
УДК 612.17(4-053)

ББК 57.31

П 86

А.А. Псеунок

Сердечно-сосудистая система как индикатор адаптационных возможностей организма и особенности ее деятельности у школьников 5-х – 6-х классов

(Рецензирована)

Аннотация:

В работе обсуждаются, что новые образовательные технологий приводят к функциональному напряжению деятельности сердечно-сосудистой системы и ее регуляторных механизмов, снижению адаптационно-компенсаторных реакций у школьников 5-х – 6-х классов.

Ключевые слова:

Адаптация, сердечный ритм, школьник, регуляторные системы, сердечно-сосудистая система, механизмы, двигательная активность.

Чем выше адаптационные возможности организма, тем более надежна его защита от болезни. В зависимости от резервных возможностей организма, являющихся «генетическим багажом здоровья», приспособительные реакции протекают по-разному. Снижение функциональных резервов организма ведет к напряжению его регуляторных систем, что предшествует состоянию дезадаптации и срыву адаптации, определяются как донозологические состояния (Баевский Р.М., 1979, 1987; Казначеев В.П., 1980; Баевский Р.М. и др., 1996). Донозологические состояния отличаются более высоким, чем в норме, напряжением регуляторных систем, что ведет к повышенному расходованию функциональных резервов организма (Баевский Р.М., Берсенева А.П., 2001).

Общей стратегией организации адаптивных реакций организма с обязательным участием вегетативной нервной системы является повышение гомеостатической устойчивости, гармонизация межсистемных отношений и снижение энергетических затрат на адаптацию. Регуляция функций протекает тем совершенней, чем больший диапазон возможностей предоставляют организму границы его физиологической нормы, чем больше физиологические резервы организма (Агаджанян Н.А., Бутова О.А. и др., 1998; Пушкарев Ю.П. и др., 1999). Состояние дезадаптированности рассматривается как «плата» за адаптацию и ведет к появлению

патологических изменений в организме. Если считать за «цену» истинной физиологической адаптации степень напряженности функционирования органов и систем организма, то при измененной ее форме «плата» за нее проявляется определенными морфофункциональными повреждениями. Поэтому «цена адаптации» зависит от силы и длительности воздействующего фактора и, что особенно важно, от индивидуальных особенностей организма.

Информация о гомеостазе в процессе адаптации, о «цене» адаптации содержится в структуре сердечного ритма и закодирована в последовательности кардиоинтервалов.

Система управления сердечным ритмом представляется в виде двух контуров: центрального – источник коррегирующих воздействий на синусовый узел сердца через нервные и гуморальные каналы; автономного – система, которая обеспечивает динамическую перестройку уровня функционирования синусового узла с дыхательными изменениями кровенаполнения сердечных полостей. В этом контуре главную роль играют изменения тонуса ядер блуждающего нерва (Баевский Р.М. и др., 1996).

Сердце является весьма чувствительным индикатором всех происходящих в организме событий. Ритм, а также сила сокращений, регулируемые через симпатический и парасимпатический отделы вегетативной нервной системы,

очень чутко реагируют на любые стрессорные воздействия. С этих позиций показатели кардиоритма могут выступать в качестве интегральных маркеров стрессированности организма (Парин В.В., Баевский Р.М., 1970; Сливкина Н.В., 1999; Горст В.Р., Горст М.В., 2000; Серегина С.С., 2001).

Судить о степени напряжения регуляторных систем можно с помощью многих методов: путем изучения содержания в крови гормонов адреналина и норадреналина, по изменению диаметра зрачка, по величине потоотделения и т.д. Но наиболее простой и доступный метод, и главное, позволяющий вести непрерывный динамический контроль, – это математический анализ ритма сердца.

В условиях возросших требований к адаптационным возможностям организма подростков, обучающихся в школе, необходим поиск индивидуально-типологического подхода к прогностической оценке эффективности приспособительной деятельности. Дифференцированное планирование мер профилактики и коррекции чрезмерного напряжения адаптационных механизмов существенно повышает их эффективность (Антропова М.В. и др., 1991). Одним из вариантов такого дифференцированного подхода может быть комплексное изучение вегетативных особенностей и их роли в изменении функционального состояния организма подростков в процессе обучения.

Изменения образовательных стратегий и технологий в современной школе, как правило, проводятся без соответствующего физиологического мониторинга, без учета функциональных и адаптивных возможностей учащихся. Тогда как у детей существует своя специфика адаптации – наряду с непрерывными ростовыми процессами организм должен приспособляться к достаточно большим по объему и интенсивности учебным нагрузкам в условиях новых альтернативных форм обучения – гимназий, лицеев, профилированных школ и классов, обучение в которых проводится по экспериментальным учебным программам развивающего обучения. В связи с этим содержание и методики образовательных программ должны быть приведены в соответствие с морфофункциональными возрастными особенностями организма школьников, чтобы добиться эффективности и избежать утомления в процессе

обучения. Поэтому проблема адаптации школьников к учебным и физическим нагрузкам как в условиях традиционных, так и новых технологий обучения, является ведущей в исследованиях по возрастной физиологии и актуальной.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В настоящей работе обобщены результаты 483 обследований, прослежена динамика адаптивных и функциональных возможностей учащихся в процессе обучения в школе при различных технологиях организации образовательной и двигательной деятельности, дана сравнительная характеристика.

Обследования проводили 3 раза в год – в октябре, феврале, апреле – в периоды, отдаленные от каникул, когда влияние учебной деятельности выражено больше, чем другие факторы, воздействующие на организм ребенка.

Обследования проводили в одни и те же дни недели и время суток – в первой половине дня. В контрольную группу входили дети, занятия с которыми проводились с использованием традиционных методов обучения. В экспериментальную группу входили дети, начавшие обучение с 6-ти и 7 лет по инновационным технологиям. В классах с традиционной формой обучения двигательный режим школьников осуществлялся в течение двух уроков физической культуры в неделю, а в спортивных классах было 6 уроков физкультуры в неделю.

Было обследовано еще 3 группы учащихся. В первую группу вошли школьники 5-х – 6-х классов, обучавшиеся по традиционной программе при традиционном двигательном режиме (2 часа в неделю). Вторую группу составили учащиеся 5-х – 6-х профильных классов: в гуманитарном классе 2 часа в неделю немецкого языка и 3 часа английского языка с годовым объемом соответственно 68 часов и 102 часа. Третья группа была представлена учащимися 5-х – 6-х математических классов: 6 часов в неделю урок математики в 5-х – 6-х классах с годовым объемом 204 часа.

Полученные данные обработаны методом вариационной статистики по Стьюденту.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

В годовой динамике у детей 5-го традиционного класса антропометрических показателей происходит постепенное нарастание тотальных

размеров тела, причем у девочек это нарастание идет опережающими темпами. Это доказывает, что в этом возрасте девочки опережают в своем развитии мальчиков (табл. 1).

Таблица 1

Изменение показателей физического развития и сердечного ритма у школьников 5-х –6-х классов

Класс	Режим	Пол	Месяц	n	+m	Рост (см)	Масса тела (кг)	ОГК (см)	Δ X (сек)	Mo (сек)	АМо (%)	ИН (отн. ед.)
5	Т	М	О	13	±	140,62 0,98	35,31 0,54	59,00 0,52	0,20 0,01	0,67 0,01	40,91 3,30	102,10 10,04
5	Т	М	А	13	±	150,31 ^Н 2,42	40,08 ^Н 0,87	59,85 0,53	0,22 0,01	0,66 ^Н 0,01	33,98 2,04	103,25 12,07
5	Т	Д	О	13	±	147,86 ^Х 0,66	39,03 ^Х 0,67	59,63 0,45	0,19 0,01	0,61 ^Х 0,01	32,59 ^Х 1,41	110,39 8,69
5	Т	Д	А	13	±	150,77 ^Н 0,73	39,46 0,69	60,31 0,57	0,21 0,01	0,71 ^{НХ} 0,02	34,93 0,92	99,83 8,42
5	Г	М	О	10	±	145,60 ^Ф 1,03	37,17 1,93	70,30 ^Ф 1,61	0,22 0,03	0,72 ^{ФQ} 0,02	42,71 4,79	147,13 54,19
5	Г	М	А	10	±	146,67 1,29	38,50 2,09	75,00 ^Ф 1,61	0,21 0,02	0,72 ^{ФQ} 0,02	39,58 7,18	140,05 32,92
5	Г	Д	О	8	±	135,50 ^{ХФQ} 4,12	30,75 ^Ф 3,15	64,25 ^{ХФ} 1,46	0,35 ^{ХФ} 0,02	0,61 ^Х 0,04	51,56 ^{ФQ} 4,55	216,99 ^{ФQ} 31,53
5	Г	Д	А	8	±	136,75 ^{ХФQ} 1,94	31,25 ^Ф 3,39	64,50 ^Х 4,61	0,16 ^Н 0,02	0,66 0,04	45,70 ^Ф 2,65	238,62 ^Ф 54,29
5	М	М	О	10	±	150,70 ^Ж 3,15	36,50 3,27	70,00 ^Ж 2,91	0,15 0,05	0,64 0,03	40,80 5,30	260,50 ^Ж 73,80
5	М	М	А	10	±	151,10 2,12	36,90 3,10	71,00 ^Ж 29,00	0,18 0,02	0,64 0,01	44,90 5,87	218,70 85,30
5	М	Д	О	13	±	146,20 2,66	33,25 ^Ж 1,45	67,40 4,90	0,26 0,02	0,76 ^{ХЖ} 0,03	27,80 ^Х 2,55	77,70 ^Х 16,30
5	М	Д	А	13	±	147,50 ^Ж 1,21	35,90 2,09	67,50 ^Ж 1,94	0,16 ^Н 0,02	0,70 0,36	43,90 ^Х 6,45	230,50 88,30
6	М	М	О	12	±	150,75 0,66	43,67 ^П 1,06	61,17 ^П 0,07	0,23 0,02	0,72 ^{ЖП} 0,02	45,95 5,43	110,30 ^{ЖП} 9,56
6	М	М	А	12	±	151,67 1,08	48,00 ^П 2,01	63,08 ^{НП} 0,36	0,22 0,02	0,73 ^{ЖП} 0,02	69,22 ^{НЖ} 4,75	136,55 16,94
6	М	Д	О	12	±	151,67 ^Ж 1,08	48,00 ^{ХП} 2,01	68,08 ^{ХЖ} 0,36	0,22 ^Х 0,02	0,73 0,02	69,22 ^{ЖП} 4,75	136,55 ^{ЖП} 16,94
6	М	Д	А	12	±	151,42 ^П 0,70	51,17 ^{ХП} 0,89	63,67 ^{НЖ} 1,11	0,23 ^{НЖ} 0,01	0,67 ^{ХЖ} 0,01	39,75 ^{ХН} 2,29	64,18 ^Х 5,64
6	Г	М	О	13	±	141,00 ^{ФQП} 0,94	35,46 ^{ФQП} 0,81	59,77 ^П 0,80	0,18 ^{ФQ} 0,01	0,72 ^{ФП} 0,02	38,73 2,06	127,90 ^{ФП} 24,22
6	Г	М	А	13	±	144,77 ^{НФQП} 1,22	36,15 ^{ФQП} 0,86	60,54 ^{QП} 0,80	0,23 ^Н 0,01	0,71 ^Ф 0,01	35,12 ^Q 1,66	90,10 ^{ФQ} 6,60
6	Г	Д	О	12	±	148,25 ^{ПХ} 1,35	37,35 ^{ФQП} 1,25	60,50 ^{QП} 0,86	0,20 ^{ФП} 0,01	0,72 ^П 0,01	32,14 ^{ХФQП} 1,87	78,48 ^П 10,36

6	Г	Д	А	12	±	148,75 ^{XII} 1,24	41,00 ^{XФQPII} 1,40	61,50 0,87	0,21 ^Ф 0,01	0,72 ^Q 0,01	32,17 ^{ФQPII} 1,91	97,46 ^{QPII} 8,57
6	Т	М	О	14	±	152,14 ^{PII} 1,16	44,57 ^{PII} 1,59	62,07 ^{PII} 0,92	0,25 0,02	0,64 0,01	48,05 4,86	59,95 ^{PII} 5,90
6	Т	М	А	14	±	152,86 1,23	46,00 ^{PII} 1,55	62,79 ^{PII} 0,90	0,22 0,01	0,64 0,01	35,09 ^{PII} 1,39	140,59 ^{PII} 15,29
6	Т	Д	О	13	±	148,16 ^X 1,10	46,38 ^{PII} 1,79	57,38 ^X 1,55	0,25 ^{PII} 0,01	0,72 ^{XII} 0,03	44,70 ^{PII} 2,85	91,29 ^X 8,37
6	Т	Д	А	13	±	149,00 ^X 1,13	47,08 ^{PII} 1,72	58,30 ^X 1,53	0,28 ^{XII} 0,02	0,72 ^X 0,01	38,72 2,17	80,40 ^X 8,16
6	С	М	О	14	±	152,79 1,18	45,29 1,65	62,64 0,84	0,20 0,01	0,64 ^I 0,01	36,82 2,84	71,15 ^I 8,88
6	С	М	А	14	±	152,86 1,04	45,93 1,59	63,43 0,85	0,27 ^{HBT} 0,01	0,69 ^{HBT} 0,01	35,60 ^I 1,61	114,66 ^H 10,90
6	С	Д	О	13	±	148,62 ^{XI} 0,84	45,92 1,43	58,69 ^X 1,14	0,25 ^X 0,01	0,73 ^X 0,01	38,02 ^I 2,00	78,03 ^I 10,02
6	С	Д	А	13	±	151,08 ^{PII} 0,46	46,92 ^I 1,43	59,62 ^{XI} 1,16	0,20 ^{XHBT} 0,01	0,72 ^I 0,02	31,45 ^{HBT} 1,43	74,58 18,11

Примечание к таблице: достоверность различий между показателями:

- Н – началом и концом учебного года; X – между половыми группами;
- Ф – традиционные – гуманитарные классы; Q – математические – гуманитарные;
- Ж – традиционные – математические классы; П – 5-й класс – 6-й класс;
- В – традиционные – спортивные; P – спортивные – гуманитарные;
- Т – математические – спортивные;

Показатели сердечного ритма у этих детей находятся в стабильном состоянии, что указывает на наступление критического периода в развитии систем регуляции и утомления к концу учебного года у 10-11-летних детей, что больше выражено у девочек.

Резкое снижение двигательной активности и повышение умственных нагрузок вызывает если не регресс, то существенную приостановку в физическом развитии у школьников. К тому же это явление можно рассматривать как адаптационный дисбаланс в функционировании организма, что приводит к появлению избыточного веса, нарушению осанки, повышению артериального давления.

Исследования, проведенные в 5-х классах с дифференцированным обучением (математический класс), показывают, что функциональные системы организма учащихся в процессе учебной деятельности испытывают значительное напряжение. Особенно отрицательно сказывается на их здоровье все возрастающий дефицит времени, необходимого на прием, переработку

и усвоение чрезмерно большого объема информации (табл. 1).

Анализ полученных нами данных позволяет заключить, что мальчики и девочки математического класса выполняют учебную нагрузку при высокой активности центрального контура регуляции сердечного ритма. Такая динамика изменений их параметров свидетельствует о напряженном состоянии регуляторных механизмов сердечного ритма.

При обучении в гимназии в математическом классе усвоение учащимися большого объема информации характеризуется высокой «физиологической ценой» – напряжением центральной нервной системы и систем вегетативного обеспечения. Подтверждением этого является увеличение числа школьников – симпатоников. При этом известно, что чем выше активность симпатического отдела вегетативной нервной системы, тем выше уровень возбудимости системы гипоталамус – гипофиз – кора надпочечников, которая обеспечивает адаптивную реакцию организма, на что указывают и другие исследователи.

Можно отметить, что у этих детей на начало учебного года у школьников отмечаются половые различия в поведении регуляторных механизмов, заключающиеся в относительно более благоприятном функциональном состоянии сердца у девочек, нежели у мальчиков. Это проявляется в разной степени напряжения систем регуляции.

У детей 6-го класса, обучающихся по традиционной программе, в течение учебного года показатели физического развития существенно не изменяются и находятся в пределах возрастных норм (табл. 1).

К концу учебного года у мальчиков средние значения АМо достоверно снижаются, а ИН – значительно увеличиваются ($P < 0,05$). Эти данные свидетельствуют о включении в регуляцию сердечного ритма более высоких уровней регуляции сердечным ритмом и напряжении адаптивных процессов. У девочек этого же возраста в течение года в показателях сердечного ритма не наблюдались существенные изменения, в то же время по сравнению с мальчиками выявлены достоверно высокие значения ΔХ, Мо наряду с более низким уровнем ИН. Данная динамика указывает на преобладание у девочек к концу учебного года гуморального канала регуляции сердечной деятельности и на более высокие адаптивные возможности их по сравнению с мальчиками.

Изучение состояния центрального контура регуляции сердечного ритма показало, что среди школьников 6-го класса, обучающихся по традиционной программе, в начале учебного года выявлено 33,33% нормотоников и 66,67% ваготоников. У учащихся в конце учебного года количество нормотоников составляет 40,74%, а ваготоников не выявлено. Однако при этом выявлены симпатоники и гиперсимпатоники, на долю которых приходится соответственно 37,04% и 22,22%.

В подростковом возрасте и в период наступления половой зрелости формируется иной, нежели в детском возрасте, тип регуляции сердечного ритма, характеризующийся преобладанием парасимпатического звена регуляции сердечной деятельности по форме достаточно выраженного тонуса симпатической иннервации сердца. Такой вариант регуляции сердечного ритма является оптимальным для организма, так как он способствует повышению его адап-

тационных возможностей и наиболее эффективно использованию функциональных резервов сердечно-сосудистой системы, что выражено у девочек.

У мальчиков 6-го гуманитарного класса отмечено в конце учебного года увеличение тонуса парасимпатического отдела, что свидетельствует о более совершенных возможностях организма. Повышение парасимпатических влияний на сердечную деятельность в течение учебного года у мальчиков носит выраженный характер, что свидетельствует о более совершенных регуляторных механизмах, большей гибкости, то есть о более экономичной работе организма (табл. 1).

Изменение параметров сердечного ритма свидетельствуют о включении в регуляцию сердечного ритма более высоких уровней регуляции сердечного ритма и напряжении адаптивных процессов у школьников 6-го математического класса.

При изучении центрального контура регуляции сердечной деятельности среди учащихся 6-го спортивного класса в начале учебного года выявлено 41% нормотоников и 59% ваготоников. К концу учебного года процент нормотоников среди школьников спортивного класса не изменяется, а ваготоников составляет 44%. При этом выявляются симпатоники и гиперсимпатоники, которые соответственно составляют 4% и 11% (табл. 1).

Активный двигательный режим оказывает благотворное влияние на сердечный ритм как мальчиков, так и девочек, хотя к концу учебного года признаки утомления более выражены у мальчиков.

Выявленные в результате исследований нарушения адаптационных возможностей школьников в условиях новых образовательных технологий указывают на необходимость обеспечения санитарно-гигиенических норм внутришкольной среды с учетом онтогенетических особенностей растущего организма.

Исходя из выше сказанного, следует отметить, что адаптация к различным формам обучения в разные возрастные периоды у школьников протекает неодинаково. Несовершенство программ, несоответствие их возрастным особенностям школьников приводит к перегрузке и нарушению становления нормального процесса адаптации к учебным занятиям.

Примечания:

1. Агаджанян Н.А. Интегративная медицина и экология человека / Н.А. Агаджанян, О.А. Бутова, Ю.В. Брушков [и др.]. – М.; Астрахань: Пафос, 1998. – 355 с.
2. Антропова М.В. Изменения психофизиологических и вегетативных показателей у старшеклассников в процессе дифференцированного обучения / М.В. Антропова, Л.М. Кузнецов, Г.В. Бородкина // Физиология человека. – 1991. – Т. 17, № 5. – С. 116.
3. Баевский Р.М. Кибернетический анализ сердечного ритма как метод экспериментальной и прикладной физиологии / Р.М. Баевский // Возрастные функциональные особенности сердца при физических нагрузках. – Ставрополь, 1979. – С. 63-68.
4. Баевский Р.М. Оценка функционального состояния организма на основе математического анализа сердечного ритма / Р.М. Баевский. – Владивосток: ДВО АН СССР, 1987. – 72 с.
5. Баевский Р.М. Валеология и проблема самоконтроля в экологии человека. Ч. 1 / Р.М. Баевский, А.П. Берсенева, А.Л. Максимов. – Магадан: СВНЦ ДВО РАН, 1996. – 55 с.
6. Баевский Р.М. Адаптационные возможности и понятие физиологической нормы / Р.М. Баевский, А.П. Берсенева // Тезисы докладов XVIII съезда физиологического общества им. И.П. Павлова. – Казань; М.: ГЭОТАР-МЕД, 2001. – С. 304.
7. Горст В.Р. Показатели системы регуляции вегетативных функций у детей в критические возрастные периоды / В.Р. Горст, М.В. Горст // Эколого-биологические проблемы Волжского региона и Северного Прикаспия: материалы III Всерос. науч. конф. – Астрахань: Изд-во Астраханского гос. пед. ун-та, 2000. – С. 86-87.
8. Казначеев В.П. Современные аспекты адаптации / В.П. Казначеев. – Новосибирск, 1980. – 188 с.
9. Парин В.В. Биологические ритмы и проблемы прогнозирования в физиологии / В.В. Парин, Р.М. Баевский // II съезд Всесоюзного физиологического общества им. И.П. Павлова. – Л., 1970. – Т. 2. – С. 189.
10. Пушкарев Ю.П. О принципах физиологической адаптации к факторам среды / Ю.П. Пушкарев, А.П. Герасимов, Е.В. Синельникова [и др.] // Механизмы функционирования висцеральных систем: материалы Междунар. конф. – СПб., 1999. – С. 302.
11. Серегина С.С. Мониторинг адаптационных возможностей организма человека / С.С. Серегина // Эколого-физиологические проблемы адаптации: материалы X Междунар. симпозиума. – М.: Изд-во РУДН, 2001. – С. 480-481.
12. Сливкина Н.В. Эффективность использования методик донозологической диагностики организма подростков и молодежи / Н.В. Сливкина // Здоровье студентов: тез. Междунар. науч.-практ. конф. – М.: Изд-во РУДН, 1999. – С. 157-160.