

УДК 612.172.4/176.4

## ДЛИТЕЛЬНОСТЬ ЭЛЕМЕНТОВ ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАММЫ ДЕТЕЙ 6–7 ЛЕТ В ОТВЕТ НА ПРОБУ МАРТИНЕ

Иржак Л.И., Русских Н.Г., Дудникова Е.А., Осолкова Е.М., Попов И.В.

ФГБОУ ВО «Сыктывкарский государственный университет им. Питирима Сорокина»,  
Сыктывкар, e-mail: [rung76@mail.ru](mailto:rung76@mail.ru), [irzhak31@mail.ru](mailto:irzhak31@mail.ru)

В статье представлены результаты исследований электрокардиограммы (ЭКГ) здоровых детей 6–7 лет в покое и в ответ на пробу Мартине. Цель работы – изучить длительность интервалов PP, PT и сегмента TP, их изменение под воздействием пробы Мартине, а также определить зависимость результатов от наибольших и наименьших значений частоты сердечных сокращений (ЧСС) в контроле. В ответ на пробу Мартине ЧСС увеличивается на 38%, практически на исходном уровне остается длительность интервала PT (разница в 5%), интервал PP сокращается на 17%, на 100% уменьшается длительность сегмента TP. Из чего можно сделать вывод, что наименьшей изменчивостью в данном эксперименте обладает интервал PT, а наибольшей – TP. У детей 6–7 лет наблюдается такая же закономерность, как и у взрослых: чем выше ЧСС в ответ на функциональную нагрузку, тем выше доля предсердно-желудочкового комплекса PT и меньше доля диастолы TP.

**Ключевые слова:** дети, электрокардиограмма, проба Мартине, вариабельность сердечного ритма, интервалы ЭКГ

## ELECTROCARDIOGRAM ELEMENTS DURATION IN CHILDREN OF 6–7 YEARS OLD AFTER TEST MARTINE

Irzhak L.I., Russkikh N.G., Dudnikova E.A., Oskolkova E.M., Popov I.V.

Syktivkar State University named after Pitirim Sorokin, Syktivkar,  
e-mail: [rung76@mail.ru](mailto:rung76@mail.ru), [irzhak31@mail.ru](mailto:irzhak31@mail.ru)

Results of electrocardiogram (ECG) measures in 15 apparently healthy 6–7 years old children before and after Martine test are presented. Objective – to study the duration of intervals PP, PT, segment TP and their change under influence of functional test Martine, and to determine the dependence of the results upon the largest and smallest values of heart rate in control. When the test Martine increases heart rate up to 38%, almost at the initial level is the duration of interval PT (difference 5%), the PP interval is reduced by 17%, the most significant decrease in the duration – up 100% segment TP is detected. It can be concluded that the lowest variability has a PT interval, and the highest – TP. For children 6–7 years have seen the same pattern as that of the adults: the higher heart rate in response to a functional load, the bigger proportion of atrioventricular PT complex and smaller share of diastolic TP.

**Keywords:** children, electrocardiogram, test Martine, heart rate variability, ECG intervals

Специфические особенности функций организма, характерные для критических периодов онтогенеза (к числу которых относятся 6–7-летний возраст ребенка), зависят от наследственных причин и условий жизни человека [1, 2]. Важнейшие механизмы адаптации к меняющимся воздействиям связаны с работой сердечно-сосудистой системы (ССС), которая реагирует на воздействия изменениями таких, в частности, показателей, как частота сокращений сердца (ЧСС) и вариабельность сердечного ритма (ВСР) [2–6]. Электрокардиография (ЭКГ) широко и прочно вошла в практику кардиофизиологического исследования детей. Это один из наиболее распространенных методов оценки функционального состояния миокарда, благодаря неинвазивности и технической простоте метода [6–8]. ВСР в большинстве случаев изучают путем измерения RR-интервалов ЭКГ. В научной литературе реже публикуются сведения о длительности интервала PT, который отражает состояние предсердно-желудочкового комплекса, и сегмента TP, пред-

ставляющего собой электрическую диастолу. Между тем данные об этих показателях электрической активности миокарда необходимы для оценки функциональных резервов организма ребенка.

Функциональные нагрузки имеют важное диагностическое значение для характеристики состояния ССС, ее резервных возможностей и пределов нормального реагирования кровообращения [9].

**Цель исследования:** изучить длительности интервалов PP, PT и сегмента TP в покое, их изменение под воздействием пробы Мартине (ПМ), а также определить зависимость результатов от уровня ЧСС в контроле.

### Материалы и методы исследования

Исследование проводилось в первой половине дня (с 11.00 часов до 12.30 часов), при естественном освещении в условиях городского детского сада в весенний период года. Температура воздуха в помещении составляла +20–22 °С, влажность воздуха – около 60%. Обследованы ( $n = 15$ ) дети обоего пола в возрасте 6–7 лет. По данным медицинских карт

дети практически здоровы. На обследование было получено разрешение родителей и комиссии по этике Сыктывкарского государственного университета им. Питирима Сорокина.

Измеряли длину (см) и массу тела (кг), ЧСС (уд/мин) пальпаторно трижды в течение 30 с и по ЭКГ во II стандартном отведении с записью 100 кардиоциклов с помощью прибора «ВНС-ритм» (Нейрософт, Россия) в положении испытуемого сидя (контроль) и 50 кардиоциклов – в ответ на ПМ (опыт). Испытуемым предлагалось присесть 20 раз за 30 с, после чего снимали показания. Интервалы PP, PT и TP измеряли с помощью линейки, погрешность – 0,5 мм. Результаты представлены в виде таблиц и кардиоинтервалограмм (КИГ) с соответствующей статистической обработкой. Рассчитывали среднее значение (M), стандартное отклонение (SD), ошибку средней (m) с помощью пакета программы Excel. Корреляции между показателями рассчитывали по Спирмену ( $r_s$ ) при  $p < 0,05$ .

### Результаты исследования и их обсуждение

Длина и масса тела детей соответствуют стандартам для 6–7-летнего возраста. Ростовой индекс Кетле около 16 кг/м<sup>2</sup>, что соответствует нормативам [10, 11] (табл. 1).

Функциональная проба Мартине – один из наиболее простых способов тестирования, которая применяется для изучения состояния ССС не только у взрослых, но

и у детей. Показатели собираются после выполнения нагрузки, критериями оценки являются изменения ЧСС и длительности интервалов ЭКГ, которые дают информацию об адаптационных возможностях организма в ответ на физическую нагрузку. С помощью ПМ можно оценить резервные возможности ССС, а также проследить динамику ее развития, которая характерна для данного возрастного периода. В дошкольном возрасте у ребенка наблюдается значительная индивидуальная вариабельность показателей работы сердца [4, 12, 13]. Результаты длительности кардиоинтервалов и их изменения в ответ на ПМ приведены в табл. 2.

Таблица 1

Антропометрические показатели

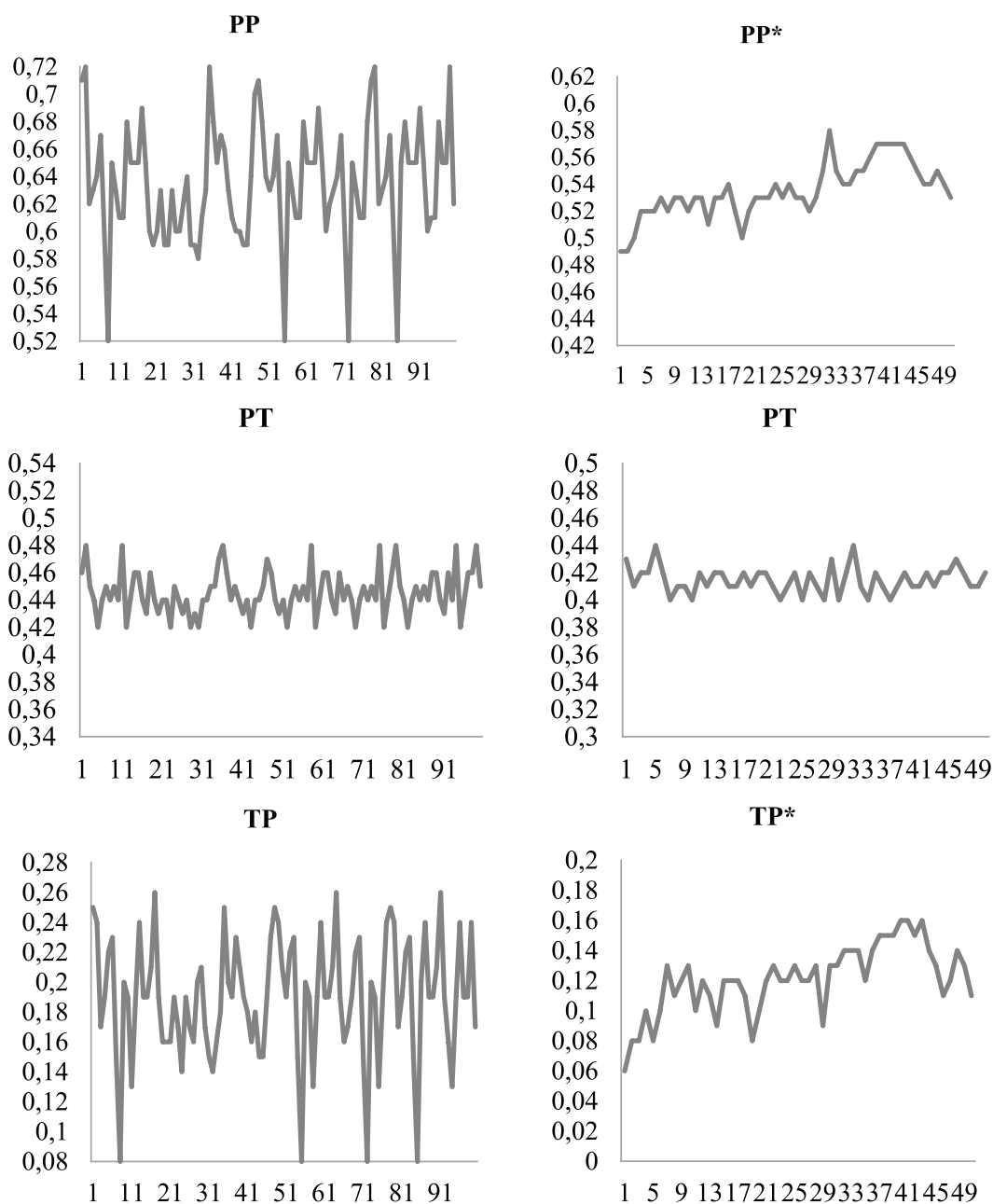
	Длина тела (см)	Масса тела (кг)
M	120	23
SD	6,7	3,5
m	1,7	0,9
min	106	16,6
max	132	28
Счет	15	15

Таблица 2

ЧСС (уд/мин) и длительность элементов ЭКГ (с) у детей в контроле и под влиянием ПМ (опыт)

ФИ	ЧСС	Контроль					Опыт					Δ%	
		P-P	P-T	PT%	T-P	TP%	ЧСС	P-P	P-T	PT%	T-P		TP%
PyA	65	0,87	0,45	52	0,42	48	112	0,48	0,38	79	0,10	21	72
КС	77	0,76	0,48	63	0,28	37	98	0,57	0,45	79	0,12	21	27
КМ	80	0,67	0,44	66	0,23	34	123	0,61	0,43	70	0,18	30	54
ЧП	82	0,67	0,46	69	0,21	31	122	0,55	0,46	84	0,09	16	49
ЧА	88	0,64	0,45	70	0,19	30	125	0,54	0,41	76	0,13	24	42
ША	88	0,69	0,46	67	0,23	33	117	0,57	0,44	77	0,13	23	33
МО	89	0,61	0,43	70	0,18	30	136	0,47	0,40	85	0,07	15	53
ИА	92	0,60	0,40	67	0,20	33	135	0,50	0,39	78	0,11	22	47
ВК	94	0,63	0,46	73	0,17	27	116	0,56	0,47	84	0,09	16	23
БМ	95	0,63	0,45	71	0,18	29	121	0,53	0,44	83	0,09	17	27
ДП	97	0,60	0,46	77	0,14	23	119	0,54	0,45	83	0,09	17	23
РА	97	0,58	0,44	76	0,14	24	129	0,49	0,43	88	0,06	12	33
КpC	99	0,56	0,41	73	0,15	27	137	0,51	0,41	80	0,10	20	38
CB	104	0,57	0,42	74	0,15	26	133	0,51	0,41	80	0,10	20	28
КК	105	0,49	0,38	78	0,11	22	140	0,48	0,38	79	0,10	21	33
<b>M</b>	<b>90</b>	<b>0,64</b>	<b>0,44</b>	<b>70</b>	<b>0,2</b>	<b>30</b>	<b>*124</b>	<b>*0,53</b>	<b>0,42</b>	<b>79</b>	<b>*0,11</b>	<b>*21</b>	<b>38</b>
<b>SD</b>	<b>10,4</b>	<b>0,1</b>	<b>0,03</b>	<b>6,3</b>	<b>0,07</b>	<b>6,3</b>	<b>10,9</b>	<b>0,04</b>	<b>0,03</b>	<b>4,2</b>	<b>0,03</b>	<b>13,1</b>	<b>13,4</b>
<b>m</b>	<b>2,7</b>	<b>0,02</b>	<b>0,01</b>	<b>1,6</b>	<b>0,02</b>	<b>1,6</b>	<b>2,8</b>	<b>0,01</b>	<b>0,01</b>	<b>1,1</b>	<b>0,01</b>	<b>3,4</b>	<b>3,4</b>
<b>min</b>	<b>65</b>	<b>0,49</b>	<b>0,38</b>	<b>52</b>	<b>0,11</b>	<b>22</b>	<b>98</b>	<b>0,47</b>	<b>0,38</b>	<b>70</b>	<b>0,06</b>	<b>12</b>	<b>23</b>
<b>max</b>	<b>105</b>	<b>0,87</b>	<b>0,48</b>	<b>78</b>	<b>0,42</b>	<b>48</b>	<b>140</b>	<b>0,61</b>	<b>0,47</b>	<b>88</b>	<b>0,18</b>	<b>30</b>	<b>72</b>

Примечание. \* – достоверность разницы ( $p < 0,05$ ) между показателями до и после опыта.



*КИГ детей в контроле и под влиянием ПМ, по горизонтали – номера кардиоинтервалов, по вертикали – длительность (с), слева – контроль, справа – опыт.*  
 Примечание. \* – достоверность разницы ( $p < 0,05$ ) между показателями в контроле и опыте

Установили, что интервалы PP в покое и в опыте варьируются с разницей 78% и 30% соответственно. Длительность интервала PP в ответ на ПМ сократилась на 17%. В опыте практически без изменения осталась длительность элемента RT (разница 5%) (рисунок). Данные варьировались с разницей 26% в контроле и 24% в опыте. Длительность сегмента TP варьировалась в покое и в опыте с разницей в 2,8 раза и в 2 раза соответственно (табл. 2).

В ответ на ПМ доля сегмента TP в кардиоцикле PP уменьшилась в среднем на 30% (рисунок), что означает проявление у детей 6–7 лет черт хронотропности миокарда, что было ранее отмечено у взрослых [14].

Хотя по абсолютным величинам интервал RT практически не изменился, в процентном отношении доля этого показателя в общей длительности интервала PP в опыте увеличилась на 14%. Доля сегмента TP в это же время снизилась на 1/3 (рисунок).

Таблица 3

ЧСС (уд/мин) и длительность элементов ЭКГ (с) у детей в контроле и под влиянием ПМ в группах

Группы	Контроль						Опыт						Δ%			
	ЧСС	PP	PT	PT%	TP	TP%	ЧСС	PP	PT	PT%	TP	PT%	ЧСС	PP	PT	TP
I (65–90) <i>n</i> = 5	78	0,73	0,46	63	0,27	37	114	0,56	0,43	77	0,13	23	46	23	7	52
II (95–120) <i>n</i> = 5	** 100	** 0,56	0,42	75	** 0,14	** 25	*** 132	0,51	0,42	82	* 0,09	* 18	*** 32	9	** 0	*** 36
Δ% I и II гр	28	23	9	19	48	32	16	9	2	6	31	22	30	61	100	31

Примечание. \* – достоверность результатов ( $p < 0,05$ ) в пределах одной группы; \*\* – достоверность результатов ( $p < 0,05$ ) между группами.

Очевидно, что ПМ вызывает несколько иную реакцию со стороны ССС детей 6–7 лет, нежели активная ортостатическая проба (АОП) [13]. При АОП в среднем длительность интервала PP увеличилась на 14%, PT – на 4%, а сегмента TP – на 33%, в то время, как в ответ на ПМ те же показатели изменились на 17%, 5% и 45% соответственно. Это позволяет говорить о том, что и при ПМ, и при АОП кардиоинтервалы изменяются в основном при более выраженном сокращении длительности сегмента TP с наибольшей изменчивостью в ответ на обе пробы.

У обследованных нами детей индивидуальные значения ЧСС варьировались с разницей 62% в контроле и 43% – после опыта. ЧСС в ответ на нагрузку увеличился в среднем на 38%. Учитывая большой размах значений ЧСС (табл. 2), мы воспользовались данными о том, что результаты реакции ЧСС и элементов ЭКГ на физическую нагрузку проявляют зависимость от уровня исходной величины показателя [14]. Анализ этой зависимости у детей с ЧСС от 65 до 90 уд/мин и с ЧСС от 95 до 120 уд/мин (табл. 3).

Как видно, исходные показатели элементов ЭКГ в обеих группах различны и степень их изменений под действием ПМ неодинакова, причем наиболее значительные изменения отмечены в I группе, где начальная величина была меньшей. Высокой изменчивостью, как в первой, так и во второй группе отличается сегмент TP, причем в первой группе этот показатель больше на 31%. Элемент PT в обеих группах практически одинаков в контроле и опыте. Результаты доказывают, что степень сдвига ЧСС, интервалов PP, PT и сегмента TP в от-

вет на МП существенно зависят от значений ЧСС в контроле.

#### Заключение

У детей 6–7 лет в ответ на пробу Мартине ЧСС увеличивается на 38%, практически на исходном уровне остается длительность интервала PT (разница в 5%), но доля интервала в кардиоцикле выросла на 14%. Интервал PP сокращается на 17%, наиболее значительно – вдвое уменьшена длительность сегмента TP. Следовательно, наименьшей изменчивостью в данном эксперименте обладает интервал PT, а наибольшей – сегмент TP. Установлено, что, чем выше ответ ЧСС на функциональную нагрузку у детей 6–7 лет, тем больше доля предсердно-желудочкового комплекса PT и меньше доля электрической диастолы (TP), которая соответствует изопотенциальному состоянию миокарда. Это свидетельствует о том, что у детей в возрасте 6–7 лет при физической нагрузке увеличение ЧСС происходит при значительном сокращении длительности сегмента TP. Функциональные резервы миокарда у 6–7-летних детей в ответ на действие пробы Мартине активизируются, очевидно, в такой же степени, как в экспериментах с применением АОП [13].

#### Список литературы

1. Агаджанян Н.А., Баевский Р.М., Берсенева П.П. Функциональные резервы организма и теория адаптации // Вестник восстановительной медицины: Диагностика. Оздоровление. Реабилитация. – 2004. – № 3. – С. 4–11.
2. McArdle W.D., Katch F.L., Katch V.L. Exercise Physiology: Energy, Nutrition and Human Performance. Sixth ed. Lippincott. – Williams and Wilkins, Baltimore, 2006. – 1038 p.
3. Баевский Р.М., Анализ variability сердечного ритма: история и философия, теория и практика // Клиническая информатика и телемедицина. – 2004. – № 1. – С. 54–56.

4. Хаспекова Н.Б. Диагностическая информативность мониторинга variability ритма сердца // Интернет-журнал по функциональной диагностике. – 2013. – № 23. – С. 54–67.
5. Черепанова Е.В. Морфофункциональное и психофизиологическое развитие детей 6–7 лет и их адаптация к систематическому обучению в школе // Мир науки, культуры и образования. – 2010. – № 4–1. – С. 288–291.
6. Noble A., Johnson R., Thomas A., Bass P. The Cardiovascular System. Basic science and clinical Conditions. – Toronto, 2010. – 184 p.
7. Кмить Г.В. Краткосрочная адаптация сократительной функции миокарда к физической нагрузке у детей 5 лет // Новые исследования. – 2008. – Т. 1, № 17. – С. 58–63.
8. Михайлов В.М. Вариабельность ритма сердца: опыт практического применения. Издание второе, перераб. и доп. – Иваново: Ивановская государственная медицинская академия, 2002. – 290 с.
9. Панкова Н.Б. Функциональные пробы для оценки состояния здоровых людей по variability сердечного ритма // Российский физиологический журнал им. И.М. Сеченова. – 2013. – № 6. – С. 682–696.
10. Волкова С.И., Шляпина Н.С. Исследование антропометрических параметров у детей дошкольного учреждения // Молодой ученый. – 2016. – № 3. – С. 361–364.
11. Физическое развитие детей и подростков Российской Федерации: сборник материалов (выпуск VI) // Под ред. акад. РАН и РАМН А.А. Баранова, член-корр. РАМН В.Р. Кучмы. – М.: Издательство «ПедиатрЪ», 2013. – 192 с.
12. Адамовская О.Н. Типологические и индивидуальные особенности автономной нервной регуляции сердечного ритма у детей младшего школьного возраста при ортостатической подготовке // Новые исследования. – 2012. – № 3 (32). – С. 37–50.
13. Русских Н.Г., Иржак Л.И. Изменение показателей сердечного ритма и кардиоинтервалов у детей 6–7 лет в ответ на активную ортостатическую пробу // В мире научных открытий. – 2016. – № 3. – С. 127–138.
14. Иржак Л.И., Дудникова Е.А. Частота сердечных сокращений и длительность элементов ЭКГ у взрослого человека при физической нагрузке // Российский физиологический журнал им. И.М. Сеченова. – 2017. – № 2. – С. 209–216.