

ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ СЕРДЕЧНО–СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ У ДЕТЕЙ ДОШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ФИЗИЧЕСКИХ НАГРУЗОК

Т.Ю. Логвина

Белорусский государственный университет физической культуры, Беларусь,
tanyalogvina@tut.by

Введение. Функциональные пробы для оценки деятельности сердечно–сосудистой системы стали неотъемлемой частью комплексного обследования лиц, занимающихся физической культурой и спортом, так как отражают функциональное состояние не только этой системы, но и нейроэндокринные механизмы регуляции организма в целом.

Методы: анализ научно–методической литературы, педагогические наблюдения.

Результаты исследования и их обсуждение. Чаще всего после физической нагрузки у детей оценивают динамику пульса, артериального давления, а также времени восстановления этих показателей к исходным величинам. Вместе с тем, существует точка зрения, что эффективные критерии оценки состояния организма могут быть получены при изучении процесса возвращения показателей сердечно–сосудистой системы в исходное состояние, то есть в период перестройки физиологической системы на новый уровень функционирования. В оценке реакции на стандартную физическую нагрузку выделяют следующие уровни: 1 – быстрое восстановление к исходному уровню повысившихся на нагрузку показателей; 2 – повысившиеся на нагрузку показатели после некоторого снижения остаются на высоком уровне, не восстанавливаются к концу 5–ой минуты; 3 – в восстановительном периоде наблюдается дальнейшее нарастание повысившихся на нагрузку показателей с последующим волнообразным снижением их без восстановления к концу 5–ой минуты; 4 – повысившиеся на нагрузку показатели снижаются ниже исходного уровня покоя, восстанавливаясь в большинстве случаев в течение 5 минут (восстановление через "отрицательную фазу") [1].

Направленность переходных процессов в восстановительном периоде зависит от ряда механизмов регуляции функций сердечно–сосудистой системы. Первый механизм наиболее благоприятный, обусловлен координированным взаимоотношением регуляторных механизмов и обеспечивает оптимальный уровень функционирования сердечно–сосудистой системы. Вторым – также благоприятный, возникает при преобладании вагусной реакции; третий и четвертый – неблагоприятные, выявляются при наличии дискоординации регуляторных механизмов и характеризуют неэкономную работу сердца и недостаточную приспособляемость организма к нагрузкам.

Если недостаточная приспособляемость к нагрузке может быть связана с понижением двигательной активности, то увеличение количества случаев неэкономичной реакции сердечно–сосудистой системы на нагрузку (второй вариант) происходит в результате высокой физиологической активности симпатoadренальной системы, в связи с этим выявляется меньший процент четвертого варианта. Для детей с неблагоприятными вариантами переходных процессов сердечно–сосудистой системы подбирают индивидуальную физическую нагрузку.

Существует необходимость в определении точных количественных параметров деятельности сердечно–сосудистой системы у детей под влиянием физической нагрузки. Определены межсистемные взаимосвязи сосудистого тонуса с физическим развитием, половым созреванием, энергией и темпами процессов роста и развития, организацией внешней среды (режим, характер обучения и воспитания), образом жизни (умственное и физическое перенапряжение), эмоциональным стрессом, нарушением распорядка дня, хроническими интоксикациями детского возраста. Существенную роль в нарушении гемодинамики и повышении сосудистого тонуса исследователи отдают генотипическим факторам.

Для предупреждения реализации генетического предрасположения к сосудистой гипертензии необходима организация оптимального воздействия факторов внешней среды (физических нагрузок) для растущего организма с профилактикой стрессовых состояний, адекватными и физиологичными физическими нагрузками и режимом двигательной активности. У детей мышечного типа телосложения отмечают более редкий ритм сердечных сокращений, при этом выявлена закономерная связь между основными показателями гемодинамики и уровнем физического развития, в частности у детей среднего физического развития гемодинамические показатели свидетельствуют о более эффективном и экономном режиме гемодинамики.

Р.А.Калужная определяет типы реакции на физическую нагрузку как: благоприятный (умеренное повышение показателей гемодинамики на первой минуте восстановления, частичная нормализация на третьей и полное восстановление на пятой минуте); дисрегуляторный (увеличение частоты сердечных сокращений, артериального давления, минутного и ударного объемов) и сохранение числовых величин показателей до 7 минут; реакция обусловлена нарушением регуляции функции сердечно-сосудистой системы); условно неблагоприятный (показатели гемодинамики в ответ на нагрузку после 3-х-5-ти минутного отдыха ниже исходного уровня, возвращаются к седьмой минуте, возникает реакция позднего утомления); безусловно, неблагоприятный [2].

Исследователями подтверждена роль повышения периферического сопротивления как основного и первичного звена в цепи гемодинамических изменений при формировании уровня артериального давления в молодом организме. Взаимоотношения между обменом, кровоснабжением и функцией сердца и сосудов существенно изменяются с возрастом, но на каждом возрастном этапе обуславливают возможности адаптации и надежность гемодинамического обеспечения трофики. При изучении адаптационных изменений основных функций сердечно-сосудистой системы на дозированную физическую нагрузку отмечена выраженная лабильность показателей сердечно-сосудистой системы, которая может быть причиной адекватности основных показателей при адаптации организма к различным видам деятельности в ответ на разнообразные воздействия среды.

Исследователи считают необходимым учитывать существование индивидуальных вариантов кровообращения, различающихся по характеру регуляции. По их мнению, при оценке характера реакции основных показателей кардио- и гемодинамики следует учитывать: исходный вариант кровообращения и его регуляции; целесообразность и экономичность сдвигов при возмущающих воздействиях (физических нагрузках, стрессовых ситуациях); состояние системы с исходными для оценки целесообразности изменений при переключении от деятельности к покою; при длительных наблюдениях одних и тех же контингентов дифференцировать возрастные изменения от адаптационных изменений.

При дозированной физической нагрузке с возрастом усиливается лабильность сердца с включением вагусной реакции. Укорочение периода изометрического сокращения с возросшим вегетативным показателем ритма можно рассматривать как свидетельство увеличения мощности миокарда, при этом сердце работает в изотоническом режиме, большая часть сокращений затрачивается непосредственно на изгнание крови, благодаря этому обеспечивается выброс увеличенного количества крови за короткое время.

Выявлено, что реакция сокращения миокарда на дозированную физическую нагрузку имеет свои особенности для каждого возрастного периода. В комплексе критериев адаптивных возможностей сердечно-сосудистой системы ведущую роль играют реакции всех звеньев гемодинамики. Применение дозированной физической нагрузки необходимо для раскрытия функциональных возможностей аппарата кровообращения детей и выявления отклонений в деятельности сердечно-сосудистой системы.

Подтверждено, что адаптационные изменения на физическую нагрузку показателей сердечно-сосудистой системы определяются напряжением симпатических функций. Степень изменений ЧСС зависит от исходного уровня (чем выше ЧСС в состоянии покоя, тем меньше выражено ее учащение в процессе выполнения умственной работы). Общей закономерностью реакции гемодинамических показателей на физическую нагрузку является повышение АД и ЧСС: с возрастом реакция этих показателей становится менее выраженной.

Выявление закономерности реакции показателей кардио- и гемодинамики здоровых детей на физическую нагрузку может служить критерием для оценки адаптационных возможностей сердечно-сосудистой системы и их отклонений для соответствующих возрастнo-половых групп. При обсуждении особенностей деятельности сердца по электромеханическим и частотным показателям в литературе приводятся различные показатели ЧСС не только в разные возрастные периоды, но и в пределах одного и того же возраста, что может зависеть от особенностей соматотипа и функционального состояния в различное время суток. Для оценки особенностей изменения ЧСС в разные возрастные периоды используют статистические показатели, предложенные Р.М.Баевским: моду (m_0), амплитуду моды (A_{m_0}) и вариационный размах ($d X$). Кроме этого, на основе данных гистографического анализа оценивают показатель индекса напряжения (ИН) [3].

Гистографическое распределение длительности интервалов R-R позволяет видеть преимущественное превалирование малых величин кардиоинтервала в более ранние возрастные периоды и

увеличение их длительности в более поздние периоды. Сочетание высокой ЧСС, малых величин m_0 с малым вариационным размахом (dX), т.е. разностью между значениями максимального и минимального по продолжительности кардиоинтервала, и с малыми величинами $+m$, $+σ$ свидетельствуют о том, что в ранние возрастные периоды (2,5–3 года) в состоянии условного покоя превалирует симпатическая регуляция деятельности сердца. Снижение с возрастом ЧСС (по данным R–R), сочетаемое с повышением величин m_0 , dX , $+m$, $+σ$ (сдвиг их вправо), свидетельствует о постепенном увеличивающейся в состоянии покоя вагусной регуляции деятельности сердца, максимальное значение которой достигается в возрасте 18–30 лет.

Установлено, что черты регуляции деятельности сердечно–сосудистой системы в ранние возрастные периоды определяются специфическими особенностями функционирования скелетной мускулатуры на ранних этапах развития и определяют высокий уровень энергетики, какой требуется для обеспечения процессов роста. После освоения позы стояния преобразование деятельности сердца и сердечно–сосудистой системы находится в прямой зависимости от соответствующих новых форм функционирования скелетной мускулатуры.

Анализ сердечного ритма объединил информационный, системный подход к исследованию процессов управления ритмом сердца. При этом синусовый узел рассматривают не только в аспекте изучения автоматизма сокращений, но и в качестве индикатора деятельности более высоких уровней управления, что позволяет оценивать сердечный ритм и управлять функциями целостного организма. Считается, что гистограмма R–R–интервалов позволяет определять состояние автономной регуляции, в частности, соотношение симпатического и парасимпатического отделов вегетативной нервной системы. Математические характеристики сердечного ритма отражают состояние регуляторных систем. Для достижения одного и того же конечного результата каждый организм затрачивает неодинаковые усилия, т.е. платит разную "цену". Именно эту "цену" адаптации можно определить по математическим характеристикам, которые позволяют определить индивидуальный диапазон нормы и границы патологических изменений. Нормативы математико–статистических характеристик сердечного ритма разрабатывают применительно к каждой микропопуляции людей в зависимости от возраста, пола, физической подготовки, профессиональной принадлежности, а также в связи со временем года, временем суток и географическим месторасположением и т.п.

Одним из важных проблемных вопросов анализа сердечного ритма является исследование механизмов регуляции. Результаты деятельности системы управления отражают деятельность механизмов саморегуляции, обусловленную непрерывным процессом адаптации организма к условиям окружающей среды; характеризуют активность регуляторных систем и степень напряжения управляющих механизмов. Увеличение амплитуды колебаний означает, что затраты энергии и информации на управление соответствующими функциональными системами увеличились. Информативными являются математико–статистические показатели сердечного ритма как индикаторы состояния различных уровней управления функциями.

Накоплен опыт распознавания различных состояний в процессе перехода организма от нормы к патологии, от здоровья к болезни у взрослых людей. Эти пограничные состояния Р.М. Баевский, В.П. Казначеев и А.П. Береснева назвали донозологическими. [4]. Состояние перенапряжения может быть выявлено по наличию признаков усиления активности симпатической и парасимпатической систем, по активации автономных и центральных звеньев управления. Состояние истощения регуляторных механизмов отличается снижением активности симпатoadренальной системы и рассогласованием различных звеньев системы управления.

Таблица 1 – Математические характеристики сердечного ритма у детей дошкольного возраста (по средним показателям)

Возраст (годы)	R–R _{m0} (с)	R–R _{max} (с)	R–R _{min} (с)	dR–R (с)	A m ₀ (%)	ВПП усл.ед.	ЧСС уд/мин
2,5	0,543+0,08	0,95	0,05	0,362+0,24	61,09+17,5	607,9+556,5	113+14
3	0,557+0,07	0,93	0,09	0,296+0,28	59,23+20,8	896,8+1022	110+12,5
4	0,559+0,06	0,88	0,09	0,251+0,17	55,47+17,8	787,4+948,1	108+11
5	0,603+0,06	1,04	0,09	0,395+0,17	42,61+13,4	328,4+323,7	100+11
6	0,246+0,07	1,34	0,09	0,425+11,4	44,69+11,4	311,5+295,2	96+11

Как видно из таблицы, у детей с возрастом отмечено снижение показателей Амо и ЧСС. В 5–6 лет – увеличение R–R_{mo} и R–R_{max}; в период от 3 до 6 лет не наблюдали изменений показателя R–R_{min}; в 2,5 – 4 года выявлено уменьшение dR–R и увеличение вегетативного показателя ритма (ВПР); в 5–6 лет увеличение dR–R и уменьшение ВПР. По результатам индивидуальных статистических характеристик сердечного ритма определены возрастные особенности, а для дошкольников дана характеристика четырем видам вариационных пульсограмм: нормотония, ваготония, симпатикотония и дистония.

Для выделения типов регуляции использовали числовые различия dR–R, место и форму вариационной кривой в оси координат, учитывали форму и расположение корреляционного облака по отношению к вариационной пульсограмме.

У детей в возрасте от 2,5 до 5 лет выявлено неуклонное увеличение нормотонии, свидетельствующей о высоком уровне функционального состояния (2,5 года – 8,3 %; 3 года – 40,7 %; 4 года – 40,5 %; 5 лет – 70,4%). Однако в 6 лет отмечено резкое снижение нормотонии до 44,8 % (таблица 2).

Таблица 2 – Функциональные уровни состояния сердечно–сосудистой системы у дошкольников (в процентах)

Возраст (годы)	Функциональные уровни			
	нормотония	ваготония	симпатикотония	дистония
2,5	8,3	8,3	33,3	50
3	40,7	–	44,4	14,8
4	40,5	2,7	35,1	21,6
5	71,4	3,6	17,9	7,1
6	44,8	10,3	20,7	24,1

Ваготония, свидетельствовала о широких функциональных возможностях сердечно–сосудистой системы у детей. Она была выявлена у 8% детей 2,5 лет, не выявлена в 3 года; у 2,7% – в 4 года; у 3,6% – в 5 лет; у 10,3% – в 6 лет.

Симпатикотония, отражавшая удовлетворительный уровень функционального состояния и снижение физических возможностей, в 2,5 года составила 33,3 %; в 3 года – 44,4 %; в 4 года – 35,1%; в 5 лет – 17,9 %; в 6 лет – 20,7% детей.

Вегетодистония определялась несоответствием формы, места расположения вариационной пульсограммы и статистических характеристик выявлена в 2,5 года у 50% детей; в 3 года – у 14,8 %; в 4 года – у 21,6 %; в 5 лет – у 7,1 %; в 6 лет – у 24,1 % детей.

Полученные результаты позволили отметить общую положительную динамику функционального состояния, исключение составили шестилетние дети. Снижение нормотонической реакции, увеличение симпатикотонии и дистонии убедительно свидетельствовали о явном неблагополучии в функциональном состоянии сердечно–сосудистой системы у этих детей. Можно предположить, что для шестилетних детей характерно чрезмерное утомление, вызванное перегруженностью образовательной программы при подготовке к школе, неадекватными физическими нагрузками.

Характеристики вегетативной регуляции системы кровообращения в дальнейшем использовались для управления функциональным состоянием детей средствами физической культуры в физическом воспитании в детском саду.

Известно, что ответные реакции органов и систем на выполняемую физическую нагрузку проявляются в изменении деятельности, прежде всего, сердечно–сосудистой системы, механизмов регуляции кровообращения, энергетического обеспечения работающих мышц под воздействием центральной и периферической нервной системы. В организме не существует специальных механизмов, ответственных за скорость, выносливость, силу и другие физические качества. В упражнениях на скорость, силу, выносливость, требуемый рабочий эффект движений обеспечивается возможностями опорно–двигательного аппарата, одними и теми же регулирующими нервными центрами при участии всех функциональных систем организма. Только деятельность функциональных систем имеет существенную разницу.

Выводы: Каждая группа физических упражнений по–разному совершенствует отдельные системы организма. Можно полагать, что именно пластичная функциональная система организма гарантирует проявление высокого уровня силы, выносливости или быстроты, а также позволяет снизить процент группы «риска». Следовательно, для достижения достаточного уровня здоровья,

прежде всего, необходимо не проявление определенного физического качества в каких-либо пределах (как традиционно сложилось в системе физического воспитания), а расширение функциональных возможностей организма к воздействию разнообразных факторов внешней среды (в том числе физических нагрузок), при адекватных ответных реакциях организма на них.

Метод анализа ритма сердца позволяет оценить функциональные свойства синусового узла сердца, состояние и деятельность функциональной системы, отражающей адаптационные реакции целостного организма. При этом абстрактные математические показатели и выражения (вариационный размах, индекс напряжения, скорость затухания автокорреляционной функции и пр.) приобретают конкретный физиологический смысл и дают количественную характеристику физиологических реакций организма и его систем.

Таким образом, анализ сердечного ритма позволяет перейти от анализа результатов системы (орган – реакция – результат) к системному подходу (орган – реакция – результат – система органов). Перенос результата, полученного при исследовании одного органа (синусового узла сердца), на систему органов (систему управления функциями) оказался эффективным способом практической реализации кибернетической идеи «черного ящика» в области диагностики и прогнозирования состояний.

Математико-статистические показатели сердечного ритма являются высокоинформативными числовыми показателями функционирования целостного организма. Воздействия различными физическими нагрузками на организм детей в физическом воспитании позволяют получать определенные изменения функциональных показателей, открывая возможности контроля и управления реакциями организма на основе дозированного воздействия физическими нагрузками.

Литература:

1. Виру, А.А. Функции коры надпочечников при мышечной деятельности /А.А. Виру. – М.: Медицина, 1977. – 176 с.
2. Калюжная, Р.А. Гипертоническая болезнь у детей и подростков /Р.А.Калюжная. – Л.: Медицина,1980. – 207 с.
3. Баевский, Р.М. Прогнозирование состояний на грани нормы и патологии /Р.М.Баевский. – М.: Медицина, 1979. – 295 с.
4. Казначеев, В.П. Донозологическая диагностика в практике массовых обследований населения / В.П.Казначеев, Р.М.Баевский, А.П. Береснева – Л.,1980. – 185 с.