

УДК 616.12-073.97-071

ЗУБЕЦ U НА ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАММЕ: КЛИНИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ (ОБЗОР)**М.А. Шаленкова, Э.Д. Михайлова, М.Я. Ржечишкая,**
ММГУ «Городская клиническая больница № 38», г. Н. Новгород*Шаленкова Мария Алексеевна – e-mail: mshalenkova@yandex.ru*

Зубец U – непостоянный компонент ЭКГ. Обычно он небольшой, регистрируется после зубца T. Увеличение его амплитуды выявляется при поражениях центральной нервной системы, электролитных нарушениях, под воздействием медикаментозных препаратов. Отрицательный зубец U может быть при ишемии, перегрузке левого желудочка. Необходимо включать в стандартное электрокардиографическое заключение описание зубца U, когда он патологический.

Ключевые слова: электрокардиограмма, зубец U, клиническая практика.

The U wave is not always seen on the electrocardiogram. It is typically small, and, registered after the T wave. U wave depends on repolarization of papillary muscles and of Purkinje fibres. Prominent U waves are mostly seen in hypokalemia, hypercalcemia, thyrotoxicosis, under the influence of some drugs, and in the setting of intracranial hemorrhage. Negative U wave is seen in myocardial ischemia or left ventricular volume overload. It is necessary to include the description of U wave in standard electrocardiographic conclusion.

Key words: the electrocardiogram, U wave, clinical practice.

1. Происхождение и характеристика зубца U

Небольшой положительный зубец, регистрируемый на электрокардиограмме (ЭКГ) вслед за зубцом T, – зубец U [1, 2, 3, 4] был впервые описан W. Einthoven. По мнению R. Schimpf и соавт. (2008), зубец U – электромеханический феномен, приводящий к низкоамплитудным, низкочастотным отклонениям после волны T [5]. Выделение зубца U на

ЭКГ часто бывает затруднительным из-за его неотчетливого начала и конца, по этой причине его часто принимают за понижение конечной части зубца T или часть зубца P. Поэтому необходимо точно устанавливать интервал PR, просматривая ЭКГ во всех зарегистрированных отведениях [6].

Зубец U – непостоянный компонент ЭКГ, иногда он регистрируется в диастолическом интервале за зубцом T через

0,01–0,04 секунды, имеет ту же полярность и составляет от 5 до 50% высоты зубца Т [7, 8]. Его амплитуда составляет обычно 0,1–0,33 мВ (0,5–5 мм) [9]. Высокоамплитудный зубец U (но не более 5 мм) имеет место в отведениях II, V₂, V₃ [2, 10]. Он растянутый (продолжительность 0,08–0,24 секунды) и плоский (мал). Зубец U может быть двухфазным. В то же время по данным E. Lepeschkin (1969), В.Р. Орлова (2007), В.М. Кубергер (1983), его чаще всего удается зарегистрировать в отведениях II, III, AVF, V₁–V₄ (чаще V₂ и V₃) [1, 2, 9, 10]. В норме зубец U всегда положителен в I, II, V_{4–5} отведениях [1, 11]. Отчетливость его зависит в определенной степени от частоты сердечных сокращений (ЧСС). Установлено, что при ЧСС, превышающей 96 ударов в минуту, определение формы и полярности зубца U в большинстве случаев является невозможным, а при ЧСС свыше 110 в минуту он становится нечетким. Было показано, что при тахикардии зубец U сливается с зубцом Р следующего сердечного цикла и отделить их друг от друга можно путем замедления ЧСС, например, при помощи давления на каротидный синус [2, 5, 12].

Единого взгляда на происхождение зубца U нет. По данным различных авторов он соответствует реполяризации желудочков, фазе изометрического расслабления желудочков, возникает из-за запаздывания реполяризации отдельных участков миокарда желудочков. Есть основание считать, что зубец U связан с реполяризацией волокон проводящей системы. Он часто наблюдается при различных патологических состояниях [13] и отражает повышенную возбудимость миокарда после систолы. Подразумевают, что зубец U связан с потенциалами, возникающими при растяжении миокарда желудочков в период быстрого наполнения [14]. Некоторые исследователи считают, что он обусловлен реполяризацией папиллярных мышц [15, 16, 17], либо волокон Пуркинье [17]. Зубцы Т и U, как результат реполяризации миокарда желудочков, и их взаимоотношения могут иметь значение для измерения интервала QT в покое [13, 18, 19]. Есть еще мнение, что зубец U связан с вхождением ионов калия в клетки миокарда во время диастолы. Возврат сердца в исходное состояние (диастола) длится около 0,2 с на протяжении зубца U [20, 21].

Максимальная длительность интервала Q-U в норме при различной ЧСС представлена в таблице 1 [22].

Из таблицы видно, что при брадикардии увеличивается амплитуда зубца U. Установлено, что при ЧСС менее 65 в минуту он присутствует в 90% случаев [4, 23].

2. Клиническое значение зубца U в педиатрической практике

Зубец U на ЭКГ достаточно детально изучался у детей и подростков.

Медведев В.П. и соавт. (1990) отмечали его наличие в отведениях V_{2–4} у 70% здоровых детей [24, 25]. По мнению Н.А. Белоконь и М.Б. Кубергер (1987) он является отражением запаздывающей реполяризации сосочковых мышц [26].

Зубец U в отведениях от конечностей встречается у 37% здоровых школьников. В прекардиальных отведениях он документируется со следующей частотой: V₁-78, V₂-100, V₃-99, V₄-78, V₅-56, V₆-27% случаев [27].

Его амплитуда редко превышает 1–1,5 мм. На вдохе зубец U укорачивается и бывает выше, чем при выдохе; при нагрузке его амплитуда обычно увеличивается [27].

Зубец U чаще встречается и более выражен при пролабировании митрального и трикуспидального клапанов, а также при наличии аномально расположенных хорд в полостях желудочков сердца. Исследование А.А. Тер-Галстян и соавт. показало, что у детей с малыми аномалиями сердца зубец U выявлялся в 61% случаев [28]. Наиболее часто он регистрировался в группе больных с пролапсом митрального клапана (72%) и у детей с сочетанием аномалий (у 64%). Длительность зубца U колебалась от 0,08 до 0,2 секунд с амплитудой 0,5–3 мм, и в 50% случаев он сопровождался синдромом ранней реполяризации желудочков.

ТАБЛИЦА.

Максимальная длительность интервала Q-U в норме при различной ЧСС

| ЧСС, уд./мин. | Q-U, с |
|---------------|--------|---------------|--------|---------------|--------|---------------|--------|---------------|--------|
| 34-35 | 0,75 | 60-62 | 0,65 | 87-89 | 0,55 | 114-116 | 0,45 | 141-143 | 0,35 |
| 36-37 | 0,74 | 63-64 | 0,64 | 90-91 | 0,54 | 117-118 | 0,44 | 144-145 | 0,34 |
| 38-40 | 0,73 | 65-67 | 0,63 | 92-94 | 0,53 | 119-121 | 0,43 | 146-148 | 0,33 |
| 41-43 | 0,72 | 68-70 | 0,62 | 95-97 | 0,52 | 122-124 | 0,42 | 149-151 | 0,32 |
| 44-45 | 0,71 | 71-72 | 0,61 | 98-100 | 0,51 | 125-127 | 0,41 | 152-154 | 0,31 |
| 46-48 | 0,7 | 73-75 | 0,6 | 101-102 | 0,5 | 128-129 | 0,4 | 155-156 | 0,3 |
| 49-51 | 0,69 | 76-78 | 0,59 | 103-105 | 0,49 | 130-132 | 0,39 | 157-159 | 0,29 |
| 52-54 | 0,68 | 79-81 | 0,58 | 106-108 | 0,48 | 133-135 | 0,38 | 160-162 | 0,28 |
| 55-56 | 0,67 | 82-83 | 0,57 | 109-110 | 0,47 | 136-137 | 0,37 | | |
| 57-59 | 0,66 | 84-86 | 0,56 | 111-113 | 0,46 | 138-140 | 0,36 | | |

Имеется мнение, что возникновение зубца U обусловлено изменением формы мышечных волокон сердца при их расслаблении в начале диастолы. У детей удлинение и увеличение амплитуды зубца U наблюдается при гипертрофии миокарда желудочков, нарушении электролитного обмена (гипокалиемия, гиперкальциемия), лекарственных отравлениях (дигиталис, хинидин) [17].

М. Mehta и А. Zain (1995) ввели дополнения в критерии диагностики синдрома ранней реполяризации желудочков. Одним из них было наличие зубца U на ЭКГ здоровых и больных детей [27].

В работах Н.В. Нагорной и соавт. (2007) отмечено увеличение амплитуды зубца U при диффузном поражении сердечной мышцы ребенка. Высокоамплитудный и широкий зубец U, наслаивающийся на зубец Т с удлинением интервала QT, фиксировался при гипокалиемии [29].

При нарушениях электролитного баланса изучалась динамика выявления зубца U [30, 31]. Н.А. Коровиной регистрировалась волна U у 1 (4,1%) из 35 детей до лечения минеральной водой, богатой солями магния, «Donatom Mg» (Словения), после ее приема зубец U уже не выявлялся [32].

В.А. Михельсон и соавт. (1976) наблюдали зубец U на ЭКГ у детей при острых кишечных инфекциях (длительный понос, неадекватная инфузионная терапия) и токсикозе, лечении ГКС по причине развития соледефицитного типа обезвоживания [33].

3. Диагностическое значение зубца U у спортсменов

Проводились исследования зубца U на ЭКГ у спортсменов при различных физических нагрузках. По данным О.И. Яхонтовой и соавт. (2002), он нередко регистрировался

при кардиомиопатии физического перенапряжения (атлетический синдром, синдром спортивного сердца) [34]. Так, при максимальной физической нагрузке и в первую минуту восстановительного периода наблюдали незначительное снижение зубца R в левых грудных отведениях (V_5-V_6), увеличение амплитуды зубца T при максимальной нагрузке и возвращение на первой минуте к исходному показателю. При этом не отмечали значимых изменений зубца U. Авторы показали, что зубец U иногда тяжело выявить при тахикардии свыше 130 в минуту, учитывая сближение зубцов T и R при увеличении ЧСС [34]. В работах Г.М. Загородного представлены ЭКГ признаки перенапряжения сердечно-сосудистой системы второй степени у высококвалифицированных спортсменов: высокоамплитудная волна U в двух и более отведениях как в покое, так и после физической нагрузки [35].

4. Значение зубца U в клинике внутренних болезней

Известно, что зубец U на ЭКГ в норме всегда положителен. Патологические изменения зубца U заключаются либо в чрезмерном увеличении его вольтажа, либо в появлении этого зубца в отведениях, в которых он, как правило, отсутствует, либо в его инверсии. Встречаются они при ишемической болезни сердца (ИБС), перегрузке левого желудочка, нарушениях электролитного баланса [1, 11, 36, 37]. Отрицательные зубцы U в отведениях I, II, V_4-6 обычно связаны с ишемией миокарда [1, 38, 39, 40].

Нередко зубец U наблюдается при инфаркте передней сосочковой мышцы, синдроме диффузных изменений в миокарде, в том числе при кардиомиопатиях различного генеза. Его выраженные изменения описаны при развитии инфекционно-токсической кардиопатии, реактивного артрита, ревматизма, при наличии очагов хронической инфекции (хронический тонзиллит, микоплазменная инфекция). Дистрофия миокарда, избыток кортикостероидных гормонов в организме (длительный прием глюкокортикостероидов, болезнь Иценко - Кушинга), водно-электролитные нарушения являются причиной появления зубца U на ЭКГ. И.М. Меллина и Е.В. Исламова (2002) наблюдали 30 женщин в перименопаузальном периоде и у 33,3% из них регистрировали наличие зубца U, что связали с метаболическими изменениями миокарда и дефицитом железа (у 25% железоздефицитная анемия, у 50% латентный дефицит железа) [30, 31].

Наблюдается сочетание этого зубца с синдромами нарушения сердечного ритма. В.Л. Дощицин (1982) отмечал выраженный зубец U у пациентов с WPW-синдромом [39]. M. Czirgy ski и соавт. (2010) описали высокий зубец U у пациента с синдромом Андерсона - Тавила, проявляющегося в том числе нарушениями ритма [41].

Клинически важным является выявление зубца U увеличенной амплитуды, когда $U \geq T$, что обычно указывает на гипокалиемию [1, 17]. Увеличение его высоты (более 1,5 мм) описано при выраженной гипокалиемии, в т. ч. при синдроме Барттера-Гиттельмана. Изменения на ЭКГ наблюдаются при снижении содержания уровня калия в крови ниже 2,3 ммоль/л. В. Surawicz (1967) для гипокалиемии считал убедительной амплитуду зубца U более 1 мм в тех отведениях ЭКГ, в которых он чаще всего обычно выявляется [4]. Патологические «гигантские» зубцы U в грудных отведениях обнаруживаются у 78% больных с сывороточным калием

ниже 2,7 мЭкв/л, у 35% с уровнем от 2,7 до 3,0 мЭкв/л и у 10% с уровнем от 3,0 до 3,5 мЭкв/л [23].

Зубцы U более 1 мм или 25% предшествующего зубца T обнаруживаются и при других нарушениях. Более выраженная волна U характерна для гипомagneмии [42]. В условиях дефицита магния (как и дефицита калия) организм чувствителен к сердечным гликозидам, потенцирует их аритмогенное действие и кардиотоксический эффект. Сам дигоксин может приводить к гипомagneмии в организме.

Появление зубца U связывают с выраженными нарушениями обменных процессов у 40–60% пациентов с повторной или непрерывной рвотой при остром панкреатите алкогольного генеза. Резко увеличивается его амплитуда при синусовой брадикардии (при сохранении нормального соотношения T/U), гипертрофии левого желудочка, гиперкальциемии, гипотермии, тиреотоксикозе [1, 6, 43].

Имеются данные, что одним из признаков гипертрофии левого желудочка является появление на ЭКГ отрицательного зубца U. Была найдена корреляция между тяжестью гипертрофии левого желудочка и частотой обнаружения патологической волны U. Причиной этого, вероятно, является относительная коронарная недостаточность, имеющаяся при данной патологии [1].

Установлено, что амплитуда зубца U резко увеличивается при субарахноидальном кровоизлиянии и других поражениях центральной нервной системы (черепно-мозговые травмы, опухоли головного мозга, инфекционные поражения, а также после нейрохирургических операций) [44, 45].

Увеличение амплитуды зубца U может наблюдаться вследствие развития побочного действия лекарственных препаратов, таких как сердечные гликозиды, антиаритмики I класса (хинидин), прокаинамид, амиодарон, тиодарон, изопреналин, после инъекций адреналина, акрипамид, ариффон, индопамид [17, 46].

И.А. Латфуллин и соавт. (2005) при использовании нибентана, с целью восстановления синусового ритма, наблюдали появление на ЭКГ различных транзиторных изменений зубца U (у 3 из 11 пациентов с ИБС, у 1-го из 11 больных с сочетанием ИБС и артериальной гипертензии и/или сахарного диабета), а у 1 из 3 пациентов с некоронарной патологией было отмечено сочетание волны U и блокады правой ножки пучка Гиса [47]. Синусовая тахикардия с выраженными зубцами U, возможно, указывает на передозировку трициклических антидепрессантов. Он появляется при назначении ридазина (нейролептик фенотиазинового ряда), тиорила [46].

S. Kurokawa и соавт. (2010) предлагают использовать появление изменений зубцов T и U как предиктор развития осложнений при лечении аритмий препаратом бепридил [48].

При использовании анестезирующих средств (тиопентал, фентанил) уменьшалась амплитуда зубца U, что авторы связывали с подавлением тока трансмембранных ионных каналов, перегрузкой кальцием и отсроченной реполяризацией [12].

Появление зубца U описано Г.М. Балан и соавт. у 5 (6,2%) больных из 76, поступивших с клиникой отравления гидроксисульфатом (метгемоглобинообразователь) в результате употребления лимонада, приготовленного из пакетиков, купленных на рынке без этикеток [49]. У пациентов развились острая кардиомиопатия, гепатопатия, гемолитическая анемия и поражение периферической нервной системы.

Двухфазный либо отрицательный зубец U встречается и у здоровых. Следует отметить, что как у здоровых, так и при заболеваниях сердца зубец U регистрируется не во всех случаях [1, 3, 6, 14].

Инвертированный зубец U в отведениях V_{2-5} является патологическим [50]. Отрицательный зубец U (в отведениях I, II, V_5) наблюдается при гиперкалиемии, коронарной недостаточности и перегрузке желудочков (гипертрофия левого желудочка) [51, 52].

При гипокальциемии зубец U наслаивается на T, образуя комбинированный зубец TU, что наблюдается при тетании, хронических нефритах, спазмофилии [52].

Гипокалиемия наблюдается при полиурии, рвоте, поносе у больных хронической почечной недостаточностью и сопровождается мышечной слабостью, появлением аритмий. При этом на ЭКГ появляются изменения зубца U в виде его увеличения. При выраженной гипокалиемии может быть сочетание его высокой амплитуды с феноменом слияния с зубцом T, при этом резко удлиняется интервал QT [43]. Напротив, при развитии гиперкалиемии, например, на фоне приема препаратов калия (калинол), на ЭКГ исчезает зубец U.

Слияние зубцов U и T может происходить при увеличении симпатического тонуса [23] и в присутствии заметно удлиненного интервала QT при врожденном и приобретенном синдромах удлиненного QT (LQTS).

По данным Н.П. Карханина и соавт., изучавших особенности физиологической регуляции сердечно-сосудистой системы при воздействии профессиональных факторов малой интенсивности, у рабочих цеха окраски значительно чаще отмечался гиперамфотонический синдром, когда наряду с брадикардией на ЭКГ нередко выявлялся увеличенный зубец U, что могло указывать на невроз с усилением тонуса вагуса и β -рецепторного отдела симпатической нервной системы [23].

5. Заключение

К сожалению, информация, которую несет зубец U, чаще всего неспецифична и до настоящего времени четко не определено его клиническое значение. Измененный зубец U редко является изолированной особенностью на ЭКГ и, как правило, труднораспознаваем. Его присутствие часто не определяется или пропускается и функционалистами, и автоматизированными системами. По этим причинам нет стандартизованных описательных или диагностических заключений, рекомендуемых для включения его в автоматизированный перечень терминов.

Распознавание патологических зубцов U и определение их клинической значимости остается на откуп врачу-функционалисту и часто зависит от его опытности.

В то же время при появлении на ЭКГ измененного зубца U необходимо проведение дообследования пациента с целью исключения органической патологии сердца и/или головного мозга, а также выявления электролитного дисбаланса и/или токсического действия лекарственных препаратов.

Таким образом заключения относительно зубца U несомненно должны быть включены в интерпретацию ЭКГ, когда он инвертирован, слит с зубцом T, или когда его амплитуда больше амплитуды зубца T [53].

ЛИТЕРАТУРА

1. Орлов В.Н. Руководство по электрокардиографии. Издательство МИА, 2007. С. 528.
2. Гален С. Вагнер. Практическая электрокардиография Марриотта: пер. с англ. СПб.: Невский Диалект. М.: Издательство БИНОМ, 2002. С. 480.
3. Хан М.Г. Быстрый анализ ЭКГ. Пер. с англ. Под общ. ред. проф. Ю.М. Позднякова. М.: Издательство БИНОМ, 2009. С. 408.
4. Daoud F., Surawicz B., Gettes L.S. Effect of isoproterenol on the abnormal T wave. *Am J Cardiol.* 1972. № 30. P. 810-9.
5. Schimpf R., Antzelevitch C., Haghi D. et al. Electromechanical coupling in patients with the short QT syndrome: further insights into the mechano-electrical hypothesis of the U wave. *Heart Rhythm.* 2008. № 5. P. 241-5.
6. Вратислав Йонаш. Клиническая кардиология. Прага ЧССР: Государственное издательство медицинской литературы ЧССР, 1968. С. 800-802.
7. Кардиология в таблицах и схемах. Под ред. М. Фрида и С. Грайнс. Пер. с англ. М.: Практика, 1996. С. 736.
8. Кушаковский М.С. Аритмии сердца (Расстройства сердечного ритма и нарушения проводимости. Причины, механизмы, электрокардиографическая и электрофизиологическая диагностика, клиника, лечение): Руководство для врачей. 3-е изд., испр. и доп. СПб.: ООО «Издательство Фолиант», 2004. С. 672.
9. Lepeschkin E. The U wave of the electrocardiogram. *Mod Concepts Cardiovasc Dis.* 1969. № 38. P. 39-45.
10. Кубергер М.Б. Руководство по клинической электрокардиографии детского возраста. М.: Медицина, 1983. С. 353.
11. Функциональная диагностика сердечно-сосудистых заболеваний. Под ред. Ю.Н. Беленкова, С.К. Тернового. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2007. С. 976.
12. Chen-En Chiang, Chieh-hung Li, Shih-Kuei Peng, Chu-Pin Lo, Juan-Ming Yuan and Hsiang-Ning Luk. Desflurane Inhibits U Wave in Electrocardiogram. *Acta Cardiol Sin.* 2005. № 21. P. 214-222.
13. Ritsema van Eck H.J., Kors J.A., van Herpen G. The elusive U wave: a simple explanation of its genesis. *J Electrocardiol.* 2003. № 36. P. 133-137.
14. Postema P.G., Ritsema H.J., van Eck, Opthof T., G. van Herpen, P.F.H.M. van Dessel Priori, S.G. Wolpert C., Borggrefe M., Kors J.A. A.A.M. Wilde. IK1 modulates the U-wave Insights in a 100-year-old enigma. *Heart Rhythm.* 2009. № 6. P. 393-400.
15. Ker J. The Double U Wave—Should the Electrocardiogram be Interpreted. *Echocardiographically Journal: Clinical Medicine Insights: Cardiology Publication Date: 07 Sep 2010 Clinical Medicine Insights: Cardiology 2010. № 4. P. 77-83*
16. Ker J. The U wave and papillary muscle variants: revisiting an old association. *Cardiovasc J Afr.* 2009. Jul-Aug. № 20 (4). P. 256-7.
17. Conrath C., Opthof T. The patient U wave. *Cardiovasc Res.* 2005. № 67 (2). P. 184-6.
18. Kors J.A., H.J. Ritsema van Eck, G van Herpen. The U Wave Explained as an Intrinsic Part of Repolarization. *Computers in Cardiology.* 2005. № 32. P. 101-104.
19. Ritsema van Eck H.J., Kors J.A., van Herpen G. The U wave in the electrocardiogram: a solution for a 100-year-old riddle. *Cardiovasc Res.* 2005. № 67. P. 256-262.
20. Завьялов А.И. Зубец U электрокардиограммы - «собственная» диастола желудочков. *Физиология человека.* 1983. № 9 (6). С. 935-938.
21. Завьялов А.И., Завьялов Д.А., Завьялов А.А. Кровообращение третьего круга. *Современные проблемы науки и образования.* 2009. № 6. С. 12-17.
22. Швец О. Динамическое влияние острой ишемии миокарда на дисперсию интервала QT. *РМЖ.* 1998. № 15 (6). С. 9-11.
23. Surawicz B. U wave: facts, hypotheses, misconceptions, and misnomers. *J Cardiovasc Electrophysiol.* 1998. № 9. С. 1117-28.
24. Основы кардиологии детского возраста: Справ. Л.М. Беляева, Д.Ш. Голдовская, Л.Я. Давыдовский и др. Под общ. ред. Р.Э. Мазо. Мн.: Навука і тэхніка, 1991. 383 с.
25. *Подростковая медицина: Рук-во. 2-е изд., перераб. и доп.* Под ред. Л.И. Левиной, А.М. Куликова. Глава 2. Болезни сердечно-сосудистой системы. Особенности сердечно-сосудистой системы в пубертатном периоде. Изд-во: Питер, 2009. С. 352.
26. Белоконов Н.А., Кубергер М.Б. *Болезни сердца и сосудов у детей: Рук-во для врачей в 2-х т. М.: Медицина, 1987. Т. 2. С. 447.*
27. *Актуальные проблемы педиатрии: пособие под ред. Е.М. Русаковой* Минск: Экоперспектива, 2009. С. 668.
28. Тер-Галстян А.А., Голстян Ар.А., Потапенко Т.Ф. Аномально расположенная хорда и пролапс митрального клапана у детей и подростков. *Украинский ревматологический журнал.* 2001. № 2 (4). С. 58-62.

29. Нагорная Н.В., Конопко Н.Н., Четверик Н.А., Карташова О.С. Синдром удлинённого интервала Q как причина синкопальных и жизнеугрожающих состояний. *Здоровье ребенка*. 2007. № 2 (5). С. 7-11.
30. Свиридов С.В. Сбалансированные и специальные растворы электролитов. *Трудный пациент*. 2007. № 5 (8). С. 37-41.
31. Уранов В.Н. Место корректирующих растворов метаболического действия в инфузионной терапии и требования к ним кардиологической практики (обзор литературы). *Хирургия: приложение к журналу Consilium medicum*. 2008. № 2. С. 30-37.
32. Назаров А.А. Долголетие без болезней. Минеральные воды на страже здоровья. М.: ИИЦ «Открытое Решение», 2008. С. 152.
33. Михельсон В.А., Маневич А.З. Основы интенсивной терапии и реанимации в педиатрии. М.: Медицина, 1976. С. 262.
34. Яхонтова О.И., Рутгайзер Я.М., Валенкевич Л.Н. Дифференциальный диагноз основных синдромов заболеваний внутренних органов. СПб.: ДЕАН, 2002. С. 408.
35. Иорданская Ф.А., Цепкова Н.К., Ипатенко О.Н., Клеев В.В. Электрокардиограмма и уровень электролитов крови в мониторинге текущего функционального состояния спортсменов. Теория и практика физической культуры. 2006. № 4. С. 55-58.
36. Козловская Л.В., Фомин В.В., Моисеев С.В., Е.Н. Попова. Гипокалиемия у взрослых. *Справочник поликлинического врача*. 2005. № 4 (3). С. 3-7.
37. Ботолова Е.Н., Стажадзе Л.Л., Буланова Н.А. и др. Критерии дифференциального диагноза изменений конечной части желудочкового комплекса ЭКГ при острых состояниях на догоспитальном этапе. *Медицина критических состояний*. 2005. № 6. С. 45-52.
38. Girish M.P., Mohit Dayal Gupta, Saibal Mukhopadhyay, Jamal Yusuf, Sunil Roy T.N., Vijay Trehan. U wave: an Important Noninvasive Electrocardiographic Diagnostic Marker *Indian Pacing and Electrophysiology Journal*. 2005. № 5 (1). P. 63-65.
39. Дощичин В.Л. Клиническая электрокардиография. М.: Медицинское информационное агентство, 1999. С. 373.
40. Мурашко В.В., Струтынский А.В. Электрокардиография: Учебное пособие. 4-е изд. М.: МЕДпресс, 2000. С. 312.
41. Ciurzynski M., Bienias P., Kostera-Pruszczyk A., Pruszczyk P. QTU pattern in a patient with the Anderson-Tawil syndrome *Kardiol Pol*. 2010. Mar. № 68 (3). P. 339-41; discussion 342.
42. Школьникова М.А. и др. Метаболизм магния и терапевтическое значение его препаратов. М.: Медпрактика - М., 2002. С. 28.
43. Василенко В.Х., Фельдман С.Б., Хитров Н.К. Миокардиодистрофия. М.: Медицина, 1989. С. 272.
44. Астраханцева С.П. Изменения ЭКГ при острых нарушениях мозгового кровообращения. В кн. *Материалы конференции молодых учёных Лен. ГИДУВа*. Л. 1964. С. 44-45.
45. Лиманкина И.Н. Цереброкардиальный синдром. *Вестник аритмологии*. 2009. № 58. С. 26-34.
46. *Справочник Видаль. Лекарственные препараты в России: Справочник*. М.: АстраФармСервис, 2010. С. 1615.
47. Латфуллин И.А., Ахмерова Р.И., Ишмурзин Г.П., Гайфуллина Р.Ф. Восстановление синусового ритма при использовании антиаритмического препарата III класса нибентан. *Вестник аритмологии* от 25.01.05. С. 42-44.
48. Kurokawa S., Niwano S., Kiryu M., Murakami M., Ishikawa S., Yumoto Y., Monguchi M., Niwano H., Kosukegawa T., Izumi T. Importance of morphological changes in T-U waves during bepridil therapy as a predictor of ventricular arrhythmic event. *Circ J*. 2010. № 74 (5). P. 876-84.
49. Балан Г.М., Проданчук Г.Н., Иванова С.И. и др. Синдромология и отдаленные последствия острого группового перорального отравления гидроксипрохлорином. *Проблемы харчування*. 2003. № 1. С. 89-91.
50. Holzmamm M., Zwukzogl W. Die klinische bedeutung der negativen und diphasischen U-wellen in menschlichen EKG. *Cardiologia*. 1955. № 27. P. 202-210.
51. Bellet S., Bettinger J.C., Gottlieb H. et al. Prognostic significance of negative U waves in the electrocardiogram in hypertension. *Circulation*. 1957. № 15. P. 98-10.
52. Kishida H., Cole J.S., Surawicz B. Negative U wave: a highly specific but poorly understood sign of heart disease. *Am J Cardiol*. 1982. № 49. P. 2030-6.
53. Kligfield P., Gettes L., Bailey J.J. et al. Recommendations for the standardization and interpretation of the electrocardiogram: part I: the electrocardiogram and its technology: a scientific statement from the American Heart Association Electrocardiography and Arrhythmias Committee, Council on Clinical Cardiology; the American College of Cardiology Foundation; and the Heart Rhythm Society: endorsed by the International Society for Computerized Electrocardiology. *J Am Coll Cardiol*. 2007. № 49. P. 1109-27.