

На правах рукописи

Калюжный Евгений Александрович

**Функциональная адаптация сердечно-сосудистой системы
учащихся младших классов
(по данным проспективного наблюдения)**

03.00.13 – Физиология

Автореферат

диссертации на соискание ученой степени
кандидата биологических наук

Н.Новгород – 2003

Работа выполнена в Арзамасском государственном педагогическом институте им А.П. Гайдара и на кафедре физиологии и биохимии человека и животных Нижегородского государственного университета им. Н.И. Лобачевского

Научные руководители:

доктор биологических наук профессор Крылов Василий Николаевич,
доктор медицинских наук профессор Кузмичев Юрий Георгиевич.

Официальные оппоненты:

Доктор биологических наук, профессор О. В. Бирюкова

Кандидат медицинских наук, доцент Е. Е. Конюхов

Ведущая организация:

Нижегородский государственный педагогический университет

Защита состоится « 23 » октября 2003 г. в 14-00 часов на заседании диссертационного совета К212.166.02 при Нижегородском государственном университете им. Н.И. Лобачевского (603950 Нижний Новгород, пр. Гагарина, 23).

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Нижегородского государственного университета им. Н.И. Лобачевского.

Автореферат разослан « _____ » _____ 2003 года.

Ученый секретарь
диссертационного совета,
к.б.н., доцент

И. Ф. Александрова

Общая характеристика проблемы

Актуальность проблемы. Результаты педагогических, физиологических и психологических исследований свидетельствуют о том, потенциальные психофизиологические возможности усвоения знаний и общее развитие современных детей младшего школьного возраста значительно выше, чем раньше (Шилеев Р.Р., Русова Т.В., 1989; Барсукова Н.К., 1992 и др.). Поэтому школьное образование, традиционно ориентированное в течение десятилетий на контингент здоровых детей, в последние годы интенсифицируется: усложняются программы, внедряются новые педагогические технологии, с первого класса вводятся элементы специализации (Татарникова Л.Г., 1995; Безруких М.М. и Ямщикова Н.Л., 1998 и др.). Увеличение суммарной нагрузки проводится без учета современных гигиенических рекомендаций, что подвергает до 80% младших школьников неоправданному стрессу (Сухарев А.Г. с соавт., 1997 - 2002; Кучма В.Р., 2002 и др.).

На этом фоне существовавшие тенденции ухудшения здоровья детей к началу XXI века переросли в закономерность - по данным научных исследований сегодня лишь 10% выпускников школ здоровы, а 25-40% первоклассников в уже имеют хронические заболевания к поступлению в школу (Сердюковская Г.Н., 1991; Вельтищев Ю.Е., 1996; Баранов А.А., 1997-2000 и др.). Следствием этого число неуспевающих учащихся в младших классах составляет от 15 до 40% (Филиппова Л.В. с соавт., 1998).

В настоящее время активно обсуждается и проводится реформирование школьного образования согласно «Концепции структуры и содержания общего среднего образования (в 12-летней школе)». Принципом изменения содержания образования реформа провозгласила заботу об охране и укреплении здоровья учащихся. Вместе с тем, базовые исследования по проблемам морфологической и функциональной адаптации младших школьников в процессе учебной нагрузки, которые служат теоретической основой школьного реформирования, во многом устарели, т.к. проведены к началу 80-х гг. прошлого столетия (Хрип-

кова А.Г., Антропова М.В. и др.). Поэтому формирование банка современных данных об индивидуальной динамике состояния основных систем организма, особенностей параметров развития, адаптационных реакций на фоне изменившихся условий природной, социальной и образовательной сред в конкретном регионе, административной территории представляется неперенным условием эффективности планируемых реформ современного обучения в школе. Несмотря на большое число научных работ по указанной проблеме, проспективных исследований, проведенных у младших школьников в условиях естественного эксперимента, нет.

Цель исследования. Изучить методом естественного проспективного наблюдения функциональную адаптацию сердечно-сосудистой системы учащихся младших классов в процессе современных педагогических программ обучения.

Задачи исследования:

1. Изучить состояние, динамику и ведущие факторы физического развития учащихся младших классов, проживающих в городе областного подчинения, в сравнении с данными 80 гг.
2. Определить функциональное состояние миокарда у младших школьников на основании эхокардиографического исследования показателей левого желудочка.
3. Провести анализ изменчивости интервальных и амплитудных характеристик электрокардиограммы детей 6-10 летнего возраста.
4. Исследовать особенности и динамику вегетативной регуляции сердца у учащихся младших классов по данным кардиоинтервалографии в зависимости от педагогических программ обучения.

Научная новизна. Впервые проведена оценка состояния и динамики физического развития учащихся младших классов в школьном образовательном учреждении на территории промышленного центра областного подчинения в сравнении с региональным и межрегиональным нормативами, международным стандартом. Установлено, что учащиеся младших классов характеризуются дисгармоничностью физического развития, проявляющейся дефицитом массы

тела и снижением функциональных показателей. Статус и динамика физического развития детей не зависит от педагогических образовательных технологий.

Впервые изучена функциональная адаптация сердечно-сосудистой системы детей в процессе начального школьного обучения. Показано, что функциональная адаптация сердечно-сосудистой системы в условиях формирования современного статуса физического развития младших школьников отлична в своих проявлениях от данных начала 80-х гг. вследствие избыточности симпатического тонуса. Степень напряжения центральной регуляции и функции сердечно-сосудистой системы зависит от педагогической программы на этапе начального обучения.

Научно-практическая значимость. Результаты исследования расширяют общепедагогические представления о формировании приспособительных реакций в процессе обучения учащихся младших классов, проживающих в современных социально-экономических и экологических условиях промышленного центра. Получены современные данные о статусе и закономерностях физического развития, функционального состояния сердечно-сосудистой системы детей, обучающихся в младших классах. Представленная информация реализует программу социально-гигиенического мониторинга здоровья населения России, может быть использована при принятии управленческих решений в области организации здравоохранения и образования.

Показана возможность объективной экспертизы педагогических технологий в мониторинге морфофункциональной адаптации по показателям физического развития и деятельности сердечно-сосудистой системы.

Основные положения, выносимые на защиту.

1. Современные учащиеся младших классов, проживающие в промышленном центре областного подчинения характеризуются дисгармоничностью физического развития, проявляющейся дефицитом массы тела и снижением функциональных показателей. Статус и динамика физического развития детей не зависит от педагогических образовательных технологий.

2. Функциональная адаптация сердечно-сосудистой системы в условиях формирования современного статуса физического развития младших школьников отличается от соответствующих данных начала 80-х гг. избыточностью симпатического тонуса, приводящего к напряжению механизмов центральной регуляции функций. Степень ее напряжения зависит от педагогического обеспечения образовательного процесса на этапе начального обучения.

Апробация работы. Результаты исследований доложены на Всероссийской научно-практической конференции «Экологические исследования и проблемы экологического образования в Европейских регионах России (Арзамас-2000); Первой международной научно-практической конференции по пчеловодству и пчелотерапии «Белорусский мёд - 2002» (Минск-2002); Международной научно-практической конференции по апитерапии «Апитерапия сегодня» (Рязань – 2002); Всероссийской конференции с международным участием «Образование и воспитание детей и подростков: гигиенические проблемы» (Москва –2002). По теме диссертации опубликовано 6 работ.

Структура и объем диссертации. Материалы диссертации изложены на _____ страницах машинописного текста, иллюстраций____, таблиц____. Работа состоит из введения, обзора литературы, характеристики материалов и методов исследования, ____ глав, результатов, обсуждения, выводов и списка литературы, содержащего _____ источников, из которых _____ на русском и _____ на иностранных языках.

Материал и методы исследования. Исследование выполнено на базе общеобразовательной школы № 13 г. Арзамаса, являющейся, на основании приказа департамента образования Нижегородской области, с 1994 г. экспериментальной площадкой по теме «Разработка и внедрение системы работы школы по профилактике и укреплению здоровья детей с 2-х до 17 лет». Образовательный процесс проводился по четырем программам: типовой (I) и трем инновационным - с углубленным изучением предметов художественно-эстетического цикла (II), Л.В. Занкова (III) и программа «Сообщество» (IV).

Для реализации поставленных цели и задач проведено исследование фи-

зического развития 550 учащихся 1-5 классов в первую декаду сентября и последнюю декаду мая каждого учебного года (1999 - 2002 гг.), 278 из них прослежены в динамике. Вегетативная регуляция сердца была изучена у 169 детей в начале и конце каждой учебной четверти в течение 3-х лет. Электрокардиограммы сняты у 280 детей, у 110 из них выполнено эхокардиографическое исследование. В части исследований была выделена группа школьников, которые регулярно получали биологически активную добавку «Апитонус» (2% смесь пчелиного маточного молочка с медом, в соответствии с рекомендациями (В.Н.Крылов, С.С. Сокольский, 2001).

Обследование и анализ состояния здоровья осуществлялись в режиме мониторинга по результатам углубленных осмотров детей (главный врач школьного центра здоровья Харитонов Л.П.). Комплексная оценка здоровья проведена в соответствии с положениями приказов МЗ РФ № 186/272 от 30.06.92 г., № 60 от 14.03.95.

Морфофункциональное развитие детей изучали по показателям длины, массы тела, окружности груди, жизненной ёмкости легких, кистевой динамометрии, частоты сердечных сокращений и артериального давления. Оценка показателей длины и массы тела осуществлялась по унифицированной схеме антропометрического скрининга на основе применения возрастнo-половых центильных шкал «Межрегиональные нормативы для оценки длины и массы тела детей от 0 до 14 лет» (методические указания МЗ СССР, 1990 г.) и рекомендованных ВОЗ международных стандартов (программа «ANTHRO v.1b», 1990 г.). Физическую подготовленность детей 7-10 летнего возраста оценивали по результатам тестирования в мае каждого учебного года нормативам физической подготовленности школьников.

Электрокардиограмму (ЭКГ) детей регистрировали в 12-ти отведениях на электрокардиографе «Малыш». Показатели кардиоинтервалограммы(КИГ) регистрировались и обрабатывались на аппарате «Кардиоэксперт-1». Оценка исходного вегетативного тонуса и вегетативной реактивности проводилась в соответствии с рекомендациями М.Б. Кубергер, Н.А. Белоконь (1985). Эхокар-

диографическое исследование проводилось на аппарате «SIM-5000» с расчетом производных показателей (Кузмичев Ю.Г. с соавт., 1986; Белозеров Ю.М., 2001).

По результатам обследования создана персонифицированная база данных в СУБД FoxPro v. 2.6. Статистическая обработка проводилась средствами параметрического и непараметрического анализа с использованием ППП «STADIA v.6». «BIOSTAT» и «EXCEL 2000».

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ.

Физическое развитие. Было установлено, что возраст поступления в школу составил 6-8 лет (89.4 ± 0.25 месяцев): 57.5% детей в возрасте 7-ми лет (89.4 ± 0.17 мес.), 34.5 % достигли к сентябрю возраста 8 лет (98 ± 0.31 мес.) и 6-ти лет - 8% (79.3 ± 0.46 мес.). Первоклассники характеризуются выраженной гетерохронией процессов роста и созревания – соответствующий паспортному «зубной» возраст установлен только у 49,7% детей, отстающий был определен у 48,5% и опережающий - у 1,8%; по темпам физического развития – у 69.5%, 26.3% и 4.2% учащихся соответственно. За период начального обучения структура показателей комплексной оценки здоровья изменилась статистически значимо - уменьшилась доля практически здоровых детей (I-II группы здоровья) с 61% до 54,4% (I гр. – 1,5%), а III группы возросла до 45,6%. Различия в состоянии здоровья мальчиков и девочек не существенны.

Установлено, что обследованные дети 6,9 и 10 лет статистически значимо отличаются большей средней длиной и меньшей массой тела за исключением девочек 8-ми лет и мальчиков 6,7 лет по сравнению с региональным эталоном начала 80-х годов. Соответственно, это отразилось оценкой масса/ростового индекса Кетле2 (ИК2) как очень низкой и низкой у 42% детей. Сравнение стандарта ВОЗ с полученными нами данными выявило реальный дефицит массы тела у меньшей части обследованных детей - 21,6%.

Средние показатели динамометрии, окружности грудной клетки у обследованных детей оказались ниже, чем в 80 гг.. Однако жизненная ёмкость легких во всех возрастно-половых группах стала выше - этот феномен объясняется

проявлением хронической гипоксии у детей - жителей промышленных центров (Суханова Н.Н., 1996; Баранов А.А. и Щеплягина Л.А., 2000).

Показатели гемодинамики у детей, проживающих в городе областного подчинения, во всех возрастно-половых группах отличаются от регионального норматива статистически значимым снижением средних значений систолического АД и частоты сердечных сокращений, при повышении диастолического АД.

Полученная обобщенная характеристика (паттерн) физического развития младших школьников, проживающих в промышленном центре областного подчинения, приведена в табл.1.

При анализе морфофункциональной адаптации современных учащихся относительно данных 80 гг. было показано, что она характеризуется выраженной дисгармоничностью: правосторонним смещением длины тела и жизненной ёмкости легких, левосторонним - массы тела относительно регионального эталона и фактической длины тела. Мышечная сила по данным кистевой динамометрии оценена как очень низкая у 67,8% и низкая у 10,5% из обследованных детей. Функциональные показатели центральной гемодинамики отличаются тенденцией к увеличению доли детей с нормальной частотой сердечных сокращений до 68,3% и уменьшением числа школьников с тахи- и брадикардией. 72% учащихся имеют его оценку систолического артериального давления «ниже среднего и низкое» от норматива городских школьников 80-х гг. Диастолическое АД, наоборот, характеризуется тенденцией правостороннего смещения центильных интервалов, как очень высокое оно установлено у 11% учеников младших классов.

Таблица 1

Характеристика физического развития учащихся младших классов по совокупности морфофункциональных показателей.

ц.и.	Эталон в %	Распределение показателей (ц.и. в %)							
		Длина тела	ИК2	Окр. гр клетки	ЖЕЛ	Динамо- метрия	Артериальное давление		ЧСС
							САД	ДАД	
1	3	3,18	18,90	7,15	0,64	67,79	0,82	0,05	1,27

2	7	4,62	23,14	10,37	1,92	10,45	12,43	0,23	7,63
3	15	12,18	22,49	14,60	6,26	7,88	32,57	3,90	14,70
4	25	22,06	16,54	23,16	17,35	7,66	39,28	32,96	44,72
5	25	24,43	9,75	27,15	23,92	3,64	9,86	42,49	23,65
6	15	16,56	6,02	10,88	20,34	1,88	4,01	7,73	7,28
7	7	7,76	2,66	4,73	11,92	0,48	0,54	1,63	0,70
8	3	9,18	0,50	7,35	17,67	0,21	0,50	11,03	0,04

Примечание. Оценка показателей физического развития (центильные интервалы - ц.и.) относительно сверстников: 1-й ц.и - очень низкая; 2-й ц.и - низкая; 3-й ц.и ниже средней; 4-й и 5-й ц.и -средняя; 6-й ц.и – выше средней; 7ц.и - высокая; 8ц.и - очень высокая.

Перспективное изучение физического развития. Длина и масса тела детей, обучающихся по различным педагогическим программам, на момент поступления в 1-й класс статистически значимо различаются. Однако при переходе на предметное обучение (5-й класс) различий в показателях физического развития уже не обнаруживается (табл. 2). Результаты мониторинга физического развития в группе школьников постоянного состава показали, что экспертируемые педагогические программы обучения детей в младших классах не имеют самостоятельного значимого влияния на процессы роста и созревания.

Таблица 2

Динамика показателей длины и массы тела учащихся 1-го и 5-го классов, обучающихся по различным педагогическим программам (П.П.) относительно данных межнационального стандарта (в %)

П.П	Оценка (в центильных интервалах/эталон):							
	1	2	3	4	5	6	7	8
	3%	7%	15%	25%	25%	15%	7%	3%
	Оценка длины тела – 1-й класс							
Все	2,2	2,2	10,8	13,7	29,1	20,5	12,9	8,6
1	3,8	0	10,1	11,4	36,7	24,1	5,1	8,8
2	0	0	36,0	12,0	28,0	16,0	8,0	0
3	4,1	2,7	10,8	13,5	18,9	18,9	20,3	10,8
4	0	4,1	5,1	16,2	31,3	19,1	15,1	9,1
C1	$X^2 = 42,9$, cc=21, p=0,003							
	5-й класс							
Все	2,2	4,3	8,3	19,1	31,3	19,1	9,4	6,5
1	2,5	3,8	11,4	11,4	41,8	19,0	6,3	3,8
2	0*	0	8,0	32,0	20,0	24,0	12,0	4,0
3	2,7	6,8	6,8	17,6	25,5	20,3	12,2	8,1
4	2,0	4,1	7,1	23,2	29,3	17,1	9,1	8,1
C1	$X^2 = 18,4$, cc=21, p=0,62							
C2	$X^2 = 8,23$, cc=7, p=0,054							

	Оценка индекса Кетле2 – 1-й класс							
Все	28,9	13,4	17,0	15,5	13,0	6,8	2,5	2,9
1	31,5	15,2	14,0	19,0	12,7	3,8	1,3	2,5
2	4,0	12,0	20,0	24,0	12,0	16,0	4,0	8,0
3	21,5	9,5	24,3	14,8	14,9	12,2	1,4	1,4
4	38,3	15,2	13,1	11,1	12,1	3,1	4,1	3,0
C1	$X^2 = 32,6$, $cc=21$, $p=0,0506$							
	5-й класс							
Все	18,3	11,9	18,7	27,0	16,5	5,4	1,8	0,4
1	19,0*	15,2	21,5	25,3	13,9	1,3	3,8	0
2	4,0*	4,0	24,0	28,0	36,0	4,0	0	0
3	20,2*	14,8	12,2	31,1	12,2	8,1	1,4	0
4	19,1*	9,1	20,2	25,3	17,2	7,1	1,0	1,0
C1	$X^2 = 24,9$, $cc=21$, $p=0,25$							
C2	$X^2 = 16,6$ $cc=7$, $p=0,001$							

Примечание: C1 – статистика значимости различий по педагогическим образовательным программам, C2 – статистика значимости различий по годам наблюдения, * - различие статистически значимо между годами наблюдения внутри данной системы

Физическая подготовленность. У мальчиков установлены статистически значимо лучшие результаты физической подготовленности только по отдельным возрастным группам показателей. Возрастная динамика приростов в результативности при выполнении нормативов у обследованных детей установлена, но к возрасту 10-ти лет она снижается. Относительно региональных рекомендаций (Чичикин В.Т., 2001), средние результаты числа подтягиваний и прыжка в длину признаны на уровне оценки «удовлетворительно».

Таблица 3

Динамика показателей физической подготовленности детей 8-10 лет
в проспективном наблюдении ($M \pm m$).

Возраст	Пол	Подтягивание, раз.	Длина прыжка, см.	Метание мяча правой рукой, м.
8 лет – 84 ч	М – 41 ч	2.35±0.52	135.8±1.19	8.1±0.40
	Д – 43 ч	7.8±0.45	130.2±1.16	6.9±0.38
9 лет	М	3.0±0.51	139.9±1.01*	9.49±0.40*
	Д	9.5±0.41*	135.6±1.08*	8.4±0.37*
10 лет	М	4.5±0.17*	140.0±0.65	7.9±0.21*
	Д	5.4±0.20*	134.8±0.70	7.4±0.19

Примечание: * - различия в динамике показателей статистически значимы.

Рассмотрение динамики оценок ФП у 84 детей 8-10 лет в проспективном наблюдении выявило торможение и даже снижение результативности по проводимым тестам (табл.3). Указанные особенности физического развития как на

стадии поступления в школу, так и последующего обучения позволяют предположить компенсаторные, адаптационные перестройки основных органов и систем организма, позволяющие обеспечивать надлежащие функции младших школьников. Несомненно, наиболее значимой в этом плане представляются морфо-функциональные изменения сердечно-сосудистой системы.

Морфофункциональное состояние сердечно-сосудистой системы младших школьников.

Показатели ЭхоКГ. Измеряемые ЭхоКГ-размеры левого желудочка (ЛЖ) детей 7 – 9 лет характеризуются в отличие от данных 80 гг. корреляционной связью с показателями длины и массы тела ниже функциональной для диаметров (0.68 – 0.84), на уровне средней с размерами задней стенки (0.42 – 0.52) и низкой с размерами межжелудочковой (МЖП) перегородки (0.29 – 0.38). Размеры полости ЛЖ и его стенок (ЗС) коррелируют между собой средней по силе связью (0.36 – 0.51), что указывает на значительность вариабельности режимов гемодинамического обеспечения у детей данной возрастной группы.

Таблица 4

Статистика измеряемых ЭхоКГ-показателей детей 7-9 лет ($M \pm m$)

ЭхоКГ-показатели	Собственные данные	Коэффициент вариации	Стандарт 80-х гг.
Возраст, лет	8,1 \pm 0.25	26,0	
ДТА, см	127,5 \pm 2.38	15,5	
МТА, кг	26,0 \pm 0.93	28,8	
Площадь тела, м ²	0,87 \pm 0.03	22,1	
Диастолический диаметр ЛЖ, мм	36,5 \pm 0.42	9,6	37.1 \pm 2.7
Систолический диаметр ЛЖ, мм	23,1 \pm 0.35	12,6	21.8 \pm 1.7
Диаметр левого предсердия, мм	22,9 \pm 0.40	14,6	23.0 \pm 1.97
Диаметр аорты, мм	19,1 \pm 0.59	25,7	21.3 \pm 1.6
Диаметр легочной артерии, мм	17,6 \pm 0.39	13,5	-
Диастолический размер ЗС ЛЖ, мм	5,0 \pm 0.13	19,1	4.8 \pm 0.23
Диастолический размер МЖП, мм	5,8 \pm 0.11	16,5	6.34 \pm 0.78
Систолический размер ЗС ЛЖ, мм	8,8 \pm 0.17	13,5	-
Систолический размер МЖП, мм	9,1 \pm 0.18	13,7	-

EF %.	67,0±0.75	15.0	66.0±0.64
ΔD %	34,4±0.49	15.4	35.7±4.96

Индексы сократительной способности миокарда (EF%., ΔD%) не имеют статистически значимых корреляций с возрастом, полом, длиной и массой тела, что естественно для любых нормированных показателей (табл. 4).

Средние значения показателей ЭхоКГ не отличаются от эталонных. Исходя из значимой зависимости обсуждаемых показателей от фактических данных физического развития, представили их в виде нормированных показателей (Кузмичев Ю.Г. с соавт., 1989, Белозеров Ю.М. с соавт., 2000). Выявили статистически значимое уменьшение по сравнению с должным от показателей длины и массы тела размера диаметра аорты (0.918 ± 0.033 против 1 ± 0.005). Установлена также тенденция снижения по сравнению с должными средних диастолических размеров межжелудочковой перегородки и задней стенки ЛЖ на -0.7 стандартного отклонения.

Полученные данные расценили как неблагоприятную тенденцию морфофункциональной адаптации, они совпадают с результатами Рудневой Е.П. (2000), обследовавшей детей с хронически пониженной массой тела и Максимовских Е.В. (2001) у детей дошкольного возраста. Установленные изменения ЭхоКГ-параметров сердца младших школьников нельзя считать случайными, т.к. они соотносятся с представленными выше неблагоприятными характеристиками показателей физического развития обследованных детей, что подтверждается при анализе биоэлектрических параметров сердца.

Характеристика интервальных показателей ЭКГ. Было установлено, что доля интервальных показателей в продолжительности сердечного цикла остается неизменной и не зависит от возраста и пола в группе детей 7–10 лет; они коррелируют (r до 0.38, $p < 0.001$) с длительностью интервала R-R по следующим моделям вида:

$$PQ = 0.142 \cdot \sqrt{RR \pm 0.0017}; QRS = 0.0817 \cdot \sqrt{RR \pm 0.001}; QT = 0.383 \cdot \sqrt{RR \pm 0.0045}.$$

Систолический показатель, представляющий отношение длительности электрической систолы к продолжительности всего сердечного цикла составил $47.3\% \pm 6.5\%$.

Таким образом, интервальные показатели ЭКГ младших школьников соответствуют соответствующим нормативам 80-х гг. Это позволяет заключить, что биоэлектрическая структура сердечного цикла у них не претерпела изменений за последние 20 – 25 лет.

Характеристика амплитудных показателей ЭКГ. Анализ амплитудных характеристик ЭКГ школьников показал, что электрическая активность миокарда существенно увеличилась по сравнению со стандартами 80-х гг. (табл. 5). При этом не выявили зависимости их от пола и возраста детей. При сопоставлении собственных данных с опубликованными и рекомендованными в качестве нормативных (Белозёров Ю.М., 1990), установили, что величины амплитудных показателей ЭКГ практически во всех отведениях превышают средние значения, полученные в конце 70-х и начале 80-х гг. (табл. 5).

Таблица 5

Сравнительный анализ средних ЭКГ-показателей

обследованных младших школьников с данными эталона ($M \pm m$)

Зубцы ЭКГ	Собственные данные	Стандарт 80-х гг.	Разность	Ts
P1	$0,81 \pm 0,016$	$0,60 \pm 0,037$	0,21*	5,2
Q1	$0,39 \pm 0,053$	$0,10 \pm 0,055$	0,84*	10,9
R1	$5,75 \pm 0,159$	$4,20 \pm 0,383$	1,55*	3,7
S1	$2,12 \pm 0,088$	$1,20 \pm 0,146$	0,92*	5,4
T1	$2,60 \pm 0,047$	$1,70 \pm 0,146$	0,90*	5,8
P2	$1,09 \pm 0,027$	$0,75 \pm 0,033$	0,34*	7,9
Q2	$1,25 \pm 0,060$	$0,42 \pm 0,073$	0,83*	8,7
R2	$12,98 \pm 0,21$	$7,3 \pm 0,365$	5,68*	13,4
S2	$2,27 \pm 0,094$	$1,20 \pm 0,164$	1,07*	5,6
T2	$3,45 \pm 0,062$	$2,30 \pm 0,164$	1,15*	6,5
P3	$0,59 \pm 0,030$	$0,22 \pm 0,062$	0,37*	5,3
Q3	$1,69 \pm 0,077$	$0,54 \pm 0,110$	1,15*	8,5
R3	$9,24 \pm 0,276$	$4,70 \pm 0,438$	4,54*	8,7
S3	$1,77 \pm 0,101$	$1,00 \pm 0,146$	0,77*	4,3
T3	$1,07 \pm 0,058$	$0,70 \pm 0,164$	0,37*	2,1
PVR	$-0,29 \pm 0,052$	$-0,71 \pm 0,027$	0,42*	7,2
QVR	$1,00 \pm 0,042$	$4,82 \pm 0,237$	- 3,8*	15,8

RVR	8,63±0,149	1,10±0,128	7,53*	38,2
SVR	2,12±0,089	5,45±0,278	-3,33*	11,4
TVR	-0,99±0,174	-1,93±0,091	0,94*	4,8
PVL	0,46±0,020	0,26±0,051	0,20*	3,6
QVL	1,08±0,074	0,15±0,055	0,93*	10,3
RVL	2,61±0,110	2,05±0,265	0,56*	1,96
SVL	3,97±0,165	2,00±0,256	1,97*	6,46
TVL	1,11±0,040	0,62±0,128	0,49*	3,65
PVF	0,83±0,023	0,55±0,046	0,28*	5,41
QVF	1,27±0,064	0,43±0,073	0,84*	8,63
RVF	10,89±0,237	6,17±0,420	4,72*	9,79
SVF	1,85±0,084	0,87±0,128	0,98*	6,38
TVF	2,20±0,052	-1,45±0,128	3,65*	26,4
PV1	0,65±0,046	0,37±0,038	0,28*	4,65
RV1	5,44±0,167	4,50±0,290	0,94*	2,81
SV1	9,79±0,260	6,30±0,436	3,49*	6,87
TV1	-1,38±0,128	-0,58±0,183	-0,80*	3,58
PV2	0,76±0,021	0,54±0,031	0,22*	5,86
RV2	10,89±0,278	8,10±0,347	2,79*	6,27
SV2	15,95±0,32	11,10±0,40	4,85*	9,47
TV2	1,74±0,141	2,07±0,299	- 0,33	1,00
PV3	0,77±0,017	0,53± 0,026	0,24*	7,73
RV3	14,44±0,322	8,60±0,400	5,84*	11,4
SV3	14,17±0,314	7,75±0,418	6,42*	12,3
TV3	3,79±0,153	2,42±0,274	1,37*	4,36
PV4	0,71±0,015	0,51±0,020	0,20*	7,87
QV4	1,60±0,084	0,58±0,10	1,02*	7,35
RV4	23,21±0,372	14,30±0,62	8,91*	12,3
SV4	6,48±0,224	3,90±0,327	2,58*	6,5
TV4	6,10±0,149	3,17±0,292	2,93*	8,94
PV5	0,66±0,018	0,47±0,016	0,19*	7,74
QV5	1,73±0,070	1,25±0,146	0,48*	2,96
RV5	18,91±0,329	11,90±0,43	7,01*	12,8
SV5	2,82±0,123	1,65±0,183	1,17*	5,3
TV5	5,19±0,102	3,37±0,221	1,82*	7,48
PV6	0,61±0,135	0,46±0,018	0,15*	6,67
QV6	1,52±0,059	0,24±0,128	1,28*	9,07
RV6	13,53±0,254	8,60±0,511	4,93*	8,64
SV6	1,47±0,070	0,79±0,110	0,68*	5,20
TV6	3,67±0,073	2,40±0,146	1,27*	7,76
УГЛ α	71,00±1,63	55,10±3,83	15,9*	3,82

Примечание:

- 1.* - при значении показателя Т Стьюдента (T_s) ≥ 1.96 различие в средних статистически значимо при $p \leq 0.05$.
2. - показатели Q,S всегда отрицательны.

Амплитуды зубцов P, Q, R, S и T соответствуют стандартам в разных отведениях у 16.5 - 50.8% детей. Абсолютное превышение амплитудных характе-

ристик зубцов установлено в стандартных отведениях (33.1 - 82.6% случаев), а в левых грудных отведениях в 63.1-80.1%.

В отличие от увеличения абсолютных значений амплитуды зубцов ЭКГ, отношения их амплитуд между собой не претерпели изменений. Так, в стандартных, усиленных и правых грудных отведениях отношение R/R составило $1/8 - 1/10$, что соответствует нормативным рекомендациям. Аналогичные совпадения были отмечены и для соотношения зубцов T и R (в пределах $1/4-1/3$), что не отличается от нормативных данных. Данный факт указывают на сохранность и стабильность внутрисистемных связей деятельности миокарда в современных условиях адаптации.

Среднее значение угла α составило $71^{\circ} \pm 1.63$, что в 1.3 раза выше нормативного. Среди обследованной группы дети с нормальным положением электрической оси сердца составили только 34.31%. Возросла доля школьников с вертикальным положением ЭОС и отклонением вправо - 28.45% и 29.29%, соответственно. Учитывая, что ЭОС отражает суммарную электродвижущую силу сердца, совпадающую с его анатомической осью, можно отметить ускорение поворота оси сердца у части детей 7-10 лет по сравнению с данными 80 годов от нормального положения к вертикальному и замедление у другой - от правого положения к нормальному.

При анализе корреляции ЭКГ-признаков с показателями морфофункционального состояния обследованных детей была выявлена достоверная положительная связь амплитуды зубцов R только с длиной тела (для $P \leq 0.05$).

Результаты корреляционного анализа амплитуд зубцов ЭКГ с показателями физического развития не выявили прогностически значимой зависимости между ними – коэффициенты корреляции характеризуются слабыми по силе связи положительными значениями (r до 0.3). Не было также выявлено корреляционной связи между амплитудой зубцов R и результатами тестов физической подготовленности. Очевидно, различие амплитуд зубцов с эталонными не связано со статусом физического развития.

Установлена статистически значимая взаимосвязь (при $P \leq 0.05$) с систолическим артериальным давлением (САД) и с диастолическим артериальным давлением (ДАД). При этом установлено, что повышение САД с возрастом детей имеет обратную корреляцию с амплитудой зубца R в правых грудных отведениях (V1 и V2). Кроме того, определена прямая статистически значимая ($P < 0.05$) зависимость между размерами левого желудочка в диастолу и процессами деполяризации его базальных отделов - чем больше показатель конечно-диастолического размера, тем выше амплитуда зубца S в V3 - V4. Обратная корреляция показана для размеров желудочков в диастолу и зубцов Q в левых грудных отведениях (r от -0.19 до -0.26). Отмечена прямая взаимосвязь процессов реполяризации ЛЖ и его размерами в систолу и диастолу - нарастание размеров сопровождается увеличением амплитуды зубцов T.

Факт нарастания амплитуды зубцов R ЭКГ впервые отмечен в исследовании Е.В. Асатауровой (1989) и был интерпретирован тогда проявлением акцелерации детей в 80-е гг., а в последующих публикациях - за счет напряжения адаптации условиях экологического неблагополучия (Максимовских Е.В., 2001, Макаров Л.М., 2002).

Из вышеизложенного следует заключить, что выявленное по морфометрическим и функциональным характеристикам отставание биологического развития младших школьников должно быть компенсировано не только увеличением электрической активности миокарда, но и напряжением основных систем регуляции функций. Это доказывается следующим этапом исследований.

Особенности вегетативной регуляции сердца у младших школьников. При анализе вегетативного гомеостаза детей методом кардиоинтервалографии (КИГ) выявили симпатическое преобладание, статистически отличающееся от эталонных показателей КИГ (Белозеров Ю.М., 1990). У обследованных детей (табл. 6) на момент начала учебного года среднее значение индекса напряжения (ИН) соответствовало границе симпатикотонии и гиперсимпатикотонии, главным образом, обусловленное увеличением показателей моды (M_o) и амплитуды моды (A_{M_o} в %).

Величина ИН варьировала в динамике учебного года, свидетельствуя о напряженном реагировании детей на учебную нагрузку, повторяя общую картину данных исследования московских школьников в конце 70-х годов (А.Г. Хрипкова и М.В. Антропова, 1982). В целом, определяется следующая тенденция – значения ИН растут к концу четверти, а после каникул и к концу учебного года снижаются. Кривые ИН достаточно схожи, но средние значения ИН существенно выше у обследованных нами детей (Рис.1).

Таблица 6

Динамика показателей кардиоинтервалограммы младших школьников
в проспективном исследовании

Класс / Осмотр		Показатели кардиоинтервалограммы ($M \pm m$)				
		Мо	АМо	ВР	ИН	ВПР
1 кл	1	0,59±0,022	42,47± 3,11	0,27 ±0,021	186,7±32,02	8,27 ±0,873
	2	0,67±0,035	40,00 ±2,39	0,26 ±0,014	168,8±29,44	7,21 ±0,689
	3	0,61±0,029	41,21 ±2,80	0,27 ±0,016	184,9±28,11	7,69 ±0,672
	4	0,77±0,054	45,77 ±2,47	0,22 ±0,012	191,3±28,50	7,40 ±0,769
	5	0,83±0,059	40,97± 2,66	0,24 ±0,014	149,2±23,13	6,45 ±0,562
	6	0,78±0,69	46,21 ±2,46	0,20 ±0,012	221,1±30,83	8,86 ±0,958
	7	0,83±0,095	44,74 ±2,61	0,22 ±0,013	195,2±26,20	8,04 ±0,813
	8	0,80±0,047	44,53 ±2,41	0,21 ±0,012	180,1±23,27	7,34 ±0,641
		F= 3,06 cc=7/ 271 p=0.004	F= 0,82 cc=7/ 278 p=0.5731	F= 3,25 cc=7/ 279 p=0.003	F= 0.56 cc=7/ 278 p=0.790	F= 0.94 cc=7/ 279 p=0.4725
2 кл	1	0,76±0,082	43,56 ±5,340	0,26 ±0,009	139,1±12,42	6,75 ±0,358
	2	0,79±0,116	39,63 ±1,637	0,25 ±0,011	140,1±13,57	6,35 ±0,318
	3	0,76±0,060	42,66 ±1,723	0,23 ±0,011	164,5±15,73	6,64 ±0,346
	4	0,78±0,061	43,65 ±2,057	0,22 ±0,012	181,7±17,40	6,46 ±0,297
	5	0,74±0,064	44,93 ±1,417	0,21 ±0,010	147,6±11,68	6,46 ±0,249
	6	0,79±0,047	45,73 ±2,041	0,21 ±0,011	189,4±17,73	5,18 ±0,199
	7	0,70±0,066	49,39 ±4,765	0,20 ±0,009	169,8±13,61	6,55 ±0,278
	8	0,78±0,076	42,79 ±1,651	0,19 ±0,006	157,8±14,69	5,87 ±0,255
		F= 1,92 cc=7/ 535 p=0,0638	F= 0.91 cc=7/535 p=0.5006	F= 4,73 cc=7/535 p=0.000	F= 1.60 cc=7/ 528 p=0.133	F= 3,15 cc=7/535 p=0.003
	1	0,64±0,021	44,38 ±3,723	0,23 ±0,018	199,9±30,10	7,99 ±0,638
	2	0,61±0,017	49,12 ±3,768	0,21±0,013	246,5±43,90	8,89 ±0,802
	3	0,68±0,029	35,80 ±3,351	0,27 ±0,019	147,6±32,80	6,80 ±0,833

3 кл	4	0,59±0,017	43,88 ±3,636	0,23 ±0,016	214,1±38,85	8,51 ±0,809
	5	0,67±0,013	37,19 ±3,317	0,28 ±0,019	129,3±23,16	6,03 ±0,521
	6	0,67±0,023	41,23 ±2,530	0,22 ±0,013	164,3±19,87	7,40 ±0,492
	7	0,65±0,019	35,56 ±2,292	0,27 ±0,017	127,1±16,41	6,56 ±0,504
	8	0,68±0,019	36,85 ±2,245	0,27 ±0,014	111,6±10,81	5,95 ±0,389
		F= 2,70 cc=7/175 p=0.0112	F= 2,45 cc=7/175 p=0.0202	F= 2,75 cc=7/ 175 p=0.0099	F= 2,75 cc=7/ 175 p=0.0099	F= 3,0 cc=7/ 175 p=0.0055

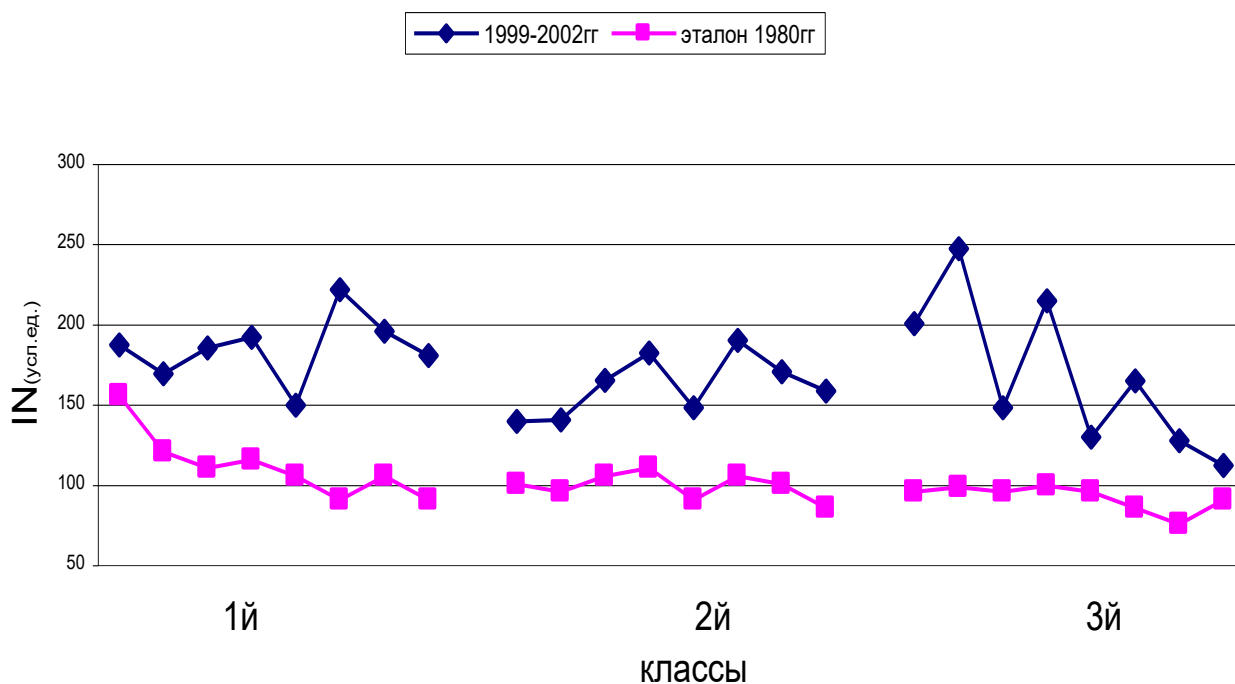


Рис. 1

Сравнительная динамика индекса напряжения (ИН, усл.ед.) у учащихся младших классов 1999-2002 гг. и 1980 -х гг.

Показатель M_o у современных детей в процессе начального обучения растет при стабильно высоких значениях A_{Mo} , а величина вариационного размаха B_P , наоборот, уменьшается. У школьников конца 70-х лет значения M_o относительно стабильны, A_{Mo} снижалась, а B_P рос. Отсюда следует, что, если для адаптации детей характерно снижение напряжения регуляторных механизмов от сентября к маю в течение, как каждого учебного года, так и от первого класса к третьему, то для современных школьников младших классов типична обратная закономерность. Поэтому итоговая оценка вегетативного гомеостаза

по интегральному показателю ИН, отражающему степень напряжения центральных регуляторных механизмов, у московских школьников смещалась от уровня симпатикотонии к нормотонии, а современных учащихся держится в зоне гиперсимпатического уровня.

Симпатическая избыточность взаимосвязана с процессом созревания детей по мере их роста – ИН тем выше, чем ниже масса/ростовое соотношение и наоборот (173.4 ± 13.3 у детей со сниженным индексом Кетле2 и 143.5 ± 5.9 - у детей с нормой индекса Кетле2).

Установлено, что применение пищевой добавки «Апитонус» младшими школьниками не снимало выявленную симпатикотонию, и, наоборот, приводило к еще большему повышению ИН : по сравнению с группой контроля, у первоклассников он был выше на 35% ($P = 0,05$). В меньшей степени «Апитонус» вызывал повышение ИН у второклассников. Важно отметить, что у учащихся, характеризующихся эйтонией и ваготонией это повышение приводило к коррекции ИН до стандартного уровня.

При сопоставлении динамики показателей КИГ у детей 6-ти лет, посещающих дошкольное образовательное учреждение, и детей 6-лет, обучающихся в 1-м классе на базе того же ДООУ было показано, что, если динамика ИН у тех и других изменяется параллельно, то абсолютное значение ИН у школьников был существенно выше. Параллелизм кривых, на наш взгляд, отражает общие механизмы адаптационных процессов у младших школьников в течение учебного периода (при смене сезонов), а большие величины ИН – влияние собственно учебной нагрузки.

Для подтверждения положения о ведущем влиянии на симпатическое преобладание в вегетативном статусе школьников учебной нагрузки изучили динамику показателя ИН у младших школьников, обучающихся по разным педагогическим программам (I-II, III и IV). Установили, что как по среднему значению, так и в динамике, ИН был более высоким у детей, обучающихся в первом классе по педагогической программе III («Сообщество»). На втором году обучения значения ИН, оставаясь более высокими, уже значимо не различа-

ются. В отличие от этой системы, динамику ИН у детей, занимающихся по системе II («художественно-эстетическое развитие»), следует считать благоприятной, т.к. его среднее значение снижается от начала учебного года и затем стабилизируется на всем протяжении обучения в 1-3 классе.

Из приведенных данных следует, что определяющим вкладом в рост ИН у школьников может быть сложность педагогической программы. Для объективизации оценки изменчивости ИН исследовали взаимосвязи со всеми изученными показателями и проанализировали её на основании построения линейного уравнения множественной регрессии. В итоге получили статистически значимую нормированную и статистически значимую модель ($F=647.1$, $ss=5/2042$, $p=0.0000$) вида (В-возраст в годах, ЗБ – 1-здоров и 2-нездоров, К- класс, ПП – педагогическая программа и О – номер осмотра):

$$\text{ИН} = 22.901 \cdot \text{В} - 13.563 \cdot \text{ЗБ} + 19.996 \cdot \text{ПП} - 38.634 \cdot \text{К} - 2.212 \cdot \text{О} \pm 90 \text{ усл. ед.}$$

Интерпретация полученной модели изменчивости индекса напряжения сложна, но с привлечением последних данных логична. По нашим данным и ряда авторов (Кучма В.Р. с соавт., 2002), с возрастом детей растет требовательность родителей к успешности обучения, что способствует росту напряжения в условиях усложнения учебной программы, но к не здоровым детям она ниже и у педагога, и у родителей. По мере обучения (К) адаптированность детей к учебному процессу растет, поэтому ИН имеет своей особенностью снижаться до уровня возрастных стандартов. Педагогическое обеспечение (ПП) оказывает стимулирующее напряжение, влияющее на качество процесса индивидуальной адаптации к учебной нагрузке (в целях данного исследования педагогические системы ранжированы по темпам и нагрузке). Таким образом, можно считать полученную модель индивидуальной изменчивости ИН адекватной реальной педагогическому обеспечению обучения.

Выводы.

1. Возрастной состав детей, поступающих в 1-й класс неоднороден: 6 лет - 8%, 7 лет - 57,5 % и 8 лет – 34,5 %. Первоклассники характеризуются выраженной гетерохронией процессов роста и созревания – соответствующий паспортному «зубной» возраст установлен у 49,7% первоклассников, отстающий у 48,5% и опережающий у 1,8%.; по темпам развития – у 69.5%, 26.3% и 4.2% первоклассников соответственно. За период начального обучения доля практически здоровых детей (I-II группа здоровья) уменьшилась с 61% до 54,4%, а III группы здоровья – возросла до 45,6%.
2. Показатели длины и массы тела учащихся младших классов, проживающих в промышленном центре областного подчинения, характеризуются противоположными тенденциями в процессе роста и созревания – при увеличении средних показателей длины масса тела снижается, что обуславливает у 42% детей очень низкие и низкие значения масса/ростового индекса Кетле². Относительно межнационального стандарта только 21,6% обследованных детей имеют реальный дефицит массы тела. Обучение по разным современным педагогическим программам не оказывает статистически значимого влияния на рост и созревание учащихся младших классов. Физическое развитие детей младшего школьного возраста на рубеже 20/21 веков дисгармонично: при правостороннем типе распределения оценок длины тела и жизненной ёмкости легких оценки показатели массы, окружности груди и кистевой динамометрии смещены влево.
3. Функциональное состояние сердечно-сосудистой системы современных детей имеет отличия в сравнении с эталонными данными 80-х гг.: при соответствии расчетных ЭхоКГ-размеров полостей сердца нормативным, диаметр аорты уменьшен, диастолические размеры межжелудочковой перегородки и задней стенки левого желудочка имеют тенденцию к уменьшению; показатели артериального давления свидетельствуют о наклонности к артериальной гипотензии при тенденции повышения диастолического давления.

4. Средние показатели зубцов P,Q,S и T ЭКГ детей, при сохранении индексов отношения зубцов P,Q,S,T к зубцу R достоверно повышены по сравнению со стандартными данными 80-х гг. Временная структура сердечного цикла не изменилась и сохраняет прогнозируемую зависимость интервалов PQ, QRS, QT от реальной частоты сердечных сокращений.
5. При совпадении динамики показателей вегетативной регуляции сердца современных учащихся младших классов и школьников начала 80-х гг., в течении учебного года , в настоящее время она отличается статистически значимым напряжением механизмов центральной регуляции. Функциональная адаптация обеспечивается преобладанием симпатического тонуса с выраженным ростом значений индекса напряжения за счет увеличения показателя амплитуды моды при относительной неизменности показателей моды и вариационного размаха. Напряженность приспособительных реакций зависима от программ современного педагогического обеспечения образовательного процесса. Мониторинг показателей кардиоинтервалограммы целесообразен для целей комплексной экспертизы “ цены здоровья” инновационных педагогических программ.
6. Применение биологически активной добавки «Апитонус» в рацион младших школьников приводит к повышению тонуса симпатической регуляции функций сердечно-сосудистой системы и целесообразно для рекомендации детям с ваготоническим и эйтоническим типом ее регуляции.

Список публикаций по теме диссертации.

1. Оценка функционального состояния школьников методом кардиоинтервалографии//Экологические исследования и проблемы экологического образования в Европейских регионах России. Материалы Всероссийской научно-практической конференции. Арзамас – 2000г. – С.97-99.
2. Мониторинг физического развития учащихся начальной школы по показателям длины и массы тела // Вестник Санкт-Петербургской государственной ме-

дицинской академии им. И.И. Мечникова ». 2002. № 1-2 (3). С. 55-58 (соавторы: Кузмичев Ю.Г., Якубова И.Ш., Харитонов Л.П.).

3. Исследование реактивности физиологического состояния учащихся методом кардиоинтервалографии в ответ на учебную нагрузку// Сборник научных трудов аспирантов, соискателей и молодых ученых АГПИ им.А.П.Гайдара и АФ НГТУ « ПЕРСПЕКТИВА –2 ». Арзамас – 2002. С.22- 26.

4. Влияние «Апитонуса» на вегетативный тонус школьников// О мёдоцелительства до научной пчелотерапии 3 тысячелетия. Материалы 1 Международной научно-практической конференции по пчеловодству и пчелотерапии.

Ред. Кол.: П.А.Красочко и др. « Белорусский мед 2002», Минск, 1-2 марта 2002г. Минск- 2002. С. 62-63.(соавтор: Сабурцев С.А.).

5. Биологически активные добавка к пище – «Апитонус»// Апитерапия сегодня (сборник 10). Рязань 2002г., 24-25 мая. С. 177-178. (соавторы Ошевенский Л.В.)

6. Оценка функционального состояния школьников методом кардиоинтервалографии при различных педагогических системах обучения // Образование и воспитание детей и подростков: гигиенические проблемы. Материалы всероссийской конференции с международным участием. ГУ НЦЗД РАМН. Москва, октябрь 2002г.С. 128-129.