

© Коллектив авторов, 2005

Л.М. Макаров, И.И. Киселева, В.В. Долгих, А.Б-Ж. Бимбаев, Т.А. Баурова,
А.И. Дроздова

НОРМАТИВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ ЭКГ У ДЕТЕЙ

Московский НИИ педиатрии и детской хирургии Минздравсоцразвития РФ; Научный центр медицинской экологии Восточно-Сибирского научного центра СО РАМН, г. Иркутск; Бурятский филиал Научного центра медицинской экологии Восточно-Сибирского научного центра СО РАМН, г. Улан-Удэ, РФ

Для выявления нормативных параметров ЭКГ у детей стандартная 12-канальная ЭКГ проведена у 1531 детей в Республике Бурятия. В выборку не брались дети с установленными сердечно-сосудистыми заболеваниями. Городских детей было 69,2%, сельских — 30,8%, девочек (Д) — 47,2%, мальчиков (М) — 52,8%, славян и бурят — 57,3% и 42,7% соответственно. У детей до 5 лет значения ЧСС практически не отличаются у М и Д, однако в более старшем возрасте отмечается снижение ЧСС у М по сравнению с Д. Обобщенными стандартными критериями патологической брадикардии явились значения ЧСС у детей 0—1 года менее 100 уд/мин; 1—2 лет — менее 90 уд/мин; 3—4 лет — менее 75 уд/мин; 5—7 лет — менее 65 уд/мин; 8—11 лет — менее 55 уд/мин; 12—15 лет — менее 50 уд/мин; 16—17 лет — менее 45 уд/мин; синусовой тахикардии — ЧСС у детей 0—1 года более 200 уд/мин; 1—2 лет — более 190 уд/мин; 3—4 лет — более 130 уд/мин; 5—7 лет — более 120 уд/мин; 8—11 лет — более 110 уд/мин; 12—15 лет — более 110 уд/мин; 16—17 лет — более 100 уд/мин. Этнических различий в значениях ЧСС не выявлено. С возрастом отмечается снижение ЧСС, более выраженное у М. Вариабельность абсолютного значения интервала QT в условиях синусовой аритмии на ЭКГ покоя в норме не превышала 40 мс. Достоверные различия в зависимости от пола отмечены для максимальных значений скорректированного QT ($QT_c = QT/\sqrt{RR}$): $438,3 \pm 8,4$ мс у М и $454,1 \pm 15,2$ мс у Д ($p < 0,05$). QT_c более 440 мс был выявлен у 41 ребенка (2,3% или 1:37); более 460 мс — у 16 (1,05% или 1:96) и более 480 мс — у 4 (0,26% или 1:383) обследуемых. QT_c менее 350 мс ($334 \pm 27,4$ мс) был выявлен у 12 детей (0,78%, 1:128). У 8 из них (66,7%) в анамнезе отмечались синкопе, предсинкопе и/или случаи внезапной смерти в молодом возрасте у родственников и QT_c был короче ($329,1 \pm 32,3$ мс против $342,3 \pm 12,7$ мс). Основные половозрастные показатели стандартной ЭКГ у детей являются универсальными, независимо от этнической принадлежности ребенка, места проживания, антропометрических данных в пределах нормально половозрастной конституции и времени проведения исследования. Удлинением интервала QT у детей являются значения QT_c более 440 мс у детей 1—8 лет и юношей и более 450 мс у Д в более старшем возрасте и детей до года. Укорочением QT являются его значения менее 350 мс.

Standard 12-channel ECG was performed in 1531 children in Buryat republic in order to establish normative ECG parameters in children. Children with diagnosed cardiovascular diseases were excluded from examination. Rate of urban inhabitants was 69.2%, rural inhabitants — 30.8%, male (M) and female (F) patients — 52.8% and 47.2%; slavs and buryats — 57.3% and 42.7% correspondingly. BPM parameters in M and F were practically similar in age group less than 5 years old, but in senior group BPM in M was lower than in F. Generalized standard criteria of pathologic bradycardia were BPM < 100 in the age 0—1 y.o., 1—2 y.o. — < 90, 3—4 y.o. — < 75, 5—7 y.o. — < 65, 8—11 y.o. < 55, 12—15 y.o. — < 50 per minute. Criterion of sinus tachycardia was BPM > 200 in the age 0—1 y.o., 1—2 y.o. — > 190, 3—4 y.o. — > 130, 5—7 y.o. — > 120, 8—11 y.o. — > 110, 12—15 y.o. — > 100 per minute. Ethnic differences in BPM parameters were not found. BPM decreased in elder children, more significantly in males. Variability of QT interval absolute meaning on repose ECHG in cases with sinus tachycardia was not more than 40 ms. Significant gender difference was showed for maximal meaning of corrugated QT ($QT_c = QT/\sqrt{RR}$): $438,8 \pm 8,4$ ms in M and $454,1 \pm 15,2$ ms in F ($p < 0,05$). $QT_c > 440$ ms was found in 41 cases (2,3% or 1:37), > 460 ms — in 16 cases (1,05% or 1:96) and > 480 ms in 4 cases (0,26% or 1:383 examined children). $QT < 350$ ($334 \pm 27,4$ ms) was found in 12 children. 8 of them had history of syncope, pre-syncope and/or family history of sudden death in youth; and their QT was shorter ($329,1 \pm 32,3$ vs $342,3 \pm 12,7$ ms). Main age and gender parameters of standard ECG are universal and independent on

patient's ethnic characteristics, on place of residence, on anthropometric data (in border of normal gender and age parameters) and on time of examination. QT parameters > 440 ms at the age of 1—8 years old and in M adolescents and >450 ms in elder females and in children less than 1 year old must be estimates as «long QT». QT <350 ms must be estimated as «short QT».

Основным инструментальным методом исследования сердечно-сосудистой системы у детей является электрокардиография (ЭКГ). По данным Европейской Ассоциации детских кардиологов, в Европе выполняется около 1 млн ЭКГ-исследований в год у детей [1]. Корректность диагностического заключения базируется, прежде всего, на использовании адекватной методологии и знании нормальных половозрастных лимитов измеряемого параметра. В оценке ЭКГ у детей особенно важно соблюдение этих условий. Изучение нормативных лимитов ЭКГ у детей имеет длительную историю и связано с именами многих отечественных и зарубежных исследователей [2—8]. Однако, несмотря на это, норма детской ЭКГ по-прежнему остается актуальной проблемой, что постоянно подтверждается результатами активных и масштабных исследований в этой области во всем мире [9—11].

Основными вопросами, возникающими как у исследователей, так у практических врачей в оценке ЭКГ ребенка, являются следующие: можно ли использовать нормы детской ЭКГ, разработанные 20—30 лет назад; влияют ли на параметры нормальной ЭКГ этническая принадлежность, антропометрические данные ребенка; отличаются ли основные параметры ЭКГ у детей, проживающих в разных географических регионах, городской и сельской местности? Ответы на эти вопросы явились целью настоящего исследования.

Материалы и методы исследования

В рамках Всероссийской диспансеризации проведено одномоментное исследование с кустовым методом формирования выборки. На основании случайного отбора из детской популяции Республики Бурятия (РБ) по спискам всех детей, находившихся на учете в поликлиниках РБ, выделена репрезентативная выборка из 2000 детей славянской и бурятской национальности в возрасте от 1 месяца до 17 лет. В выборку не брались дети с установленными заболеваниями сердечно-сосудистой системы (пороки сердца, заболевания миокарда, ранее выявленные аритмии и др.). Из всей выборки 12-канальная ЭКГ покоя проведена у 1531 детей (76,6% от выборки, 0,57% детей РБ). Соотношение городских и сельских детей составило 69,2% и 30,8%, девочек — 47,2%, мальчиков — 52,8%, детей славянской и бурятской национальности — 57,3% и 42,7% соответственно.

У всех детей проводили измерение массо-ростовых показателей с вычислением площади поверхности тела по формуле Дюбо ($S=167,2 \cdot \sqrt{M \cdot D}$, где M — масса тела в кг, а D — длина в см).

ЭКГ регистрировали на одноканальных регистраторах «Малыш» (Россия) со скоростью ленты 25 мм/с в положении лежа в течение 10—12 циклов. Абсолютный интервал QT измеряли вручную во II стандартном отведении по критериям Lepeshkin [12]. Вычисляли значения кор-

ригированного QT (QTc) по формуле: $QTc = QT/\sqrt{RR}$ [13]. В формуле QTc использовали средний для участка записи интервал RR и следующий за ним интервал QT. У 250 детей повторное обследование проводили на 3-канальных аппаратах Nihon Kohden-9110 (Япония) со скоростью ленты 25 и 50 мм/с с выделенной непрерывной регистрацией II отведения. Проведено сравнение измерения абсолютного QT и расчетов QTc для среднего, максимального и минимального RR в условиях синусовой аритмии.

Статистическую обработку данных проводили с помощью электронных таблиц Excel и пакета прикладных программ «Statistica for Windows (R)» версии 5.0 (StatSoft, USA). Для оценки достоверности различий средних значений показателей ЭКГ при сравнении двух групп использовали критерий соответствия χ^2 или в случае малой численности групп — точный критерий Фишера. Для оценки выраженности связей между различными количественными признаками использовали коэффициент корреляции Пирсона, в случае порядковых признаков — коэффициент ранговой корреляции Спирмена. Достоверными считались различия и корреляции при значениях $p < 0,05$.

Результаты и их обсуждение

Полученные значения процентильного распределения площади поверхности тела детей представлены в табл. 1. Сравнивая особенности физического развития по этническому признаку, отмечено, что масса тела детей славянской национальности несколько больше, чем у бурят. Выравнивание показателей происходит лишь в старшем подростковом возрасте. В сравнении с данными, полученными A. Davignon [7], масса тела и рост новорожденных в нашем исследовании практически не отличаются. Однако к году отмечают некоторое отставание в длине тела и уменьшение процентильных показателей площади поверхности от канадских детей. С 1 года отмечается более значительное отставание массо-ростовых показателей (в основном за счет роста), выравниваясь в дошкольном возрасте (5—7 лет). Начиная со среднего школьного возраста (12—15 лет) отмечается отставание в массе тела при небольшом преобладании роста (возможно за счет более субтильной конституции детей бурятской популяции).

Полученные значения основных параметров ЭКГ в исследуемых группах детей представлены в табл. 2. У детей до 5 лет значения ЧСС практически не отличаются у мальчиков и девочек, однако в более старшем возрасте отмечается снижение ЧСС у мальчиков по сравнению с девочками, более выраженное с 8—11 лет. При оценке ЧСС и интервальных параметров ЭКГ значения на уровне 2-го и 98-го процентиля распределения или выходящие за их пределы являются патологическими и требуют исключения заболеваний и состояний, приводящих к их развитию.

Обобщенными стандартными критериями патологической брадикардии у детей 0—17 лет, по нашим

Таблица 1

Площадь поверхности тела у детей и подростков 0—17 лет

Возраст	Площадь, м ²	Процентили						
		2%	5%	25%	50%	75%	95%	98%
Новорожденные	0,21±0,02	0,18	0,19	0,2	0,21	0,22	0,24	0,25
1 мес—1 года	0,40±0,06	0,25	0,28	0,36	0,41	0,44	0,5	0,52
1—2 года	0,51±0,07	0,38	0,39	0,46	0,51	0,56	0,6	0,62
3—4 года	0,66±0,08	0,53	0,55	0,61	0,65	0,7	0,77	0,8
5—7 лет	0,8±0,1	0,64	0,67	0,74	0,8	0,87	0,97	1,02
8—11 лет	1,06±0,13	0,85	0,88	0,99	1,06	1,2	1,3	1,4
12—15 лет	1,4±0,19	1,07	1,14	1,36	1,4	1,46	1,7	1,8
16—17 лет	1,62±0,14	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9

Таблица 2

Нормативные параметры ЭКГ у детей 0—17 лет

Параметры ЭКГ	Возраст, годы						
	до 1	1—2	3—4	5—7	8—11	12—15	16—17
ЧСС, уд/мин	131 ¹⁾ (105—198) ²⁾	120 (85—187)	99 (78—120)	89 (67—123)	78 (54—108)	73 (48—103)	70 (48—102)
	136 (102—197)	126 (88—175)	100 (77—150)	90 (64—120)	80 (58—117)	79 (53—116)	72 (53—111)
PR, мс	0,11 (0,08—0,14)	0,115 (0,09—0,156)	0,125 (0,1—0,16)	0,12 (0,1—0,16)	0,13 (0,095—0,17)	0,14 (0,1—0,20)	0,14 (0,1—0,19)
	0,11 (0,09—0,156)	0,12 (0,08—0,16)	0,12 (0,099—0,151)	0,12 (0,1—0,17)	0,13 (0,09—0,164)	0,14 (0,1—0,182)	0,14 (0,1—0,184)
QRS Axis ⁰	70 (1—151)	66 (-11—91)	78 (10—100)	73 (-3—101)	73 (9—92)	73 (-12—99)	81 (-25—111)
	90 (20—146)	77 (-8—118)	76 (2—131)	75 (7—102)	71 (8—105)	74 (8—100)	74 (11—91)
QRS, мс	60 (40—65)	60 (30—80)	70 (40—80)	70 (50—94)	80 (50—105)	80 (60—118)	80 (60—100)
	50 (30—85)	60 (40—80)	60 (39—80)	70 (50—90)	70 (50—90)	80 (50—100)	80 (60—100)
QT, с	0,28 (0,215—0,30)	0,30 (0,240—0,30)	0,31 (0,26—0,34)	0,32 (0,27—0,39)	0,34 (0,30—0,40)	0,35 (0,30—0,425)	0,34 (0,30—0,42)
	0,27 (0,21—0,30)	0,28 (0,235—0,32)	0,32 (0,26—0,37)	0,30 (0,27—0,36)	0,34 (0,3—0,40)	0,37 (0,29—0,44)	0,36 (0,32—0,44)
QTс, с ³⁾	0,40 (0,333—0,451)	0,42 (0,349—0,440)	0,39 (0,347—0,423)	0,383 (0,326—0,442)	0,378 (0,345—0,436)	0,390 (0,337—0,440)	0,380 (0,331—0,436)
	0,40 (0,344—0,462)	0,387 (0,346—0,443)	0,40 (0,351—0,442)	0,381 (0,330—0,431)	0,395 (0,334—0,466)	0,403 (0,350—0,471)	0,396 (0,349—0,464)

¹⁾ средние значения; ²⁾ в скобках — значения на уровне 2-го и 98-го процентили; ³⁾ оценку скорректированного интервала QT (QTс) проводили по формуле: $QTс = QT/\sqrt{R-R}$; в числителе — мальчики, в знаменателе — девочки.

данным, являются значения ЧСС у детей 0—1 года менее 100 уд/мин; 1—2 лет — менее 90 уд/мин; 3—4 лет — менее 75 уд/мин; 5—7 лет — менее 65 уд/мин; 8—11 лет — менее 55 уд/мин; 12—15 лет — менее 50 уд/мин; 16—17 лет — менее 45 уд/мин.

Распространенность синусовой тахикардии была статистически выше, чем брадикардии (8,1% и 3,1% соответственно, $p < 0,05$). Обобщенными стандартными критериями патологической синусовой тахикардии у детей 0—17 лет, по нашим данным, являются

значения ЧСС у детей 0—1 года более 200 уд/мин; 1—2 лет — более 190 уд/мин; 3—4 лет — более 130 уд/мин; 5—7 лет — более 120 уд/мин; 8—11 лет — более 110 уд/мин; 12—15 лет — более 110 уд/мин; 16—17 лет — более 100 уд/мин. Этнических различий в значениях ЧСС не выявлено. С возрастом отмечается снижение ЧСС, более выраженное у мальчиков. Это отражает процесс постепенного усиления парасимпатических влияний.

Положение электрической оси сердца (ЭОС) сохраняется относительно стабильным после первого года жизни и в целом соответствует результатам других авторов [2—8], немного более вертикальное, чем в данных, представленных Кубергером М.Б. [3] и A. Davignon [7], но более горизонтальное, чем в исследовании P. Rijnbeek [8]. В каждой возрастной группе были дети с выраженным отклонением ЭОС. Среди детей с патологическими отклонениями α QRS (менее либо равно -30° , более либо равно $+120^\circ$), обследованных после проведенной ЭКГ, выявлено 6 детей (0,4% случаев) с неполной блокадой передней ветви левой ножки пучка Гиса, а также один ребенок (0,065%) с подозрением на неполную блокаду задней ветви левой ножки пучка Гиса. В подростковом возрасте вертикальное положение ЭОС встречается чаще у детей-славян, а патологическое отклонение вправо — у бурят ($p > 0,05$). По данным М.Б. Кубергер [3], в норме у здоровых детей не бывает отклонений на ЭКГ больше $+120^\circ$ или меньше -30° . Выявленный размах наших результатов, вероятно, можно объяснить эпидемиологическими условиями проведения исследования, включением в него всех детей в выборке, без явных клинических проявлений заболеваний.

Значение ширины комплекса QRS и интервала PR существенно не отличалось от ранее полученных результатов [2—8]. Необходимо ориентироваться на половозрастные лимиты комплекса QRS при идентификации внутрижелудочковых блокад, дифференциальной диагностике суправентрикулярных и желудочковых комплексов при аритмиях.

Интервал QT является одним из наиболее важных параметров оценки ЭКГ. Его удлинение расценивается как маркер риска опасных желудочковых аритмий [14], в последние годы появились данные о проаритмогенном характере укорочения QT, определяются критерии «синдрома короткого интервала QT» [15]. В нашем исследовании отмечена зависимость QT от ЧСС ($r = -0,98$; $p < 0,001$) и возраста ($r = 0,98$; $p < 0,001$) обследуемых. Достоверные различия в зависимости от пола отмечены для максимальных значений QTc: $438,3 \pm 8,4$ мс у мальчиков и $454,1 \pm 15,2$ мс у девочек ($p < 0,05$), прежде всего за счет возрастных групп от 8 до 17 лет. Значения QTc более 440 мс были выявлены у 41 ребенка (2,3% или 1:37 в популяции); более 460 мс — у 16 (1,05% или 1:96) и более 480 мс — у 4 (0,26% или 1:383) обследуемых. QTc более 440 мс чаще встречался у девочек, чем у мальчиков (1,66% и 0,49% соответственно, $p < 0,05$), особенно в возрасте 8—17 лет (83,3%) и не-

достоверно чаще регистрировался в бурятской популяции (0,46%) по сравнению со славянской (0,11%). У одной девочки бурятки 11 лет с удлинением QTc до 550 мс имела место врожденная глухота. Несмотря на отсутствие синкопальных состояний и других клинических проявлений, ребенок с диагнозом синдром Джервела—Ланге—Нильсена направлен на углубленное кардиологическое обследование, исключение вторичных причин удлинения интервала QT и динамическое ЭКГ-наблюдение.

Значения QTc менее 350 мс ($334 \pm 27,4$ мс) было выявлено у 12 детей от 3 до 16 лет (0,78%; 1:128). У 8 из них (66,7%) в анамнезе отмечались синкопе, предсинкопе и/или случаи внезапной смерти в молодом возрасте у родственников и QTc был короче ($329,1 \pm 32,3$ мс), чем у бессимптомных детей ($342,3 \pm 12,7$ мс), а также выявлялись минимальные изменения ЭКГ («микроаномалии» ЭКГ), такие как подъем сегмента ST, наличие ϵ -волны в правых грудных отведениях и ряд других, которые могут быть ранними ЭКГ-признаками заболеваний с высоким риском развития жизнеугрожающих аритмий сердца [16—19]. Эти дети также были направлены на углубленное кардиологическое обследование. Значения минимального интервала QT у русских и бурят не имели значимых различий. При сравнении полученных нами результатов с данными известных исследований у детей в сопоставимых половозрастных группах получены практически идентичные значения ЧСС на уровне медианы, 2-го и 98-го перцентильного распределения, минимальные значения абсолютного интервала QT [2—8]. Однако наши значения минимального QTc были более низкими по сравнению с результатами P. Rijnbeek и соавт. [8].

В ходе выполнения исследования нами решен ряд методических задач оценки интервала QT. Прежде всего принципиальным является необходимость введения в отечественную практику международного стандарта расчета QTc с определением скорректированного интервала QT (QTc) по формуле $QTc = QT / \sqrt{RR}$ [8—11, 13, 14]. Ранее мы уже писали об особенностях «национальной» оценки QT, в основе которой лежит смешение расчетных и нормативных значений при использовании формул: $QT_k = k \sqrt{RR}$ и $QTc = QT / \sqrt{RR}$ [20], что ведет в отечественной практике к гипердиагностике синдрома удлиненного интервала QT (СУИQT), требующего при его подтверждении, как правило, достаточно агрессивной терапии, включая пожизненный прием антиаритмических препаратов, имплантацию антиаритмических устройств. Первые регулярные отечественные исследования и длительное наблюдение больных с СУИQT были начаты в России педиатрами в середине 80-х годов под руководством Н.А. Белоконь и также базировались на формуле QTc ($QTc = QT / \sqrt{RR}$), общепринятом международном стандарте оценки QT [21—22]. Однако в последующем, когда активизировался интерес российских кардиологов к проблеме СУИQT, все рекомендации по измерению QT базировались на тради-

ционном для России вычисления должного значения QT по формуле $QT_k = k\sqrt{RR}$, в то время как нормативные и диагностические критерии СУИQT брались из исследований, выполненных с использованием вычисления скорректированного интервала QT—QTс ($QT_c = QT/\sqrt{RR}$). Это, казалось бы, незначительное расчетное несоответствие может привести к серьезным диагностическим и клиническим ошибкам. Если пересчитать все диапазоны должных значений QT по формуле $QT_k = k\sqrt{RR}$, с добавлением к значению QT 0,02 с (что рекомендуется в отечественных руководствах, как критерий для диагностики удлинения QT) с использованием формулы $QT_c = QT/\sqrt{RR}$, то в 100% случаев QTс будет менее 440 мс. С другой стороны, в диапазоне низких значений ЧСС (менее 50 уд/мин) должные значения интервала QTк будут равны или превышать 440 мс, что также может быть основанием для неоправданной постановки диагноза СУИQT (при использовании международных критериев диагностики, разработанных на основании оценки скорректированного QT—QTс). Используя данное смещение расчетных и диагностических критериев, в ряде отечественных исследований выявляется высокая частота регистрации СУИ QT у лиц без существенных патологических отклонений и делаются выводы о его безобидном клиническом прогнозе. Так, расчеты таким образом зарегистрировали удлинение интервала QT у 46,9% (!) из 462 детей с различной патологией в отсутствие сколь-либо значимых сердечных аритмий или внезапной смерти в данной группе. И на основании своего исследования авторы сделали «революционный» для мировой кардиологии вывод о том, что «... это ставит под сомнение синдром удлиненного интервала QT, как предиктор желудочковых тахикардий у детей» [23].

Отсутствие нормативных таблиц для определения скорректированного интервала QT (QTс) часто затрудняет его практическое определение. Для удобства практического расчета QTс нами была разработана таблица определения QTс в основных диапазонах изменений ЧСС и QT (табл. 3). Нами не было выявлено существенных отличий в значениях QTс при измерении на скорости ленты 25 и 50 мм/с. На практике актуальным является выбор RR интервала, после которого измеряется QT для расчета QTс в условиях выраженной синусовой аритмии. Ранее показано, что при расчете QTс, измеренного после минимального RR интервала, у большинства здоровых детей не выявляется QTс более 450 мс и только у 1,6% больных с СУИQT регистрируется QTс менее 460 мс [24, 25]. В то время как при расчете QTс после максимального RR более четверти больных с СУИQT демонстрируют нормальные значения QTс [25]. Но если можно считать, что расчет QTс с использованием минимального интервала RR можно рекомендовать, как метод диагностики удлинения QT, то при оценке его укорочения, очевидно, он будет наименее информативен, тем более, что один из вариантов клиничес-

кого синдрома короткого QT является брадиказисом [15]. При расчете QTс на среднем значении RR интервала 16% больных СУИQT имели значения QTс менее 460 мс [21]. Все это свидетельствует о трудности клинического диагноза СУИQT только при выявлении QTс в пограничном диапазоне удлинения (440—460 мс), без учета клинической картины, результатов углубленного кардиологического и семейного обследования и тем более малодоступного пока молекулярно-генетического исследования. Мы рекомендуем выбор среднего значения RR для базового расчета QTс, так как используя только крайние значения RR для расчета QTс можно допустить гипердиагностику клинически значимых изменений QTс. Для оценки изменений интервала QT в зависимости от выраженности синусовой аритмии отдельно у 250 детей нами были определены значения интервала QT и QTс при минимальных, средних и максимальных значениях RR интервала на анализируемых участках записи. При расчете QTс после минимальных RR интервалов его значения были максимальными ($431,6 \pm 31,2$ мс) и минимальными — при расчете после наиболее длинных интервалов RR ($391,9 \pm 31,5$ мс). Оба значения достоверно различались между собой и от QTс, полученного при средних значениях RR интервала ($409,7 \pm 29,3$ мс; $p < 0,01$). Учет абсолютных значений QT также остается актуальным, особенно при аритмиях, когда невозможно точно определить использование расчетных формул, а удлинение QT является важным прогностическим признаком (полная атриовентрикулярная блокада, синдром слабости синусового узла, бигеминия и другие аритмии). Вариабельность разницы абсолютного значения QT при минимальном и максимальном RR интервале составила $8 \pm 14,3$ мс (максимальный разброс — до 40 мс).

Полученные нами результаты подтверждают уже известные данные о большей продолжительности интервала QT у детей первого года жизни. В исследовании Н. Leistner [10] верхний лимит QTс у младенцев 1 месяца составил 453 мс, в 2 месяца — 468 мс, в 3 месяца — 470 мс и в 4 месяца — 468 мс. В целом эта динамика соответствует возрастным изменениям интервала QT в течение первого года жизни в исследовании Rijnbeek [8]. Вместе с тем, Р. Schwartz [11] у детей первых дней жизни определяет верхний (97,5%) лимит QTс только на уровне 440 мс. Мы не проводили детального исследования интервала QT у детей в различные месяцы первого года жизни, но нами также были отмечены значения интервала QTс более 440 мс в этом возрасте. Более высокие значения QTс отмечены нами также у девушек по сравнению с юношами того же возраста. Это подтверждает известные данные о прямом, а не частотно-опосредованном влиянии половых различий в нейроэндокринной регуляции, на величину интервала QT, определяющих его большую продолжительность у женщин [26].

Таблица 3

Расчет скорректированного интервала QT (QTc)

QT измеренный, мс		250	270	280	300	320	322	324	326	328	330	350	360	380	400	420	440	460	480	500	520	540	560	580	RR, с																																																																																																																																																																																																																																																																																													
QT измеренный, мс	RR, с	1,5	204	221	229	245	261	263	265	266	268	269	271	273	274	276	278	279	281	283	300	308	315	322	340	358	376	394	411	428	445	462	480	497	515	530	548	566	584																																																																																																																																																																																																																																																																															
	ЧСС, уд/мин	40	209	226	234	251	268	269	271	273	274	276	278	279	281	283	285	287	289	291	293	295	297	301	304	307	310	313	316	319	322	325	328	331	334	337	340	343	346	349	352	355	358	361	364	367	370	373	376	379	382	385	388	391	394	397	400	403	406	409	412	415	418	421	424	427	430	433	436	439	442	445	448	451	454	457	460	463	466	469	472	475	478	481	484	487	490	493	496	499	502	505	508	511	514	517	520	523	526	529	532	535	538	541	544	547	550	553	556	559	562	565	568	571	574	577	580	583	586	589	592	595	598	601																																																																																																																																																																																										
	ЧСС, уд/мин	40	209	226	234	251	268	269	271	273	274	276	278	279	281	283	285	287	289	291	293	295	297	301	304	307	310	313	316	319	322	325	328	331	334	337	340	343	346	349	352	355	358	361	364	367	370	373	376	379	382	385	388	391	394	397	400	403	406	409	412	415	418	421	424	427	430	433	436	439	442	445	448	451	454	457	460	463	466	469	472	475	478	481	484	487	490	493	496	499	502	505	508	511	514	517	520	523	526	529	532	535	538	541	544	547	550	553	556	559	562	565	568	571	574	577	580	583	586	589	592	595	598	601																																																																																																																																																																																										
	ЧСС, уд/мин	40	218	236	245	263	280	282	284	285	287	289	291	293	295	297	299	301	303	305	307	309	311	313	315	317	319	321	323	325	327	329	331	333	335	337	339	341	343	345	347	349	351	353	355	357	359	361	363	365	367	369	371	373	375	377	379	381	383	385	387	389	391	393	395	397	399	401	403	405	407	409	411	413	415	417	419	421	423	425	427	429	431	433	435	437	439	441	443	445	447	449	451	453	455	457	459	461	463	465	467	469	471	473	475	477	479	481	483	485	487	489	491	493	495	497	499	501	503	505	507	509	511	513	515	517	519	521	523	525	527	529	531	533	535	537	539	541	543	545	547	549	551	553	555	557	559	561	563	565	567	569	571	573	575	577	579	581	583	585	587	589	591	593	595	597	599	601																																																																																																																																														
	ЧСС, уд/мин	40	228	247	256	274	292	294	296	298	299	301	302	303	304	305	307	308	309	310	311	312	313	314	315	316	317	318	319	320	321	322	323	324	325	326	327	328	329	330	331	332	333	334	335	336	337	338	339	340	341	342	343	344	345	346	347	348	349	350	351	352	353	354	355	356	357	358	359	360	361	362	363	364	365	366	367	368	369	370	371	372	373	374	375	376	377	378	379	380	381	382	383	384	385	386	387	388	389	390	391	392	393	394	395	396	397	398	399	400	401	402	403	404	405	406	407	408	409	410	411	412	413	414	415	416	417	418	419	420	421	422	423	424	425	426	427	428	429	430	431	432	433	434	435	436	437	438	439	440	441	442	443	444	445	446	447	448	449	450	451	452	453	454	455	456	457	458	459	460	461	462	463	464	465	466	467	468	469	470	471	472	473	474	475	476	477	478	479	480	481	482	483	484	485	486	487	488	489	490	491	492	493	494	495	496	497	498	499	500	501	502	503	504	505	506	507	508	509	510	511	512	513	514	515	516	517	518	519	520	521	522	523	524	525	526	527	528	529	530	531	532	533	534	535	536	537	538	539	540	541	542	543	544	545	546	547	548	549	550	551	552	553	554	555	556	557	558	559	560	561	562	563	564	565	566	567	568	569	570	571	572	573	574	575	576	577	578	579	580	581	582	583	584	585	586	587	588	589	590	591	592	593	594	595	596	597	598	599	600
	ЧСС, уд/мин	40	228	247	256	274	292	294	296	298	299	301	302	303	304	305	307	308	309	310	311	312	313	314	315	316	317	318	319	320	321	322	323	324	325	326	327	328	329	330	331	332	333	334	335	336	337	338	339	340	341	342	343	344	345	346	347	348	349	350	351	352	353	354	355	356	357	358	359	360	361	362	363	364	365	366	367	368	369	370	371	372	373	374	375	376	377	378	379	380	381	382	383	384	385	386	387	388	389	390	391	392	393	394	395	396	397	398	399	400	401	402	403	404	405	406	407	408	409	410	411	412	413	414	415	416	417	418	419	420	421	422	423	424	425	426	427	428	429	430	431	432	433	434	435	436	437	438	439	440	441	442	443	444	445	446	447	448	449	450	451	452	453	454	455	456	457	458	459	460	461	462	463	464	465	466	467	468	469	470	471	472	473	474	475	476	477	478	479	480	481	482	483	484	485	486	487	488	489	490	491	492	493	494	495	496	497	498	499	500																																																																																																				
	ЧСС, уд/мин	40	228	247	256	274	292	294	296	298	299	301	302	303	304	305	307	308	309	310	311	312	313	314	315	316	317	318	319	320	321	322	323	324	325	326	327	328	329	330	331	332	333	334	335	336	337	338	339	340	341	342	343	344	345	346	347	348	349	350	351	352	353	354	355	356	357	358	359	360	361	362	363	364	365	366	367	368	369	370	371	372	373	374	375	376	377	378	379	380	381	382	383	384	385	386	387	388	389	390	391	392	393	394	395	396	397	398	399	400	401	402	403	404	405	406	407	408	409	410	411	412	413	414	415	416	417	418	419	420	421	422	423	424	425	426	427	428	429	430	431	432	433	434	435	436	437	438	439	440	441	442	443	444	445	446	447	448	449	450	451	452	453	454	455	456	457	458	459	460	461	462	463	464	465	466	467	468	469	470	471	472	473	474	475	476	477	478	479	480	481	482	483	484	485	486	487	488	489	490	491	492	493	494	495	496	497	498	499	500																																																																																																				
	ЧСС, уд/мин	40	228	247	256	274	292	294	296	298	299	301	302	303	304	305	307	308	309	310	311	312	313	314	315	316	317	318	319	320	321	322	323	324	325	326	327	328	329	330	331	332	333	334	335	336	337	338	339	340	341	342	343	344	345	346	347	348	349	350	351	352	353	354	355	356	357	358	359	360	361	362	363	364	365	366	367	368	369	370	371	372	373	374	375	376	377	378	379	380	381	382	383	384	385	386	387	388	389	390	391	392	393	394	395	396	397	398	399	400	401	402	403	404	405	406	407	408	409	410	411	412	413	414	415	416	417	418	419	420	421	422	423																																																																																																																																																																																	

Есть данные об этнических различиях интервала QT, большем значении QTc у белых американцев по сравнению с афро-американцами и китайцами [27]. Однако полученные результаты, как правило, не имели статистически значимых различий. В нашем исследовании у детей бурятской популяции выявлен относительно более длинный интервал QTc по сравнению с европейцами и не было различий в лимитах минимального QT. Хотя статистически значимых различий в целом мы также не выявили, для окончательного вывода об их отсутствии, очевидно, требуются дальнейшие крупномасштабные исследования. Это актуально еще потому, что в ряде исследований выявлены различия в распространенности заболеваний с высоким риском внезапной сердечной смерти в различных этнических группах. Так, синдром Бругада не зарегистрирован у африканцев [28], в то время как так называемый синдром необъяснимой внезапной смерти (Sudden unexplained death syndrome), имеющий много схожих с синдромом Бругада признаков, чаще всего отмечается у представителей дальневосточного этнического типа в Японии, Корее, странах Юго-Восточной Азии [29]. Роль изменений интервала QT в патогенезе данных заболеваний пока неясна.

Настоящее исследование позволило нам выделить две степени укорочения QT у детей: первая — на уровне QTc менее 350 мс (0,78 % в популяции детей без кардиальной патологии), вторая — при QTc менее 330 мс (0,72 % детей). Первая степень укорочения интервала QT довольно широко распространена в детской популяции и вряд ли может рассматриваться как клинически значимое изменение. Однако при наличии второй степени укорочения необходимо исключать синдром короткого интервала QT, как врожденный, так и вторичный, связанный с возможным действием ряда лекарственных препаратов, электролитных нарушений или патологических состояний. Правомерность клинического диагноза синдрома короткого интервала QT на основании данных ЭКГ остается пока неопределен-

ной, без уточняющего молекулярно-генетического анализа или документации жизнеугрожающих аритмий. Укорочение интервала QT может наблюдаться при известных заболеваниях с высоким риском жизнеугрожающих тахикардий — синдроме Бругада [18], катехоламинергической желудочковой тахикардии [17, 30], у детей из семей с высокой концентрацией случаев внезапной смерти в молодом возрасте [31], что свидетельствует о повышенном риске развития опасных аритмий сердца в этой группе и должно являться поводом для более углубленного обследования.

Выводы

1. Оценку параметров детской ЭКГ необходимо проводить на основании нормативных половозрастных лимитов.

2. Основные половозрастные показатели стандартной ЭКГ у детей являются универсальными, независимо от этнической принадлежности ребенка, места проживания, антропометрических данных в пределах нормальной половозрастной конституции.

3. Нормативные половозрастные параметры детской ЭКГ, разработанные 20—30 лет назад, могут равноправно использоваться при оценке детской ЭКГ в текущей практике. Целью последующих скрининговых ЭКГ-исследований должно явиться выявление ранее не учитываемых ЭКГ-феноменов и/или расчетных показателей ЭКГ.

4. Удлинением интервала QT у детей являются значения QTc более 440 мс у детей 1—8 лет и юношей и более 450 мс у девушек в более старшем возрасте и детей до года. У детей и подростков выделяются две степени укорочения интервала QT: первая — при QTc менее 350 мс и вторая — при QTc менее 330 мс, при наличии которой необходимо исключение синдрома короткого интервала QT. Вариабельность абсолютного значения интервала QT в условиях синусовой аритмии на ЭКГ покоя в норме не превышает 40 мс.

ЛИТЕРАТУРА

См. online-версию журнала <http://www.pediatricjournal.ru> № 2/2006, приложение № 1.

**Л.М. Макаров, И.И. Киселева, В.В. Долгих, А.Б.-Ж. Бимбаев,
Т.А. Баирова, А.И. Дроздова**

1. Daniels O. // *Cardiol. Young.* — 2000. — Vol. 10. — P. 286—289.
2. Осколкова М.К. Функциональные методы исследования системы кровообращения у детей. — М., 1988. — 272 с.
3. Кубергер М.Б. Руководство по клинической электрокардиографии детского возраста. — Л., 1983. — 368 с.
4. Белоконь Н.А., Кубергер М.Б. Болезни сердца и сосудов у детей. — М., 1987. — 448 с.
5. Осколкова М.К., Куприянова О.О. Электрокардиография у детей. — М., 2001. — 352 с.
6. Макаров Л.М. ЭКГ в педиатрии. — М., 2002. — 276 с.
7. Davignon A., Rautaharyu P., Boisselle E. // *Ped. Cardiology.* — 1980. — Vol. 1. — P. 123—131.
8. Rijnbeek P.R., Witsenburg M., Schrama E. et al. // *Eur. Heart J.* — 2001. — Vol. 22, № 8. — P. 702—711.
9. Carboni M., Garson A. // Currents concepts in diagnostic and management of arrhythmias in infant and children. / Eds. Deal B., Wolf G., Gelband H. — NY, 1998. — P. 241—265.
10. Leistner H., Haddad G., Lai T. et al. // *Chest.* — 1983. — Vol. 84. — P. 191—194.
11. Schwartz P., Garson A., Paul T. et al. // *Eur. Heart J.* — 2002. — Vol. 23. — P. 1329—1344.
12. Lepeshkin E., Surawicz B. // *Circulation.* — 1952. — Vol. 6. — P. 378—388.
13. Locati E. // *Noninvasive Electrocardiology in Clinical Practice.* / Eds. Zareba W., Maison Blanche P., Locati E. — NY, 2001. — P. 71—96.
14. Moss A. // *The American Journal of Cardiology.* — 1997. — Vol. 20. — P. 17—19.
15. Gussak I., Brugada P., Brugada J. et al. // *Cardiac Electrophysiology Review.* — 2002. — Vol. 6. — P. 49—53.
16. Макаров Л.М. Холтеровское мониторирование. — 2-е изд. — М., 2003. — 339 с.
17. Макаров Л.М., Курылева Т.А., Чупрова С.Н. // *Кардиология.* — 2003. — № 7. — С. 34—37.
18. Макаров Л.М., Бругада П., Чупрова С.Н. и др. // *Кардиология.* — 2002. — № 11. — С. 94—100.
19. Макаров Л.М., Горлицкая О.В., Курылева Т.А. и др. // *Кардиология.* — 2004. — № 7. — С. 23—28.
20. Макаров Л.М., Чупрова С.Н., Киселева И.И. // *Кардиология.* — 2004. — № 5. — С. 71—73.
21. Белоконь Н.А., Белозеров Ю.М., Лаан М.И. // *Педиатрия.* — 1987. — № 12 (87). — С. 8—13.
22. Макаров Л.М., Белоконь Н.А., Лаан М.И. и др. // *Cor Vasa (Ed. Ross).* — 1990. — Vol. 32, № 6. — P. 473—482.
23. Ростовцева Т.В., Ахмедов Р.Д., Батьянова Е.И., Батьянов И.С. // *Вестн. аритмологии.* — 2000. — № 17. — С. 60.
24. Martin A., Perry J., Robinson J. et al. // *Amer. J. Cardiol.* — 1995. — Vol. 72, № 1. — P. 950—952.
25. Garson A. // *Amer. J. Cardiol.* — 1993. — Vol. 72, № 26. — 14B—16B.

26. Bidoggia H., Maciel J.P., Capalozza N. et al. // *Am. Heart J.* — 2000. — Vol. 140, № 4. — P. 678 — 683.
27. Chapman N., Mayet J., Ozkor M. et al. // *J. Hum. Hypertens.* — 2000. — Vol. 14, № 6. — P. 403—405.
28. Nacarelli G., Antzelevitch Ch. // *Amer. J. Medicine.* — 2001. — Vol. 110. — P. 573—581.
29. Nademanee K. // *Am. J. Cardiol.* — 1997. — Vol. 79(6A). — P. 10—11.
30. Makarov L., Kyrileva T., Chuprova S. // *Eur. Heart J.* — 2004. — Vol. 25, № 222. — P. 23.
31. Макаров Л.М., Чупрова С.Н., Киселева И.И. // *Кардиология.* — 2004. — № 2. — С. 46—51.