детского фото [2–4].

С тех пор как в 1955 г. Ян Дональд (Ian Donald) впервые применил ультразвук для визуализации в естественных условиях модели солидной опухоли, возможности применения УЗИ выросли многократно. И сегодня этот вид диагностики получает все большее распространение уже в объемно-цветовом формате в реальном времени.

Ультразвуковые волны с высокой энергией воздействуют на ткани путем нескольких механизмов. Под воздействием энергии, подводимой медицинскими диагностическими приборами или детекторами газовых пузырьков, видимых повреждений в интактных тканях млекопитающих не установлено [5, 6]. Интенсивность большинства диагностического и детекторного ультразвукового оборудования находится в пределах 10–100 мВт/см². Для сравнения средняя мощность теплопродукции тела человека в результате метаболических процессов составляет около 10 мВт/см². При интенсивности 1–3 мВт/см² превращение энергии ультразвука в тепло в результате поглощения в тканях становится уже заметным [4, 7, 8].

Следовательно, возникающий при работе аппаратуры тепловой поток выше обусловленного метаболизмом, в результате чего наблюдается отчетливый нагревающий эффект. Такой эффект реализуют с помощью медицинской ультразвуковой аппаратуры в физиотерапии.

Цель работы: изучить влияние ультразвукового исследования на изменения параметров электрокардиограммы.

Таблица

Определение систолического показателя до и после проведения ультразвукового исследования

Показатель	Vent. Rate (bpm)	R-R, мс	P-R interval, мс	QRS duratin, мс	QT, мс	QTc, мс	QT/QTc	Paxes	Raxes	Taxes	F1 QRS, мс	СП	СИ
Расчет значений систолического показателя до проведения ультразвукового исследования													
Среднее значение	67,4	90,5	144,88	90,38	377	397	0,95	42	45	38	0,35	0,39	0,90
Стандартное отклонение	9,08	12,24	22,51	9,42	23,23	15,20	0,06	19,14	28,83	20,34	0,02	0,03	0,12
Ошибка СГО	2,27	3,06	5,63	2,35	5,81	3,80	0,02	4,79	7,21	5,09	0,006	0,007	0,031
Расчет значений систолического показателя после проведения ультразвукового исследования													
Среднее значение	60,2	102,0	152,88	91,50	393	390	1,01	39	46	33	0,37	0,37	1,02
Стандартное отклонение	9,50	15,61	22,92	7,71	31,27	22,88	0,08	27,01	27,80	20,54	0,03	0,03	0,16
Ошибка СГО	2,38	3,90	5,73	1,93	7,82	5,72	0,02	6,75	6,95	5,14	0,007	0,007	0,039
Разность средних значений	7,25	-11,48	-8,00	-1,13	-16,38	6,50	-0,06	3,25	-0,63	4,88	-0,02	0,02	-0,11
Разность средних значений, %	-10,8	12,7	5,5	1,2	4,3	-1,6	6,1	-7,7	1,4	-12,8	6,1	-5,6	12,7
Tst	2,21	-2,32	-1,00	-0,37	-1,68	0,95	-2,31	0,39	-0,06	0,67	-2,29	2,24	-2,32

Материалы и методы исследования. Исследовались параметры электрокардиограммы: Ventricular Rate, комплексы *RR*, *QRS*, *PR*, *QT*, *QTc*, *QT/QTc*, *P axes*, *R axes*, *T axes* у пациентов до и после проведения ультразвукового исследования внутренних органов на малых и средних уровнях интенсивности.

При высоких уровнях интенсивности от 1 Вт/см² до нескольких тысяч Вт/см² можно получить повреждение тканей. Акустические термические поражения могут быть вызваны при интенсивностях около 100 Вт/см². Кроме

уверенность не должна быть препятствием для получения дополнительной информации о биологическом воздействии ультразвука [2, 5, 9].

На снабжении лечебно-профилактических учреждений появляются новые приборы с более высокой энергией ультразвуковых волн. Многие гинекологи не советуют проводить ультразвуковое исследование на малом сроке беременности. Объясняется это просто. Неоспоримым является факт, что УЗИ при беременности оказывает вредное влияние на плод. Хотя и нет прямых доказательств того, что подобное

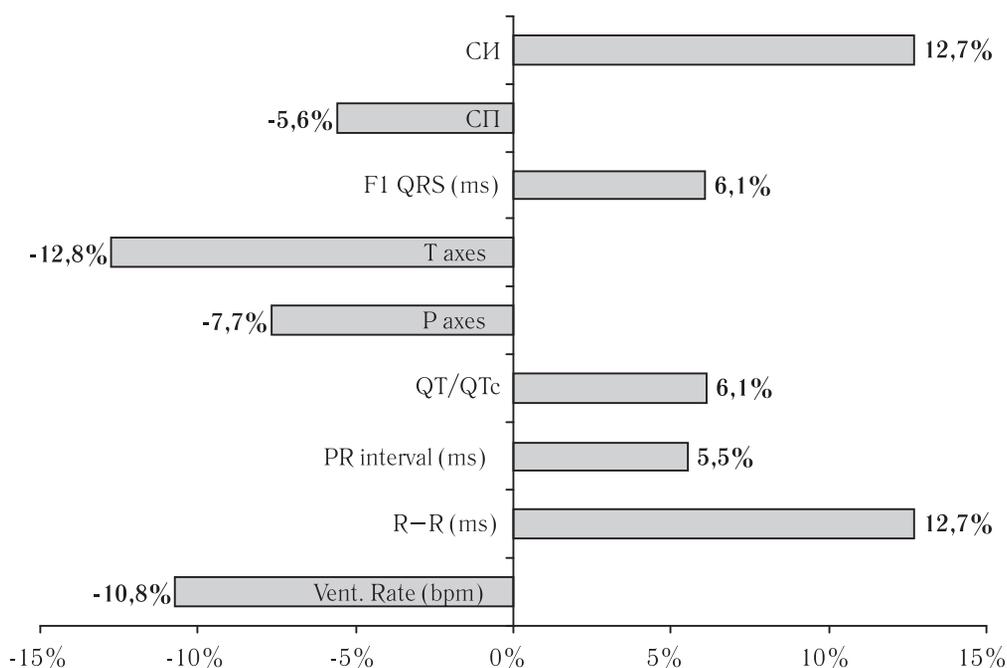


Рисунок. Динамика показателей ЭКГ после проведения УЗИ внутренних органов.

того, зоны низкого давления звуковой волны способны вызвать разрывы в жидкостях. Это явление носит название «кавитации» и заключается в образовании в среде небольших полостей.

Ультразвуковое воздействие вызывает множество физических эффектов, которые могут быть продемонстрированы и воспроизведены *in vitro*. В их числе колебания, излучение, давление, микротечения и др. Многие исследователи изучают влияние УЗИ в экспериментах на животных, однако до настоящего времени нет подтвержденных данных о биологических эффектах при использовании аппаратов с энергетическими характеристиками диагностического спектра. УЗИ продолжает считаться предельно безопасным способом диагностики, несмотря на систематическое расширение рамок стандартных методик с применением доплеровских, чреспищеводных, контрастных исследований. Полагаем, что такая

исследование приносит вред, однако нет и обратных доказательств, что оно абсолютно безвредно. Периодически появляются различные гипотезы о том, как влияет ультразвук на развивающийся эмбрион, от изменений в структуре ДНК до отклонений в развитии [1, 10].

При обследовании беременных отмечены случаи реакции плода, выражающиеся в увеличении двигательной активности в процессе УЗИ. Вычисление систолического показателя и систолического индекса до и после УЗИ представляет в этой связи определенный интерес, так как его увеличение отмечается при поражениях миокарда (таблица). Превышение нормативных значений многие авторы связывают с нарушениями метаболизма [3, 5].

Результаты исследования. После проведения УЗИ внутренних органов у пациентов частота сердечных сокращений достоверно уменьши-

лась в среднем на 7 уд/мин, на 11% (Tst=2,21), соответственно интервал R–R увеличился на 11 мс, на 12,7% (Tst=2,32); интервал P–R, показывающий состояние атриовентрикулярной проводимости, увеличился на 5%; отношение интервала QT/QTc, отражающего продолжительность электрической систолы, увеличилось на 6%; систолический индекс (СИ) соответственно увеличился на 12,7% (Tst=2,32).

Выводы. Таким образом, после проведения УЗИ внутренних органов у пациентов отмечены

изменения электрокардиограммы: электрическая нестабильность миокарда, альтернация зубцов на ЭКГ, увеличение продолжительности электрической систолы и замедление атриовентрикулярной проводимости. После проведения УЗИ количество больных с брадикардией увеличилось на 36% — с 14% до 50%. При определенных обстоятельствах перечисленные реакции могут оказаться прогностически неблагоприятными. Продолжительность такого рода изменений требует дальнейших исследований.

Литература

1. Коваль В. Т. Закономерности механики кровообращения и принципы функциональной диагностики // Здоровье. Медицинская экология. Наука.— 2012.— № 1–2 (47–48).— С. 190–193.
2. Татаркина Н. Д., Коваль В. Т. Функциональные маркеры ишемической болезни сердца / Материалы межрегиональной научно-практической конференции «Актуальные вопросы развития медицины на транспорте на рубеже XXI века».— Владивосток, 2000.— С. 146–149.
3. Коваль В. Т., Окунь Б. В., Татаркина Н. Д., Коваль Е. В., Хорошун Р. М., Конорева Н. А. Техногенная этиология сердечно-сосудистых заболеваний // Здоровье. Медицинская экология. Наука.— 2002.— № 1–2.— С. 47.
4. Фолков Б., Нил Э. Кровообращение.— М.: Медицина, 1976.— 403 с.
5. Коваль В. Т. Мониторинг безопасности человеко-машинных систем // Здоровье. Медицинская экология. Наука.— 2012.— № 1–2 (47–48).— С. 194–196.
6. Fox J. C., Marino H., Fischetti C. Differential Diagnosis of Cardiovascular Symptoms Setting the Expectations for the Ultrasound Examination and Medical Education // Global heart.— 2013.— Vol. 8 (4).— P. 289–292.
7. Newnham J. P., Doherty D. A., Kendall G. E., Zubrick S. R., Landau L. L., Stanley F. J. Effects of repeated prenatal ultrasound examinations on childhood outcome up to 8 years of age: follow-up of a randomised controlled trial // Lancet.— 2004.— Vol. 364.— P. 2038–2044.
8. Volpicelli G., Cardinale L., Garofalo G., Veltri A. Usefulness of lung ultrasound in the bedside distinction between pulmonary edema and exacerbation of COPD // Emerg. Radiol.— 2008.— Vol. 15.— P. 145–151.
9. Health effects of exposure to ultrasound and infrasound: report of the independent Advisory Group on non-ionising radiation.— London: Oxfordshire, 2010.— 180 p.
10. Фейгенбаум Х. Эхокардиография.— 5-е изд.— М.: Видар-М, 1999.— 416 с.
11. Shaibu O. Bello, Bissallah A. Ekele. On the safety of diagnostic ultrasound in pregnancy: Have we handled the available data correctly? // Annals of African Medicine.— 2012.— Vol. 11 (1).— P. 1–4.

Поступила в редакцию 4.09.2015 г.

Контакт: Коваль Василий Трофимович, fregat80@mail.ru

Сведения об авторах:

Коваль Василий Трофимович — кандидат медицинских наук, заведующий отделением функциональной диагностики ФГКУ «1477 ВМКГ» МО РФ. 690005, г. Владивосток, Ивановская ул., д. 4. Тел.: 8 (423) 75-35-63.

e-mail: fregat80@mail.ru;

Голишевский Денис Вячеславович — полковник медицинской службы, начальник ФГКУ «1477 ВМКГ» МО РФ. 690005, г. Владивосток, Ивановская ул., д. 4. Тел.: (423) 246-77-77;

Соловей Андрей Евгеньевич — начальник медицинской части ФГКУ «1477 ВМКГ» МО РФ. 690005, г. Владивосток, Ивановская ул., д. 4. Тел.: 8 (423) 46-78-14 (120). e-mail: vgku@mail.ru;

Заяц Григорий Андрианович — кандидат медицинских, врач функциональной диагностики отделения функциональной диагностики ФГКУ «1477 ВМКГ» МО РФ. 690005, г. Владивосток, Ивановская ул., д. 4.

Тел.: 8 (423) 75-35-63. e-mail: zayac-g@mail.ru;

Розенбаум Анатолий Наумович — доктор технических наук, профессор, заведующий Лабораторией прогнозирования состояния и надежности технических систем Института автоматизации и процессов управления Дальневосточного отделения РАН, Приморский край, г. Владивосток, ул. Радио, д. 5.