

Буряк Владимир Николаевич, д.м.н., профессор,
ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский
университет им. И.И. Мечникова» Минздрава России
Buryak Vladimir Nikolaevich,
Doctor of Medical Sciences, Professor,
North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov,
Ministry of Health of the Russian Federation

**ИНФОРМАТИВНОСТЬ МЕТОДА КРУПНОМАСШТАБНОЙ
ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАФИИ В ОЦЕНКЕ БИОЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ
АКТИВНОСТИ МИОКАРДА У ДЕТЕЙ
INFORMATIVENESS OF THE METHOD OF LARGE-SCALE
ELECTROCARDIOGRAPHY IN ASSESSING BIOELECTRIC
MYOCARDIAL ACTIVITY IN CHILDREN**

Аннотация. Одним из условий большей информативности электрокардиографического метода оценки биоэлектрической активности миокарда является повышение качества усилителей биопотенциалов. В свете указанного особый интерес представляет крупномасштабная электрокардиография с записью потенциалов миокарда в режиме 1мВ=50мм. Целью исследования явилось выяснение информативности метода крупномасштабной электрокардиографии в оценке биоэлектрической активности миокарда у детей. Выявлены её преимущества по сравнению со стандартной в оценке зубца Р и зубца U, позволяющие определять правопредсердное и левопредсердное внутреннее отклонение, длительность проведения возбуждения с правого предсердия на левое, характеризовать биоэлектрическую активность папиллярных мышц.

Abstract. One of the conditions for a more informative electrocardiographic method of assessing the bioelectric activity of the myocardium is to improve the quality of the bioelectric potential amplifiers. In this regard, large-scale electrocardiography with recording of myocardial potentials in the 1mV=50mm mode is of particular interest. The aim of this study was to determine the informativeness of the large-scale electrocardiography method in assessing the bioelectric activity of the myocardium in children. Its advantages over the standard method in assessing the P and U waves have been identified, allowing for the determination of right-atrial and left-atrial internal deviation, the duration of excitation conduction from the right atrium to the left atrium, and the characterization of the bioelectric activity of the papillary muscles.

Ключевые слова: Крупномасштабная электрокардиография, биоэлектрическая активность миокарда, дети.

Keywords: Large-scale electrocardiography, myocardial bioelectric activity, children.

ВВЕДЕНИЕ

Деятельность сердечно-сосудистой системы определяется прежде всего функциональной способностью миокарда, отражением которой в значительной степени является состояние его биоэлектрической активности. Одним из апробированных методов исследования последней является электрокардиография, широко используемая в клинической практике.

Вторая половина прошлого столетия ознаменована расширением возможностей указанного метода, обусловленным внедрением в практику здравоохранения различных модификаций [1]. Однако, до настоящего времени остаются нерешёнными вопросы верификации ряда изменений реполяризационных процессов в миокарде, нарушений ритма и т.д. Одним из условий большей информативности электрокардиографического метода оценки



биоэлектрической активности миокарда является повышение качества усилителей биопотенциалов. В свете указанного особый интерес представляет разработанная в последние годы крупномасштабная электрокардиография, имеющая в своей основе запись ЭКГ в режиме $1\text{mV}=50\text{мм}$ [2]. До настоящего времени метод крупномасштабной электрокардиографии не нашёл широкого применения в педиатрической практике.

Цель – выяснить информативность метода крупномасштабной электрокардиографии в оценке биоэлектрической активности миокарда у детей

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Для достижения поставленной цели нами обследовано 47 здоровых детей в возрасте от 1 года до 14 лет, которые не переносили никаких заболеваний в течение последних 6 месяцев перед обследованием. У всех обследованных исследовалось состояние биоэлектрической активности миокарда путём одновременного проведения стандартной ($1\text{mV}=10\text{мм}$) и крупномасштабной ($1\text{mV}=50\text{мм}$) электрокардиографии. Исследование проводилось в горизонтальном положении. Каждому ребёнку при помощи восьмиканального полиграфа П 84-01 в 12 общепринятых отведениях (трёх стандартных, трёх усиленных однополюсных и шести грудных) проводилась одновременная регистрация стандартной электрокардиограммы в масштабе $1\text{mV}=10\text{мм}$ и крупномасштабной электрокардиограммы в масштабе $1\text{mV}=50\text{мм}$.

При расшифровке крупномасштабных электрокардиограмм анализировались длительность, амплитуда, форма и направление зубцов P, Q, R, S, T, U, длительность и расположение по отношению изоэлектрической линии сегментов RQ, ST, TU, длительность интервалов PQ, QRS, QT, QU (рис.1).

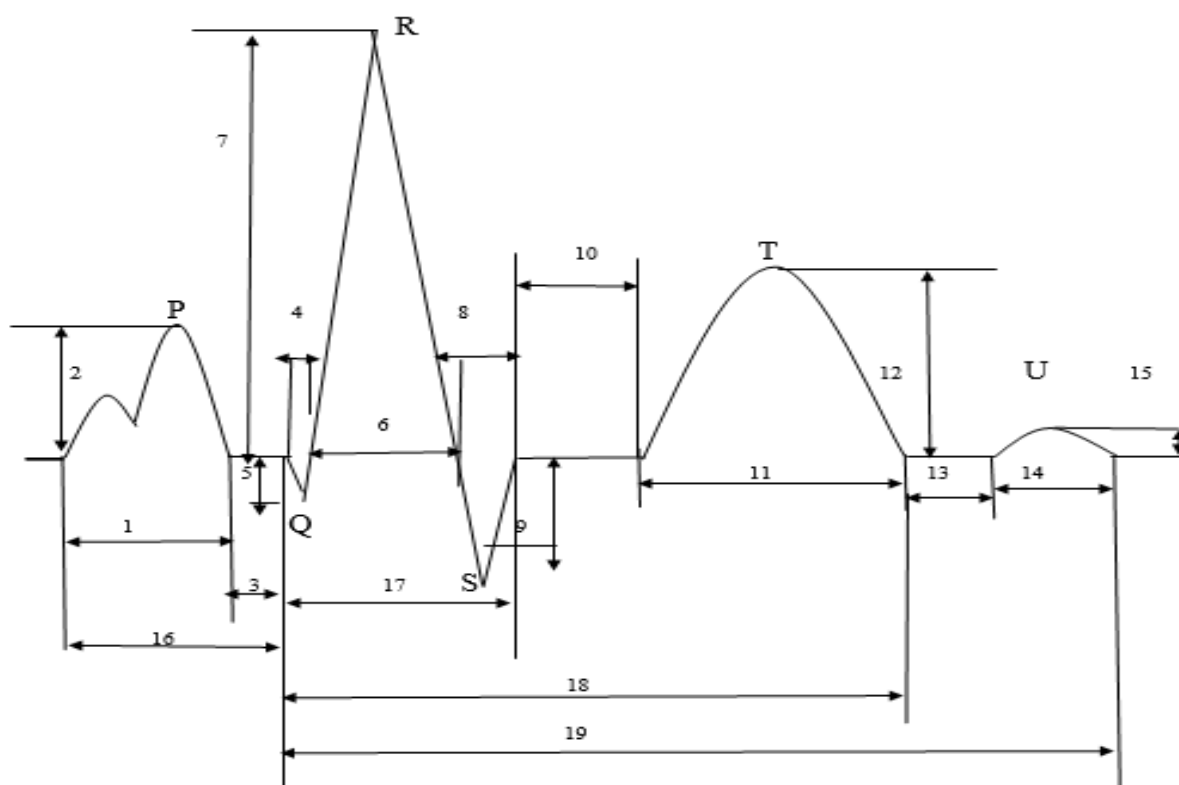


Рис.1 Общий вид нормальной крупномасштабной электрокардиограммы
(II стандартное отведение. $1\text{mV}=50\text{мм}$).

- | | |
|-------------------------------|--------------------------------|
| 1 – длительность зубца P; | 11 – длительность зубца T; |
| 2 – высота зубца P; | 12 – высота зубца T; |
| 3 – длительность сегмента PQ; | 13 – длительность сегмента TU; |



- | | |
|--------------------------------|----------------------------------|
| 4 – длительность зубца Q; | 14 – длительность зубца U; |
| 5 – глубина зубца Q; | 15 – высота зубца U; |
| 6 – длительность зубца R; | 16 – длительность интервала PQ; |
| 7 – высота зубца R; | 17 – длительность интервала PQS; |
| 8 – длительность зубца S; | 18 – длительность интервала QT; |
| 9 – глубина зубца S; | 19 – длительность интервала QU. |
| 10 – длительность сегмента ST; | |

Кроме того, при проведении оценки зубца Р крупномасштабной электрокардиограммы рассчитывались время правопредсердного и левопредсердного внутреннего отклонения и расстояния между вершинами Р (рис. 2).

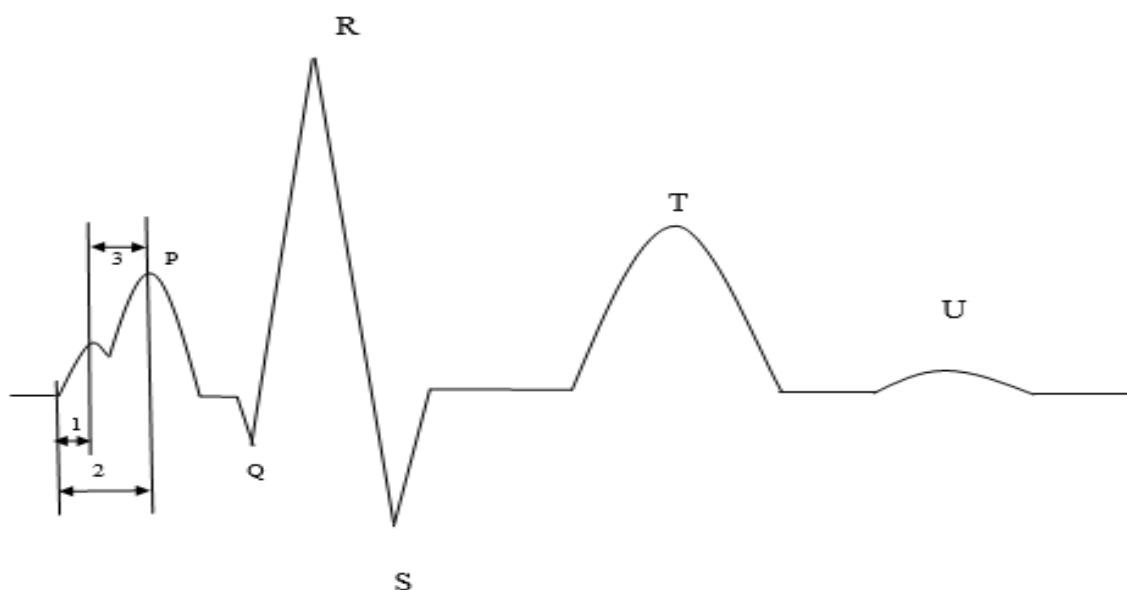


Рис.2 Крупномасштабная электрокардиограмма (II стандартное отведение. 1мВ=50мм).

Параметры оценки внутрипредсердной проводимости.

- 1 – время правопредсердного внутреннего отклонения;
- 2 – время левопредсердного внутреннего отклонения;
- 3 – расстояние между вершинами Р.

Полученные результаты обрабатывались методами вариационной статистики с помощью пакета прикладных программ “Statistica 5.5” (Statsoft).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ.

Проведение электрокардиографии в масштабе 1мВ=50мм позволило у всех обследованных констатировать положительный двухвершинно зубец Р в I и II стандартных отведениях, в VF, V3-V6. Во всех случаях регистрации на крупномасштабных электрокардиограммах двухвершинного зубца Р на стандартных электрокардиограммах отмечался одновременный зубец Р с округлой вершиной.

Двухвершинная форма зубца Р крупномасштабных электрокардиограмм позволяла у всех детей посредством оценки первой вершины охарактеризовать процессы деполяризации в миокарде правого предсердия, посредством оценки второй вершины – процессы деполяризации в миокарде левого предсердия. Нисходящая часть второй вершины отражала ранние реполяризационные процессы в предсердиях. Кроме того, двухвершинная форма зубца Р представляла возможность рассчитывать расстояние между вершинами данного зубца,



отражающее скорость проведения возбуждения с правого предсердия на левое, а также время внутреннего предсердного отклонения, отражающее особенности охвата возбуждением предсердий. Время правопредсердного внутреннего отклонения – время охвата возбуждением правого предсердия. Время левопредсердного внутреннего отклонения – период, необходимый для полного возбуждения левого предсердия.

Все вышеуказанные параметры на стандартных электрокардиограммах не могли быть оценены.

У всех обследованных детей расстояние между вершинами зубца Р было равно 0,02 секунды. Столько же составляло у них и время правопредсердного внутреннего отклонения. Время левопредсердного внутреннего отклонения было равно у всех детей 0,04 секунды.

Проведение электрокардиографии в масштабе 1мВ=50мм позволило зарегистрировать у всех обследованных детей зубец U. По форме анализируемый зубец во всех отведениях, кроме aVR был положительным округлым. В отведении aVR – округлым отрицательным.

Имеется ряд точек зрения в отношении генеза зубца U. Так, данный зубец связывается с персистирующей активностью отдельных элементов желудочков. Существует предположение, что зубец U соответствует периоду кратковременного повышения возбудимости миокарда желудочков, наступающего после окончания электрической систолы левого желудочка (В.В. Мурашко, А.В. Струтынский, 1991). Проявление волны U связывается также с реполяризацией проводящей системы (М.К. Осколкова, 1988). Возможно, что зубец U представляет собой следовой потенциал либо является выражением запаздывающей реполяризации папиллярных мышц (Н.А. Белоконь, М.Б. Кубергер, 1987). Кроме реполяризации папиллярных волокон появление зубца U может быть обусловлено реполяризацией межпапиллярных волокон, а также реполяризацией сфинктера атриовентрикулярного клапана, верхней части межжелудочковой перегородки и волокон Пуркинье (З.И. Янушкевичус и соавт. 1990). Нам импонирует точка зрения, что рассматриваемый зубец отражает процессы реполяризации папиллярных мышц.

Одной из важнейших характеристик зубца U является его высота, представленная в таблице 1.

Таблица 1.

Высота зубца U (1мВ = 50мм) в миллиметрах ($M \pm m$)

Отведение	Возрастная группа детей			
	от 1 до 4х лет	от 4 до 7ми лет	от 7 до 11ти лет	от 11 до 14ти лет
I	0,67 ± 0,08	0,56 ± 0,04	0,78 ± 0,08	0,70 ± 0,08
II	0,75 ± 0,08	0,65 ± 0,08	0,85 ± 0,07	0,90 ± 0,07
III	0,71 ± 0,10	0,58 ± 0,05	0,67 ± 0,08	0,78 ± 0,09
aVR	-0,63 ± 0,08	-0,57 ± 0,05	-0,72 ± 0,08	-0,70 ± 0,08
aVL	0,60 ± 0,06	0,55 ± 0,05	0,60 ± 0,06	0,64 ± 0,09
aVF	0,65 ± 0,08	0,56 ± 0,04	0,85 ± 0,08	0,85 ± 0,08
V ₁	0,64 ± 0,09	0,63 ± 0,06	0,70 ± 0,08	1,00 ± 0,18
V ₂	1,10 ± 0,21	0,88 ± 0,12	1,35 ± 0,18	1,40 ± 0,16
V ₃	1,30 ± 0,15	1,09 ± 0,09	1,90 ± 0,10	1,70 ± 0,15
V ₄	1,20 ± 0,19	0,84 ± 0,10	1,50 ± 0,19	1,35 ± 0,22
V ₅	0,85 ± 0,15	0,67 ± 0,06	1,06 ± 0,15	1,05 ± 0,17
V ₆	0,70 ± 0,15	0,54 ± 0,04	0,81 ± 0,09	0,70 ± 0,08



Как явствует из таблицы 1 начиная с восьмилетнего возраста обнаруживается тенденция к нарастанию амплитуды зубца U. В условиях патологии повышение амплитуды зубца U может свидетельствовать об избыточной нагрузке папиллярных мышц, что может иметь место при увеличении объёма желудочков и, соответственно, повышении давления, оказываемого на атриовентрикулярные клапаны во время систолы желудочков. Таким образом, анализируя зубец U можно выявить ранние признаки гемодинамической перегрузки того или иного желудочка. Снижение амплитуды зубца U может наблюдаться при недостаточности атриовентрикулярных клапанов, при их пролапсе, при гипоплазии папиллярных мышц, а также в тех случаях, когда имеются аномально расположенные хорды.

Полученные нами данные выявили тенденцию к нарастанию длительности зубца U с возрастом (табл.2).

Таблица 2

Длительность зубца U и сегмента TU (1мВ = 50мм) в секундах ($M \pm m$)

Показатель	Возрастная группа детей			
	от 1 до 4-х лет	от 4 до 7ми лет	от 7 до 11ти лет	от 11 до 14ти лет
Длительность зубца U	$0,090 \pm 0,004$	$0,101 \pm 0,002$	$0,101 \pm 0,004$	$0,111 \pm 0,003$
Длительность сегмента TU	$0,023 \pm 0,002$	$0,051 \pm 0,002^*$	$0,051 \pm 0,002^*$	$0,060 \pm 0,002^{**}$

** $p < 0,05$ – статистически значимо по сравнению с возрастной группой от 1го до 4-х лет*

*** $p < 0,05$ – статистически значимо по сравнению с возрастной группой от 4-х до 7-ми лет и от 7-ми до 11-ти лет*

Характеристика длительности зубца U может оказать существенную помощь в распознавании ряда патологических состояний миокарда. Так, к уменьшению величины рассматриваемого показателя может приводить ускорение проведения возбуждения по папиллярным мышцам либо гипоплазия последних. Гипоплазию папиллярных мышц можно предположить с большей вероятностью при сочетании уменьшения длительности зубца U с уменьшением его высоты. Увеличение длительности зубца U может свидетельствовать о замедлении охвата возбуждением папиллярных мышц, но может быть и при их гипертрофии, особенно, если удлинение зубца U сочетается с увеличением его амплитуды.

Сегмент TU, по всей вероятности, отражает начальный этап процесса реполяризации папиллярных мышц. О скорости его можно судить по длительности сегмента TU, статистически значимо нарастающей с возрастом (табл.2).

У обследованных рассматриваемых групп сегмент TU во всех случаях находился на изоэлектрической линии. Следовательно, любое смещение данного сегмента по отношению к изолинии может расцениваться как признак нарушения реполяризационных процессов в папиллярных мышцах.

На стандартных электрокардиограммах ни у одного ребёнка из анализируемых групп не регистрировался зубец U и оценить у них все вышеуказанные показатели, касающиеся зубца U и сегмента TU, не представлялось возможным.

Таким образом, крупномасштабная электрокардиография у здоровых детей выявляет целый ряд особенностей, касающихся низковольтных элементов электрокардиограммы, что даёт возможность более детально оценить биоэлектрическую активность миокарда у этого контингента лиц.



Выводы

1. Крупномасштабная электрокардиография имеет преимущества по сравнению со стандартной при оценке биоэлектрической активности миокарда у детей, касающиеся низковольтных элементов электрокардиограммы.
2. Зубец Р крупномасштабной электрокардиограммы имеет двухвершинную форму, позволяющую определять правопредсердное и левопредсердное внутреннее отклонение и длительность проведения возбуждения с правого предсердия на левое.
3. Обязательным компонентом крупномасштабной электрокардиограммы является зубец U, оценка высоты и длительности которого играет важную роль для характеристики биоэлектрической активности папиллярных мышц.

Список литературы:

1. Электрокардиография: учебн. пособие/ В.В.Мурашко, А.В.Струтынский. – 19-е изд. – Москва: МЕДпресс-информ, 2023. – 360 с.: ил. ISBN 978-5-907632-44-8
2. Электрокардиография: учебное пособие / Н. И. Волкова, И. С. Джериева, А. Л. Зибарев [и др.]. – Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2022.: ил. — DOI: 10.33029/9704-6443-4-CAR-2022-1-136. – ISBN 978-5- 9704-6443-4.

