

# КРАТКОСРОЧНАЯ АДАПТАЦИЯ СОКРАТИТЕЛЬНОЙ ФУНКЦИИ МИОКАРДА К ФИЗИЧЕСКОЙ НАГРУЗКЕ У ДЕТЕЙ 5 ЛЕТ

Г.В. Кмить<sup>1</sup>

Институт возрастной физиологии РАО, Москва

*Методом поликардиографии изучена реакция сократительной функции миокарда на физическую нагрузку у детей 5 лет. У большинства детей (61%) на физическую динамическую нагрузку отмечался фазовый синдром гипердинамии миокарда, который проявлялся в укорочении фазы изометрического сокращения, снижении времени изгнания крови и механической систолы. У 18% детей отмечен фазовый синдром гиподинамии миокарда, т.е. удлинение периода напряжения за счет фазы изометрического сокращения, снижение времени изгнания крови и механической систолы, а также увеличение индекса напряжения миокарда. Гипердинамический тип реакции является более благоприятным и свидетельствует о хороших функциональных резервах сердца.*

**Ключевые слова:** адаптация, сократительная функция миокарда, поликардиография, физическая нагрузка, дети.

*Reaction of myocardial contractile function to physical exercise in 5-year-old children was studied by use of polycardiography. Most children (61%) reacted to physical dynamic strain by phase syndrome of myocardial hyperdynamia, i.e. decreased isometric contraction phase, shorter period of blood extrusion and decreased mechanical systole. 18% of children demonstrated phase syndrome of myocardial hypodynamia, i.e. increased tension period due to increased isometric contraction phase, shorter period of blood extrusion time, decreased mechanical systole and increased myocardial tension index.*

*The hyperdynamic type of reaction is believed to be more favorable and is indicative of good functional reserves of the heart.*

**Key words:** adaptation, myocardial contractile function, polycardiography, physical exercise, children.

Адаптация организма ребенка к изменяющимся условиям внешней среды представляет собой один из важнейших вопросов возрастной физиологии. Ведущую роль в адаптации организма к воздействию факторов внешней среды играет сердечно-сосудистая система [2, 9].

Исследования ряда авторов показали, что состояние сократительной функции миокарда может являться своего рода индикатором, как срочной адаптационной реакции, так и процесса долговременной адаптации [1, 6, 12].

Наиболее полную информацию о состоянии сократительной функции миокарда у детей можно получить методом поликардиографии. Метод поликардиографии позволяет неинвазивным путем определять продолжительность отдельных фаз систолы и диастолы левого желудочка, что представляет большой инте-

---

Контакты: <sup>1</sup> Г.В. Кмить, ст.научн.сотр., E-mail:almanac@mail.ru

рес при исследовании функциональной способности миокарда и изучении механизмов кардиогемодинамики в процессе возрастного развития и адаптации к различным видам деятельности.

Задачей настоящего исследования явилось изучение особенностей сократительной функции миокарда детей 5 лет в процессе краткосрочной адаптации к физической нагрузке.

## МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Для изучения сократительной функции миокарда был применен метод поликардиографии. Проводилась синхронная регистрация ЭКГ во II стандартном отведении, фонокардиограммы с точки Боткина и каротидной сфигмограммы (с сонной артерии) с помощью прибора Поли-Спектр-12. Для реализации поставленных в нашем исследовании задач было обследовано 30 детей 5 лет, посещающих детский сад г. Москвы. Все обследованные дети, согласно данным медицинских карт, относились к I–II группам здоровья и имели физическое развитие, соответствующее возрастным нормам. Исследование проводили в первой половине дня – период наибольшей активности физиологических функций.

Запись исходной поликардиограммы осуществлялась в положении исследуемого лежа, при задержке дыхания, после предварительного отдыха в течение 10 минут. Вторично поликардиограмма регистрировалась сразу после физической динамической нагрузки. В качестве нагрузки использовалась модифицированная проба Летунова (10 приседаний за 30 секунд).

Анализ поликардиограммы базировался на сопоставлении элементов записанных кривых во времени по методике В.Л. Карпмана (1965). С помощью компьютерной обработки кривых вычисляли следующие параметры:

- Продолжительность R–R интервалов (продолжительность сердечного цикла)
  - Фаза асинхронного сокращения (ФАС) – от начала зубца Q ЭКГ до первой большой осцилляции I тона ФКГ (Q–I тон).
  - Фаза изоволюмического (изометрического) сокращения (ФИС) – от начала высокочастотного компонента I тона до начала подъема сфигмограммы сонной артерии или разность между периодом напряжения и фазой асинхронного сокращения.
  - Период напряжения (Т) – от начала зубца Q ЭКГ до начала подъема кривой сфигмограммы сонной артерии с вычетом времени запаздывания пульсовой волны от сердца до сонной артерии (II тон – инцизура каротидного пульса: II тон–I).
  - Период изгнания (Е) – от начала подъема кривой сфигмограммы сонной артерии до самой глубокой точки ее инцизуры.
  - Механическая систола (Sm) – сумма фазы изометрического сокращения и периода изгнания.
  - Общая систола (So) – сумма времени периодов напряжения и изгнания.
  - Электрическая систола (Sэ)
  - Диастолический интервал (D).
- Все величины измерены в миллисекундах.

Помимо указанных показателей, получаемых при непосредственном анализе кривых, определялся еще ряд производных или относительных величин: 1) индекс напряжения миокарда (ИНМ) — отношение времени напряжения к длительности электромеханической систолы в процентах; 2) внутрисистолический показатель (ВСП) — отношение длительности периода изгнания к продолжительности механической систолы в процентах; 3) механический коэффициент Блумбергера — отношение длительности периода изгнания и длительности периода напряжения;

Экспериментальные данные обработаны общепринятыми методами вариационной статистики. Степень достоверности различий между показателями в исходном состоянии и после нагрузки определялась по критерию Стьюдента. Во всех случаях граничным считался уровень значимости при  $p < 0,05$ . В работе использовался метод корреляционного многофакторного анализа. Вращение матрицы проводилось по критерию «Варимакс». Значимыми считались факторные веса от 0,7 и выше.

## **РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ**

Исследование показало, что, абсолютные величины параметров сократительной функции миокарда детей 5 лет соответствуют литературным данным [4, 8, 10, 12]. В этом возрасте не выявлено половых различий, что согласуется с данными ряда авторов [10, 11]. По данным И.О.Тупицына (1986) половые различия в длительности фаз сердечного цикла начинают проявляться с 9–10-летнего возраста.

Результаты корреляционного и факторного анализов позволили выявить зависимость между продолжительностью сердечного цикла (R–R) и показателями сократительной активности миокарда, продолжительностью диастолической паузы, а также функциональным состоянием системы. Период напряжения и его фазы оказались тесно связанными с индексом напряжения миокарда, внутрисистолическим показателем. Нами не отмечено каких-либо корреляционных связей между продолжительностью фаз сердечного цикла и соматометрическими параметрами у детей 5 лет. Взаимосвязь сократительной функции миокарда с соматометрическими параметрами и уровнем физического развития у детей школьного возраста была показана в диссертационной работе Н.М. Пресняковой (1979). Наиболее высокие функциональные возможности миокарда были выявлены автором у старших школьников среднего уровня физического развития.

Факторный анализ позволил оценить вклад отдельных составляющих, которые определяют состояние сократительной и насосной функции миокарда у детей 5 лет. Показано, что в главный фактор с большим удельным весом вошли параметры, характеризующие период напряжения (Т, ФИС). На продолжительность периода напряжения и составляющей его фазы изометрического сокращения оказывают влияние: венозный приток крови к сердцу, величина диастолического давления в крупных сосудах, сократительная способность миокарда, степень пресистолического напряжения миокарда [3, 5, 12]. Фаза изометрического сокращения характеризует сократительные свойства миокарда, в этой фазе расходуется большое количество энергии. Таким образом, период напряжения тесно координи-

нирован с другими жизненно необходимыми звеньями энергетического обеспечения клетки сердечной мышцы, а именно, — с гликолизом и креатинкиназной системой [9]. Вошедшие также в этот фактор величины, описывающие отношение длительности периодов напряжения и изгнания (ВСП, ИНМ, МК), характеризуют эффективность сердечных сокращений.

Второй фактор составили продолжительность сердечного цикла (R—R) и диастолической паузы. Его можно условно обозначить как фактор насосной функции сердца.

В третий фактор вошли соматометрические параметры (длина и масса тела).

При изучении реакции сократительной функции миокарда на физическую динамическую нагрузку было показано, что у детей 5 лет происходят существенные перестройки фазовой структуры сердечного цикла в ответ на нагрузку (табл.1). Анализ результатов показал, что в целом по группе динамическая физическая нагрузка приводит к достоверному ( $P<0,05$ ) уменьшению продолжительности периода напряжения и составляющих его фаз. При этом систола общая, электрическая, механическая и время изгнания крови имели тенденцию к снижению. У большинства детей (61%) на физическую динамическую нагрузку отмечался фазовый синдром гипердинамии миокарда, который проявлялся в укорочении фазы изометрического сокращения, снижении времени изгнания крови и механической систолы. У 18% детей отмечен фазовый синдром гиподинамии миокарда, т.е. удлинение периода напряжения за счет фазы изометрического сокращения, снижение времени изгнания крови и механической систолы, а также увеличение индекса напряжения миокарда.

Таблица 1

*Изменение длительности фаз сердечного цикла при физической динамической нагрузке у детей 5 лет ( $M\pm m$ )*

Момент исслед.	R—R	ФАС	ФИС	T	E	Sm	So	Sэ	Д
Покой	689.4 ±98.2	56.1 ±4.2	29.4 ±3.2	85.4 ±6.11	220.6 ±29.1	242 ±27.7	291.6 ±30.6	323.1 ±22.0	381.6 ±88.6
Сразу после нагрузки	660.1 ±92.7	52.08 ±4.03*	26.4 ±3.78*	78.4 ±6.04*	207.6 ±37.87	234.0 ±38.8	274.3 ±28.07	314.9 ±16.4	375.8 ±61.60

**Примечания:** \* — различия параметров по сравнению с исходным состоянием.

Гипердинамический тип реакции является, по мнению ряда авторов, более благоприятным и свидетельствует о хороших функциональных резервах сердца [5, 7, 12]. Среди обследованных 5-летних детей преобладали дети с парасимпатическим типом автономной нервной регуляции сердечного ритма (СР) (55%). Можно предположить, что в ответ на функциональную динамическую нагрузку у

этих детей происходит сдвиг АНС в сторону усиления симпатических влияний на СР. Большинство авторов [9, 7, 12] считают, что гипердинамический синдром перестройки сократительной функции миокарда является результатом повышенной активности симпатического отдела вегетативной нервной системы, а гиподинамический — парасимпатического отдела.

## ВЫВОДЫ

1. Факторный анализ позволил оценить вклад отдельных составляющих, которые определяют состояние сократительной и насосной функции миокарда у детей 5 лет. Показано, что главным фактором является фактор, характеризующий период напряжения и эффективность сердечных сокращений. Вторым фактором составили продолжительность сердечного цикла и диастолической паузы. Его можно условно обозначить как фактор насосной функции сердца. В третий фактор вошли соматометрические параметры (длина и масса тела).

2. При динамической физической нагрузке происходят существенные перестройки фазовой структуры сердечного цикла. В целом по группе обследованных 5-летних детей выявлено существенное уменьшение продолжительности периода напряжения и составляющих его фаз асинхронного и изометрического сокращения.

3. У большинства детей (61%) на физическую динамическую нагрузку отмечался фазовый синдром гипердинамии миокарда, который проявлялся в укорочении фазы изометрического сокращения, снижении времени изгнания крови и механической систолы. У 18% детей отмечен фазовый синдром гиподинамии миокарда, т.е. удлинение периода напряжения за счет фазы изометрического сокращения, снижение времени изгнания крови и механической систолы, а также увеличение индекса напряжения миокарда.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Адаптация организма учащихся к учебной и физическим нагрузкам/ Под ред. А.Г. Хрипковой, М.В. Антроповой.—М:Педагогика, 1982.—240 с.

2. Берсенева И.А. Оценка адаптационных возможностей организма у школьников на основе анализа variability сердечного ритма в покое и при ортостатической пробе: автореф. дис.... канд. биол. наук.— 2000.— С. 17

3. Галстян А.А. Электромеханическая активность сердца и центральная гемодинамика у здоровых детей школьного возраста. — Ереван: Айастан, 1989— 161 с.

4. Индивидуальные особенности развития системы кровообращения школьников/Под ред. И.О.Тупицына. — М, 1995.— 64 с.

5. Карпман В.Л. Фазовый анализ сердечной деятельности. — М: Медицина, 1965.— 159 с.

6. Кмить Г.В. Функциональное состояние миокарда детей 6—11 лет в процессе развития и адаптации к учебной нагрузке: автореф.дисс...канд.биол.наук.— М.,1992.—18с.

7. Кмить Г.В., Колодько О.Е. Влияние локальной статической нагрузки на сократительную функцию левого желудочка сердца у детей 6—7 лет// Физиология человека.—1990.—Т.16, № 3.—С.55—58

8. Колесниченко С.М. Функциональное состояние миокарда левого желудочка у детей 7–12 лет (по данным эхо- и электрокардиографии): автореф.дисс...канд.биол.наук.—М.,1988.—18с.

9. Меерсон Ф.З. Адаптация сердца к большой нагрузке и сердечная недостаточность.—М: Наука, 1975.—263 с.

10. Преснякова Н.М. Взаимосвязь сократительной функции миокарда с основными показателями гемодинамики у современных школьников 7–17 лет: автореф.дисс...канд.биол.наук.—М.,1979.—24с.

11. Сенько Ф.Н., Петров С.В. Адаптация сократительной функции миокарда к учебным нагрузкам у детей, начавших обучение с 6 лет// Мат. VIII съезда Белорусского физиол. общества.—Витебск, 1987.—С.219–220

12. Тупицын И.О. Возрастная динамика и адаптационные изменения сердечно-сосудистой системы школьников: автореф.дис.докт.мед.наук.—М., 1986.—42с.