

ДИАГНОСТИЧЕСКИЕ ВОЗМОЖНОСТИ КАРТИРОВАНИЯ НИЗКОАМПЛИТУДНЫХ КОЛЕБАНИЙ КАРДИОЦИКЛА У ДЕТЕЙ, ЗАНИМАЮЩИХСЯ СПОРТОМ (ПИЛОТНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ)

¹Шумов А.В., ¹Краева Н.В., ¹Макарова В.И., ²Алексина Ю.А.

¹ ФГБОУ ВО «Северный государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Архангельск, e-mail: yanv-1985@yandex.ru;

² ГБУЗ АО «Архангельский центр лечебной физкультуры и спортивной медицины», Архангельск, e-mail: aleksina-j@mail.ru

Учитывая трагичность случаев внезапной смерти молодых спортсменов во время соревнований или тренировочного процесса, авторы провели пилотное исследование диагностических возможностей картирования низкоамплитудных колебаний кардиоцикла у детей, занимающихся спортом. В исследовании приняли участие 34 ребенка в возрасте от 12 до 18 лет, занимающихся различными видами спорта. Контрольная группа состояла из 30 детей, имеющих I группу здоровья и не занимающихся спортом. Всем участникам исследования проводили обследование с помощью прибора «Кардиовизор» в состоянии покоя и после физической нагрузки (20 приседаний в быстром темпе). Сочетание увеличения индекса «Миокард» после физической нагрузки в сравнении с исходными данными, появление патологических значений деполаризации правого предсердия (G1), деполаризации правого желудочка (G3) и реполяризации левого желудочка (G6) после теста с физической нагрузкой у детей, занимающихся спортом, авторы предлагают считать диагностическими признаками снижения адаптационных возможностей миокарда. В качестве практических рекомендаций сформулирована целесообразность проводить коррекцию тренировочно-соревновательного процесса с последующим наблюдением при выявлении перечисленных изменений. Пилотное исследование диагностических возможностей дисперсионного картирования электрокардиограммы продемонстрировало необходимость продолжить набор респондентов для увеличения выборки и получения в большей степени статистически обоснованных выводов.

Ключевые слова: дисперсионное картирование электрокардиограммы, «Кардиовизор», код детализации, дети, спортсмены.

DIAGNOSTIC POSSIBILITIES OF MAPPING LOW AMPLITUDE OSCILLATIONS OF THE CARDIOCYCLE IN CHILDREN ATHLETES (PILOT RESEARCH)

¹Shumov A.V., ¹Kraeva N.V., ¹Makarova V.I., ²Aleksina Y.A.

¹FGBOU VO «Northern State Medical University Ministry of Health of Russia», Arkhangelsk, e-mail: yanv-1985@yandex.ru;

²GBUZ AO «Arkhangelsk Center for Exercise Therapy and Sports Medicine», Arkhangelsk, e-mail: aleksina-j@mail.ru

Cases of sudden death of young athletes during a competition or training process are always tragic. Therefore, the authors conducted a pilot study of the diagnostic possibilities of mapping low-amplitude cardiocycle oscillations in children athletes. The study involved 34 children between the ages of 12 and 18, who are engaged in various sports. The control group consisted of 30 children with first health group (absolutely healthy) and not involved in sports. All study participants were examined using the «Cardiovisor» device at rest and after exercise (20 squats at a fast pace). The combination of an increase in the Myocardium index after exercise in comparison with the initial data, the appearance of pathological values of depolarization of the right atrium (G1), depolarization of the right ventricle (G3) and repolarization of the left ventricle (G6) after a test with physical activity in children athletes the authors suggest to consider as diagnostic signs of a decrease in the adaptive capacity of the myocardium. As practical recommendations, it has been formulated that it is advisable to correct the training-competitive process with subsequent monitoring when these changes are identified. Thus, a pilot study of the diagnostic possibilities of mapping low amplitude oscillations of the cardiocycle demonstrated the need to continue to recruit respondents to increase the sample and obtain more statistically valid conclusions.

Keywords: dispersion mapping of an electrocardiogram, «Cardiovisor», code of detalization, children, athletes.

Анализируя сообщения средств массовой информации, можно найти многочисленные примеры внезапной смерти молодых спортсменов, в том числе детей и подростков, во время соревнований и тренировочного процесса. В одних случаях причина остается

нераспознанной, в других – видимые при стандартных методах исследования изменения выявляются лишь на пике спортивной карьеры, в связи с чем психологически нацеленный на победу молодой преуспевающий спортсмен продолжает заниматься спортом.

В одном из последних исследований, проведенном в США в 2016 г., охватившем 36% всех юных спортсменов (14–18 лет) в высших школах США, было зарегистрировано 35 случаев остановки сердца и 69 внезапных сердечных смертей [1].

Достижение высоких спортивных результатов предполагает высокий уровень самоотдачи. Эффективность тренировочного процесса связана с высокой интенсивностью тренировок сверх физиологической нормы, что предполагает большую степень напряженности адаптационных механизмов. Результатом нарушения механизмов адаптации являются различные отклонения в функционировании организма, возникшие на фоне высоких физических нагрузок. Поэтому в ходе подготовки будущих спортсменов следует учитывать не только динамику физических, технических и психологических возможностей спортсмена, но и особенности его адаптации к предъявляемым тренировочным и соревновательным нагрузкам [2].

Адаптационные механизмы к повышенным физическим нагрузкам в большей степени связаны с реакциями сердечно-сосудистой системы [3]. Эффективность и достоверность метода дисперсионного картирования ЭКГ при помощи «Кардиовизора» были неоднократно подтверждены в многочисленных исследованиях [4, 5, 6], включая изучение состояния сердечно-сосудистой системы у детей с синдромом артериальной гипертензии [7]. Динамическое использование неинвазивной методики функционального, скринингового обследования детей, занимающихся спортом, позволяет отследить напряженность адаптационных механизмов функции сердечно-сосудистой системы, выявить риски развития патологических процессов.

Цель исследования – выявить диагностические возможности дисперсионного картирования низкоамплитудных колебаний кардиоцикла у детей, занимающихся спортом.

Материал и методы исследования

Под наблюдением находились 34 ребенка в возрасте от 12 до 18 лет (средний возраст 14 лет), занимающихся различными видами спорта с высокодинамическим и высокостатическим компонентами. Средний стаж занятий спортом составил 5,5 лет с интенсивностью занятий 7,5 часов в неделю. Все дети, входящие в основную группу, прошли медицинский осмотр в условиях Центра лечебной физкультуры и спортивной медицины (главный врач С.В. Шалабанов), по результатам которого были допущены к тренировочно-соревновательному процессу с I группой здоровья. Контрольная группа включала в себя 30

детей, не занимающихся спортом, в возрасте от 12 до 18 лет (средний возраст 14 лет) с I группой здоровья. Распределение по полу в 1-й и 2-й группах равномерное.

Всем детям дополнительно было проведено обследование до и после физической нагрузки (20 приседаний в высоком темпе) с помощью прибора «Кардиовизор», работа которого основана на дисперсионном анализе низкоамплитудных колебаний кардиоцикла. Известно, что дисперсионные характеристики, которые невозможно визуализировать на стандартной электрокардиограмме (ЭКГ), в случае формирования патологии миокарда начинают изменяться раньше, чем зубцы электрокардиограммы. Заключение «Кардиовизора» включает в себя индекс «Миокард» (зона ишемических изменений миокарда), индекс «Ритм» (влияние вегетативной нервной системы) и код детализации (G1-G9), который отражает локальные изменения дисперсионных характеристик.

После исключения «выскакивающих» величин проведена статистическая обработка результатов исследования с помощью пакета статистических программ SPSS 17.0, MS EXCEL. Все данные не подчинялись закону нормального распределения, поэтому для описания количественных данных использовали медианы (Me) и квартили (Q1; Q3). При описании качественных данных использовали доли с 95%-ным доверительным интервалом (% (95% ДИ)). Достоверность различий между основной и контрольной группой оценивали с помощью непараметрического критерия Манна–Уитни. Для сравнения количественных признаков, не подчиняющихся закону нормального распределения, до и после физической нагрузки в каждой из представленных групп использовали критерий Вилкоксона. Различия считали достоверными при $p < 0,05$.

Результаты исследования и их обсуждение

Значения индекса «Миокард» в основной и контрольной группе не подчинялись закону нормального распределения, поэтому для описания количественных данных индекса «Миокард» (табл. 1) мы выбрали медиану (1-й и 3-й квартили) – Me (Q1; Q3).

Таблица 1

Сравнительная характеристика количественных значений индекса «Миокард»

	До физической нагрузки		После физической нагрузки	
	Me (Q1; Q3)	Размах (минимум; максимум)	Me (Q1; Q3)	Размах (минимум; максимум)
Основная группа	16,0 (14,0; 21,25)	37 (7; 44)	25,0 (18,75; 39,5)*	70 (1; 71)
Контрольная группа	15,5 (14,0; 16,25)	15 (5; 20)	16,0 (15,0; 18,0)	6 (14; 20)

* $p < 0,001$.

Если сравнить исходные значения индекса «Миокард» у детей, занимающихся спортом ($Me=16,0$ (14,0; 21,25)), и детей, не занимающихся спортом ($Me=15,5$ (14,0; 16,25)), то можно заметить значительно больший размах значений в основной группе (от 7 до 44), чем в контрольной группе (от 5 до 20) при практически равных медианах. Количественные значения индекса «Миокард» после физической нагрузки в основной группе ($Me=25,0$ (18,75; 39,5)) значительно больше в сравнении с контрольной группой ($Me=16,0$ (15,0; 18,0)). Кроме того, отмечается значительно больший размах значений данного показателя у детей-спортсменов после физической нагрузки: 70 (от 1 до 71).

Учитывая сочетание малого объема выборки и несоблюдение условия нормальности распределения, для анализа количественных данных индекса «Миокард» применяли непараметрический критерий Манна–Уитни. Средние значения индекса «Миокард» после физической нагрузки у детей-спортсменов ($Me=25,0$) были выше, чем у детей, не занимающихся спортом ($Me=16,0$), $U=140,5$; $Z=-4,992$; $p<0,001$.

Для сравнения количественных значений в связанных группах (до и после физической нагрузки) использовали критерий Вилкоксона. У детей, занимающихся спортом, после физической нагрузки значения индекса «Миокард» регистрировались больше ($Me=25,0$ (18,75; 39,5)), чем до физической нагрузки ($Me=16,0$ (14,0; 21,25)). Различия были статистически значимы ($T=77$; $Z=-3,77$; $p<0,001$). При сравнении значений индекса «Миокард» до и после физической нагрузки в контрольной группе статистически значимых различий не выявлено.

После теста с физической нагрузкой в группе детей-спортсменов показатели индекса «Миокард» ($Me=25,0$ (18,75; 39,5)) были значимо выше в сравнении с исходными значениями ($Me=16,0$ (14,0; 21,25)), а также выше, чем у детей, не занимающихся спортом ($Me=16,0$ (15,0; 18,0)). В методических указаниях к системе «Кардиовизор» индекс «Миокард» обозначен как показатель величины зоны ишемических изменений. Однако мы понимаем, что в данном случае, учитывая возраст пациентов, маловероятно наличие истинной ишемии. Скорее всего высокие средние значения этого показателя являются свидетельством снижения толерантности сердечной мышцы к кислороду, возникающего после физической нагрузки. Поэтому предлагаем у детей, занимающихся спортом, считать увеличение индекса «Миокард» после физической нагрузки в сравнении с исходными данными косвенным признаком снижения адаптационных возможностей миокарда.

Значения индекса «Ритм» в основной и контрольной группах не подчинялись закону нормального распределения, поэтому для описания количественных данных индекса «Ритм» (табл. 2) мы выбрали медиану (1-й и 3-й квартили) – Me ($Q1$; $Q3$).

Сравнительная характеристика количественных значений индекса «Ритм»

	До физической нагрузки		После физической нагрузки	
	Me (Q1; Q3)	Размах (минимум; максимум)	Me (Q1; Q3)	Размах (минимум; максимум)
Основная группа	26,5 (18,0; 38,5)	97 (3; 100)	39 (33,5; 64,0)*	99 (1; 100)
Контрольная группа	23,5 (16,5; 33,0)	37 (4; 41)	38 (29,5; 43,25)*	51 (11–62)

* $p < 0,001$.

При сравнении средних значений индекса «Ритм» до физической нагрузки в основной (Me=26,5 (18,0; 38,5)) и контрольной (Me=23,5 (16,5; 33,0)) группе статистически значимых различий не выявлено, несмотря на широкий размах значений. Средние значения индекса «Ритм» после физической нагрузки в представленных группах (основная группа – Me=39 (33,5; 64,0), контрольная группа – Me=38 (29,5; 43,25)) также достоверно не отличались при наличии большого разброса значений.

Учитывая необходимость сравнения количественных значений до и после физической нагрузки в каждой из перечисленных групп, использовали критерий Вилкоксона. Значения индекса «Ритм» в основной группе регистрировались больше после физической нагрузки (Me=39 (33,5; 64,0)) в сравнении с исходными данными (Me=26,5 (18,0; 38,5)). Различия были статистически значимы ($T=85,5$; $Z=-3,48$; $p < 0,001$). При сравнении результатов дисперсионного картирования до и после физической нагрузки в контрольной группе получены также статистически значимые различия индекса «Ритм» ($T=37$; $Z=-4,02$; $p < 0,001$). Значения индекса «Ритм» в контрольной группе регистрировались больше после физической нагрузки (Me=38 (29,5; 43,25)) в сравнении с исходными данными (Me=23,5 (16,5; 33,0)).

Физиологическим вариантом изменения сердечно-сосудистой системы у спортсменов являются утолщение стенок левого желудочка, брадикардия и брадикардия, что, вероятно, регистрируется патологическими значениями индекса «Ритм» и связано с дисбалансом влияния вегетативной нервной системы на сердце спортсмена. Для дальнейшего уточнения локальных зон нарушения необходим анализ кода детализации, отражающего электрофизиологические процессы в сердце, происходящие под влиянием в том числе вегетативной нервной системы.

В заключение дисперсионного анализа кардиоцикла входит показатель кода детализации из 9 значений, с помощью которого исследователь оценивает не только локализацию электрофизиологических нарушений в миокарде в фазу деполяризации или реполяризации, но и наличие внутрижелудочковых блокад или признаков гипертрофии желудочков. На отсутствие электрофизиологических нарушений указывает значение «0»; на

подпороговые отклонения в пределах нормы – «S» и «L». Значения, больше или равные 1, свидетельствуют о наличии патологических дисперсионных отклонений в соответствующей локализации в указанной фазе, а также на наличие внутрижелудочковой блокады или признаков гипертрофии желудочков.

Патологические значения деполяризации правого предсердия (G1) достоверно чаще регистрировались после физической нагрузки в группе спортсменов (73%), чем в контрольной группе ($\chi^2=4,83$, $df=1$, $p<0,05$). При сравнении долей патологических значений внутри групп до и после физической нагрузки достоверных различий не выявлено. Учитывая большое число аритмогенных зон в области правого предсердия, следует считать появление патологических значений G1 после теста с физической нагрузкой у детей, занимающихся спортом, диагностически значимым при оценке адаптационных возможностей миокарда. Статистически значимых различий при сравнении доли патологических значений G2 (деполяризация левого предсердия) в основной и контрольной группе, а также внутри перечисленных групп выявлено не было.

В контрольной группе до физической нагрузки достоверно реже регистрируются патологические значения G3, свидетельствующие об отклонениях дисперсионных характеристик правого желудочка в фазу деполяризации, чем в группе детей, занимающихся спортом, – 15% ($\chi^2=4,79$, $df=1$, $p<0,05$). В основной группе достоверно чаще регистрируются патологические значения G3 после физической нагрузки (32%) в сравнении с группой детей, не занимающихся спортом, – 6,6% ($\chi^2=6,5$, $df=1$, $p<0,05$). Наличие патологических значений G3 после физической нагрузки у детей-спортсменов также требует дальнейшей оценки и наблюдения. При сравнении результатов дисперсионного анализа низкоамплитудных колебаний кардиоцикла в части деполяризации левого желудочка (G4) между основной и контрольной группой, а также внутри групп до и после физической нагрузки статистически значимых различий не выявлено.

В контрольной группе после физической нагрузки патологические значения реполяризации правого желудочка (G5) встречались достоверно реже – 33,3% в сравнении с группой детей, занимающихся спортом, – 76% ($\chi^2=12,05$, $df=1$, $p<0,001$). Анализ основной группы выявил, что электрофизиологические отклонения в правом желудочке в фазе реполяризации достоверно чаще отмечаются после физической нагрузки (76%) в сравнении с исходными результатами – 33,3% ($\chi^2=26,14$; $df=1$, $p<0,001$). Однако схожие статистически достоверные различия до и после физической нагрузки были обнаружены в группе детей, не занимающихся спортом.

Отклонения от нормы в G5 достоверно чаще зафиксированы в контрольной группе после физической нагрузки (33,3%) в сравнении с исходным заключением дисперсионного

анализа кардиоцикла – 6,6% ($\chi^2=4,04$; $df=1$, $p<0,001$). Для исключения вероятности статистической ошибки и верификации полученных результатов необходимо увеличить число наблюдений как в основной, так и в контрольной группе. При сравнении кода детализации G6, характеризующего электрофизиологические процессы в миокарде левого желудочка в фазу реполяризации, основной и контрольной группы выявлены статистически значимые различия в группах после физической нагрузки: в контрольной группе патологические значения G6 (20%) регистрируются достоверно реже в сравнении с группой детей-спортсменов – 68% ($\chi^2=14,6$, $df=1$, $p<0,001$). У детей, занимающихся спортом, после физической нагрузки отмечается значительный прирост доли электрофизиологических отклонений в левом желудочке в фазу реполяризации (68%) по сравнению с исходными данными – 12% ($\chi^2=22,18$; $df=1$, $p<0,001$). Статистически значимый прирост доли отклонений в G6 после физической нагрузки также отмечен в контрольной группе (33,3%) в сравнении с исходными данными – 6,6% ($\chi^2=6,67$; $df=1$, $p<0,001$). Несмотря на небольшую выборку наблюдений, учитывая значимость фазы восстановления сердечно-сосудистой системы, наличие патологических значений G6 (реполяризация левого желудочка) после физической нагрузки у детей-спортсменов также следует считать диагностически значимым критерием нарушения адаптационных механизмов, требующим дальнейшего наблюдения.

При сравнении кода детализации основной и контрольной групп после физической нагрузки выявлено, что в группе детей, занимающихся спортом, нарушение симметрии деполяризации желудочков (G7) регистрировалось достоверно чаще – 85%, чем в группе детей, не занимающихся спортом ($\chi^2=39,45$, $df=1$, $p<0,001$). Кроме того, в основной группе патологические значения G7 выявлены у 68% детей после физической нагрузки, что значительно больше в сравнении с исходными данными – 26%, различия статистически достоверны ($\chi^2=23,86$; $df=1$, $p<0,001$). У спортсменов на фоне постоянных физических нагрузок отмечается физиологическое ремоделирование системного левого желудочка, сопровождающееся повышением электрической активности, которое распознается «Кардиовизором» как нарушение симметрии деполяризации желудочков. При сравнении кода детализации дисперсионного анализа низкоамплитудных колебаний кардиоцикла, обозначенного шифром G8, указывающего на наличие внутрижелудочковых блокад, и G9, регистрирующего признаки гипертрофии желудочков, в основной и контрольной группах статистически значимых различий не выявлено.

Заключение

Исходя из вышеизложенного мы полагаем, что детям, занимающимся спортом, целесообразно при проведении периодических профилактических обследований включить

дисперсионный анализ низкоамплитудных колебаний кардиоцикла с обязательным тестом с физической нагрузкой.

Сочетание увеличения индекса «Миокард» после физической нагрузки в сравнении с исходными данными, появление патологических значений деполяризации правого предсердия (G1), деполяризации правого желудочка (G3) и реполяризации левого желудочка (G6) после теста с физической нагрузкой можно считать диагностическими признаками снижения адаптационных возможностей миокарда. В случае выявления перечисленных изменений целесообразно проводить коррекцию тренировочно-соревновательного процесса с последующим повторным исследованием.

Таким образом, пилотное исследование диагностических возможностей дисперсионного картирования электрокардиограммы продемонстрировало необходимость продолжить набор респондентов для увеличения выборки и получения в большей степени статистически обоснованных выводов.

Список литературы

1. Макаров Л.М. Спорт и внезапная смерть у детей // Российский вестник перинатологии и педиатрии. 2017. Т. 62. № 1. С. 40-46.
2. Шлык Н.И., Гаврилова Е.А. Вариабельность ритма сердца в экспресс-оценке функционального состояния спортсмена // Прикладная спортивная наука. 2015. № 2. С. 115-125.
3. Балыкова Л.А., Иванский С.А., Чигинева К.Н. Актуальные проблемы медицинского сопровождения детского спорта // Российский вестник перинатологии и педиатрии. 2017. Т. 62. № 2. С. 6-11.
4. Царегородцев Н.А., Иванова О.В., Дианов О.А. Интегральная оценка состояния сердечно-сосудистой системы у детей с метаболическим синдромом с использованием комплекса «Кардиовизор-06с» // Современные тенденции науки, практики и образования в педиатрии: материалы региональной учебно-методической и научно-практической конференции, посвященной 60-летию кафедры детских болезней ТГМУ. Тверь, 2018. С. 187-192.
5. Погоньшева И.А., Погоньшев Д.А., Луняк И.И. Показатели дисперсионного картирования электрокардиограммы у студентов северного вуза // Вестник Нижневартковского государственного университета. 2019. № 2. С. 98-104.
6. Иванов Г.Г., Сула А.С. Дисперсионное картирование ЭКГ: теоретические основы и клиническая практика. М.: Техносфера, 2009. 192 с.

7. Краева Н.В., Макарова В.И., Блинова А.В. Ранняя диагностика артериальной гипертензии у детей подросткового возраста // Врач-аспирант. 2015. Т. 70. № 3-2. С. 286-293.