

Сдвиги интегральных показателей активности регуляторных механизмов ритма сердца учащихся Ирана в динамике учебной нагрузки

Реза Голискарди, С.М.Минасян, Э.С.Геворкян

*Ереванский государственный университет, факультет биологии,
кафедра физиологии человека и животных
0025, Ереван, ул.Ал.Манукяна, 1*

Ключевые слова: вариабельность сердечного ритма, учебная нагрузка, индекс напряжения, утомление, уровень тревожности, адаптация, кардиоинтервалы

В современной социально-экономической ситуации проблема адаптации различных возрастных категорий школьников в обществе приобретает все большую актуальность. Анализ показателей здоровья подростков 9-11-х классов общеобразовательных школ и гимназий свидетельствует, что адаптация старшеклассников к учебным нагрузкам и успешность обучения достигаются чрезмерным напряжением функциональных систем организма, что нередко становится причиной появления функциональных расстройств и формирования патологии [1-4]. Отрицательно влияют на здоровье школьников повышенные учебные нагрузки, социальные и психологические факторы, нерациональное питание, недостаточная продолжительность сна, низкая физическая активность. Немаловажное значение играет также широкое внедрение в учебный процесс новых информационных технологий, Интернета, интерактивных средств обучения и др. Большинство школьников значительно превышают допустимые нормы просмотра телевизионных программ и работы на компьютере [7,10,11]. Однако самым существенным по силе и продолжительности воздействия на физическое и психическое здоровье школьников фактором является процесс обучения. Несмотря на большое количество публикаций по вопросам адаптации и дезадаптации подростков к учебной нагрузке, многие аспекты этих процессов еще недостаточно изучены. Особенно это касается школьников стран Востока, на психофизиологических показателях которых сказывается национальный менталитет, гендерная дифференциация и религиозные предубеждения. Традиционно в качестве вегетативных коррелятов интеллектуального, умственного и психоэмоционального напряжения ранее использовались два основных параметра

деятельности сердечно-сосудистой системы – частота сердечных сокращений (ЧСС) и величина артериального давления (АД). В настоящее время, с внедрением в практическую кардиологию метода математического анализа вариабельности сердечного ритма (ВСР), стало возможным оценивать роль симпатического и парасимпатического контуров в регуляции процессов в организме. Адаптация к учебному процессу обусловлена взаимодействием двух групп факторов: внешних и внутренних. К внешним факторам относятся информационная насыщенность учебного процесса, особенности режима дня, бытовые условия; к внутренним – функциональное состояние ЦНС[1,6,13]. В связи с этим методом вариационной пульсометрии Р.М.Баевского проведено исследование сдвигов некоторых функциональных показателей учащихся 10-го класса (16 лет) г.Сари (Иран) в норме и динамике однодневной, недельной и годовой учебных нагрузок.

Материал и методы

В исследовании приняло участие 40 абсолютно здоровых подростков, обучающихся в 10-х классах школ одаренных мальчиков(20 человек) и одаренных девочек(20человек) города Сари. Это инновационные учреждения, в которых образовательный процесс характеризуется высокой учебной нагрузкой и интенсификацией умственной деятельности. В связи с этим сохранение и укрепление здоровья одаренных детей являются государственной проблемой. Для получения объективных данных испытуемые были отобраны на добровольной основе и заранее информированы о существе проводимых исследований. Обследования проводились 2 раза в день – до начала уроков и после их окончания; 2 раза в неделю – в субботу и четверг (по европейскому календарю – понедельник и субботу); 3 раза в год – в октябре, декабре, мае, т.е. в периоды, отдаленные от экзаменов и каникул, когда влияние учебной нагрузки на организм подростка выражено в большей степени, чем других факторов. Предварительно осуществлялось психологическое тестирование испытуемых с выявлением уровня тревожности по Спилбергеру (УТ), по специальной тест-анкете определялся уровень самооценки последних. Регистрация электрокардиограммы (ЭКГ) учащихся осуществлялась в 1-м стандартном отведении на Pentium 4, в математическом блоке которого полученные кардиоинтервалограммы анализировались методом вариационной пульсометрии Р.М.Баевского и выдавался ряд показателей, характеризующих статистические, гистографические, автокорреляционные и спектральные параметры динамики ритма сердца. Вычислялись: Мо–мода (показатель активности гуморальных механизмов); АМо – амплитуда моды (активность симпатического контура ВНС); ΔХ–вариационный размах (уровень активации парасимпатического звена ВНС); V_k – коэффициент вариации кардиоин-

тервалов; R-R среднее; R-R максимальное; R-R минимальное; ИН – индекс напряжения регуляторных систем, отражающий степень централизации управления сердечным ритмом; ИВР – индекс вегетативного равновесия; ВПР – вегетативный показатель ритма; ПАПР – показатель адекватности процессов регуляции.

Все полученные данные подвергнуты статистической обработке по программе “Биостат”. Достоверность различий средних значений определялась по критерию Стьюдента.

Результаты и обсуждение

Изучение гендерно-возрастных параметров активности сердечного ритма учеников 10-го класса в динамике учебной нагрузки показало, что в начале учебного года отмечается относительно более благоприятное функциональное состояние сердца по показателям кардиоритмографии у девочек ($ИН=97.74 \pm 8.90$ усл.ед.), по сравнению с мальчиками ($ИН=116.80 \pm 9.64$ усл.ед.). При этом мальчики-подростки в состоянии физиологической нормы характеризовались более высоким показателем УТ и высоким, по сравнению с девочками, уровнем самооценки. Достоверная положительная корреляция между ИН и уровнем личностной тревожности по опроснику Спилбергера в условиях относительного покоя была установлена также в работах ряда авторов [7,11,13]. Высокотревожные испытуемые при этом отличались от низкотревожных отчетливо выраженной редукцией дыхательных модуляций.

Как свидетельствует анализ полученных данных (табл.1), к концу учебного дня как у мальчиков, так и у девочек отмечались существенные сдвиги изученных показателей по сравнению с состоянием относительного покоя. В группе девочек к концу учебного дня в субботу наблюдалось достоверное понижение ИН на 15.7% ($p < 0.05$), обусловленное ослаблением активности симпатического контура регуляции (АМо) на 24.3 % ($p < 0.05$), при повышении влияния гуморального и парасимпатического звеньев на 6.66 % ($p < 0.05$) и 4.31% соответственно. Последнее сопровождалось понижением ВПР, ПАПР, ИВР на 7.3%; 18,12% ($p < 0.01$); 19.8% ($p < 0.01$). При анализе изменений наблюдаемых в той же группе испытуемых под воздействием учебной нагрузки в четверг отмечены более выраженные сдвиги исследованных интегральных показателей ритма сердца. Как видно из табл.1, в четверг значения Мо и ΔX повышались на 11.9% ($p < 0.01$) и 12.3% ($p < 0.01$). Выраженным было и понижение ИН, составляющее 25.0% ($p < 0.001$), обусловленное падением активности симпатического контура регуляции на 31.9% ($p < 0.001$). Значения ВПР, ПАПР, ИВР при этом понижались соответственно на 22.0% ($p < 0.02$); 15.2% ($p < 0.05$); 23.8% ($p < 0.001$). Подтверждением наблюдаемых сдвигов являлось и повышение в конце учебной недели коэффициента вариации кардиоинтервалов.

Таблица 1

Изменение показателей сердечного ритма учащихся 10-го класса (16 лет) г. Сари в динамике однодневной и недельной учебных нагрузок

Параметры	Девочки				Мальчики			
	суббота		четверг		суббота		четверг	
	до уроков	после уроков	до уроков	после уроков	до уроков	после уроков	до уроков	после уроков
ИН (усл.ед.)	97.74±8.90	82.47±9.31 p<0.05	93.00±6.08	69.84±6.11 p<0.001	116.80±9.64	82.19±6.82 p<0.001	115.38±10.6	76.68±8.38 p<0.001
АМо (%)	46.5±1.32	35.22±1.97 p<0.05	44.28±0.67	30.16±1.38 p<0.02	41.20±2.69	33.85±2.51 p<0.02	41.83±1.86	32.68±2.17 p<0.01
Мо (с)	0.60±0.02	0.64±0.02 p<0.05	0.67±0.01	0.75±0.01 p<0.05	0.71±0.02	0.72±0.02	0.64±0.04	0.76±0.02 p<0.01
ΔХ (с)	0.41±0.04	0.43±0.04	0.33±0.01	0.37±0.01 p<0.05	0.30±0.01	0.34±0.02 p<0.05	0.29±0.01	0.34±0.02 p<0.05
ВПР (усл.ед.)	4.57±0.28	4.24±0.39 p<0.05	4.84±0.10	3.78±0.12 p<0.02	5.62±0.32	4.76±0.38 p<0.05	5.35±0.47	4.19±0.36 p<0.05
ИВР (усл.ед.)	122.81±11.60	98.53±8.6 p<0.01	111.6±3.49	85.1±4.10 p<0.001	186.6±12.18	122.4±12.86 p<0.001	162.5±13.69	111.2±5.48 p<0.001
ПАПР (усл.ед.)	72.31±3.68	59.36±1.86 p<0.01	53.48±1.25	45.36±1.14 p<0.02	61.24±4.58	49.36±2.8 p<0.01	64.49±3.23	44.02±3.69 p<0.001
V _k	10.21±0.64	11.05±0.64 p<0.05	9.13±0.58	9.88±0.18	8.086±0.42	9.103±0.50 p<0.05	6.942±0.26	9.248±0.34 p<0.001
R-R ср. (с)	0.68±0.02	0.65±0.02	0.74±0.02	0.70±0.01	0.78±0.03	0.58±0.02 p<0.001	0.68±0.01	0.62±0.01 p<0.05
R-R мин.(с)	0.56±0.01	0.50±0.01 p<0.05	0.52±0.02	0.42±0.01 p<0.02	0.52±0.01	0.46±0.02 p<0.05	0.52±0.01	0.60±0.02 p<0.05
R-R макс. (с)	0.98±0.05	0.95±0.04	0.85±0.03	0.80±0.03 p<0.05	0.82±0.02	0.84±0.04	0.80±0.02	0.94±0.06 p<0.05

В данном временном диапазоне исследований аналогичные сдвиги интегральных показателей ритма сердца под воздействием учебной нагрузки наблюдались и у испытуемых мальчиков. Однако в отличие от девочек, последние, как в субботу, так и в четверг, имели более выраженный характер (табл.1). Так, в конце учебного дня в субботу у мальчиков наблюдалось понижение уровней ИН, АМо, ВПР, ИВР, ПАПР соответственно на 29.7% ($p < 0.001$); 17.9% ($p < 0.02$); 15.4% ($p < 0.05$); 34.5% ($p < 0.001$); 19.4% ($p < 0.01$). Наблюдаемые сдвиги свидетельствуют о смещении вегетативного баланса в сторону доминирования парасимпатического контура ВНС, ослаблении модулирующего влияния гипоталамуса, децентрализации процессов регуляции сердечного ритма [1,2,6]. Свидетельством падения симпатического тонуса ВНС являлось также некоторое повышение активности гуморального и парасимпатического контуров регуляции ($Mo, \Delta X$). На понижение активности симпатических механизмов указывает и наблюдаемое по окончании уроков повышение коэффициента вариации кардиоинтервалов на 12.6% ($p < 0.05$). Аналогичные сдвиги, однако значительно более выраженные, наблюдались у мальчиков после уроков в четверг. Следует отметить, что утренние показатели ИН и АМо, регистрируемые до начала занятий в субботу и четверг, незначительно отличались друг от друга, что, по всей вероятности, обусловлено некоторым восстановлением активности регуляторных механизмов после ночного отдыха. Однако после окончания учебного дня в четверг уровни ИН и АМо понижались на 33.6% ($p < 0.001$) и 21.9% ($p < 0.05$) соответственно (при 29.7% и 17.9% в понедельник). Сдвиги ВПР, ИВР, ПАПР составляли соответственно 21.7% ($p < 0.05$); 31.6% ($p < 0.001$); 31.8% ($p < 0.001$). Подтверждением последних изменений являлось повышение вариабельности кардиоинтервалов (V_k) на 33.1% ($p < 0.001$), а также активности парасимпатических и гуморальных механизмов регуляции сердечного ритма (табл.1).

Изменения, наблюдаемые под воздействием однодневной учебной нагрузки (понижение ИН, АМо, ВПР, ИВР, ПАПР, повышение $Mo, \Delta X, V_k$), свидетельствуют о децентрализации процессов регуляции сердечного ритма, преобладании парасимпатического тонуса ВНС в пределах автономного контура регуляции сердечного ритма, усилении гуморально-метаболических влияний [4,6,9]. Последнее является результатом развивающегося под воздействием учебной нагрузки утомления. Более выраженные сдвиги изученных показателей, наблюдаемые после занятий в конце учебной недели, могут быть следствием кумуляции утомления в динамике недельной учебной нагрузки [8,12]. Об этом свидетельствует и наблюдаемое в конце учебного дня и недели повышение на скатерграммах дисперсии "авторегрессионного облака", увеличение спектра высоко- и среднечастотных волн, амплитуды колебаний R-R интервалов вокруг их среднего значения на ритмограммах. О

доминировании холинэргических механизмов регуляции свидетельствуют и наблюдаемая в большинстве регистраций синусовая аритмия, и выраженность на спектрограммах дыхательных волн.

Согласно данным Домахиной Г.М., в конце рабочей недели в организме человека уменьшается число достоверных корреляционных связей между различными функциональными системами, что свидетельствует о развивающемся утомлении[5].

Понижение умственной работоспособности и развитие выраженного утомления к концу учебного дня и учебной недели наблюдали также ряд других авторов [1,3,5, 10].

Математический анализ динамики статистических показателей позволил выявить периоды наибольшего напряжения систем регуляции сердечного ритма учащихся при годовой учебной нагрузке (в октябре, декабре и мае). Самый высокий уровень ИН был зарегистрирован в начале учебного года, т.е. в октябре и составлял у мальчиков 117.64 ± 8.72 усл.ед., а у девочек – 98.82 ± 7.60 усл.ед. (табл.2). Высокие значения ИН, АМо, ИВР, ПАПР, ВПР, относительно низкий уровень коэффициента вариации (V_k), а также слабая активность гуморального и парасимпатического контуров регуляции ($Mo, \Delta X$) в октябре, свидетельствуют о повышенной симпатической активности в пределах автономного контура регуляции сердечного ритма. Последнее, по всей вероятности, обусловлено тем, что адаптация физиологических систем организма к учебной нагрузке после летних каникул дается путем напряжения регуляторных механизмов. При этом необходимо отметить, что в обеих половых группах в течение всего периода исследований (октябрь-май) центральный контур регуляции был ведущим. Однако сдвиги активности симпатического отдела ВНС и центрального контура регуляции были больше выражены у мальчиков, что свидетельствует о том, что девочки более усидчивы и легче адаптируются к систематическим учебным нагрузкам.

В декабре наблюдалось некоторое ослабление активности центрального контура регуляции сердечного ритма, что проявлялось в уменьшении ИН на 6.5% у девочек и на 9.9% ($p < 0.05$) у мальчиков. Последнее как у девочек, так и у мальчиков было обусловлено незначительным уменьшением от начала к середине учебного года активности маркера симпатической нервной системы АМо, а также повышением активности гуморальных и парасимпатических механизмов регуляции на 8.3% ($p < 0.05$) и 6.7% ($p < 0.05$) у девочек, 10.8% ($p < 0.05$) и 25.0% ($p < 0.001$) у мальчиков. Подтверждением наблюдаемых сдвигов являлось также увеличение V_k в обеих исследованных группах на 38.2% ($p < 0.001$) и 19.0% ($p < 0.05$) соответственно, а также повышение значений R-R ср., R-R мин., R-R макс. Преобладание активности парасимпатических механизмов регуляции сердечного ритма, наблюдаемое в декабре, свидетельствует о развивающемся под воздействием учебной

Таблица 2

Изменение показателей сердечного ритма учащихся 10-го класса (16 лет) г. Сари в динамике учебного года

Параметры	Октябрь		Декабрь		Май	
	девочки	мальчики	девочки	мальчики	девочки	мальчики
ИН (усл.ед.)	98.82±7.6	117.84±8.72	92.45±4.21 p<0.05	106.18±6.64 p<0.05	95.82±4.31	110.34±4.82 p<0.05
АМо (%)	38.10±1.28	44.62±2.11	37.42±1.68	39.62±1.83 p<0.05	38.65±1.28	42.31±2.08 p<0.05
Мо (с)	0.60±0.02	0.65±0.01	0.65±0.04 p<0.05	0.72±0.04 p<0.05	0.62±0.02	0.70±0.02 p<0.05
ΔХ (с)	0.30±0.01	0.24±0.01	0.32±0.01 p<0.05	0.30±0.01 p<0.001	0.28±0.04 p<0.05	0.25±0.01 p<0.01
ВПР (усл.ед.)	5.35±0.20	5.60±0.21	4.86±0.32 p<0.05	5.02±0.48 p<0.05	5.46±0.64 p<0.05	5.42±0.28 p<0.05
ИВР (усл.ед.)	142.31±6.68	168.72±7.64	127.71±8.32 p<0.05	147.33±7.21 p<0.05	139.29±6.72 p<0.05	156.16±9.84 p<0.05
ПАПР (усл.ед.)	63.25±3.64	67.69±2.86	49.63±2.74 p<0.001	50.66±3.06 p<0.001	55.71±3.81 p<0.05, p<0.05	56.02±3.21 p<0.01, p<0.05
V _k	6.45±0.38	6.21±0.24	8.98±0.46 p<0.001	7.39±0.02 p<0.05	7.12±0.03 p<0.001	6.72±0.02 p<0.05
R-R ср. (с)	0.64±0.02	0.68±0.03	0.72±0.03 p<0.05	0.75±0.02 p<0.05	0.72±0.04 p<0.05	0.74±0.02 p<0.05
R-R мин.(с)	0.46±0.01	0.48±0.02	0.56±0.01 p<0.001	0.60±0.01 p<0.001	0.56±0.01 p<0.001	0.59±0.01 p<0.05
R-R макс. (с)	0.78±0.04	0.77±0.03	0.82±0.02	0.84±0.03 p<0.05	0.84±0.02	0.84±0.03 p<0.05

нагрузки утомлении, более выраженном у мальчиков. На скатерграммах испытуемых в указанный срок наблюдалось повышение дисперсии авто-регрессионного облака, увеличивалась мощность высокочастотных волн и дыхательных компонентов на спектрограммах, что также подтверждает преобладание активности сегментарных структур в управлении сердечным ритмом.

Несмотря на развивающееся в динамике учебной нагрузки утомление в мае наблюдается некоторое повышение маркеров симпатической нервной системы (ИН, АМо) и ослабление активности гуморального и парасимпатического контуров регуляции сердечного ритма (табл.2), которые, однако, не достигают исходного уровня (октябрьского). Последнее, по всей вероятности, обусловлено весенним периодом, нейроэндокринными перестройками в организме подростков и приближающимися экзаменами, требующими интеллектуального и психологического напряжения. Аналогичная динамика показателей сердечного ритма в течение учебного года наблюдалась и в исследованиях Псеунка А.А.[9]. Корниенко И.А., исследуя активность симпатoadренальной системы старшеклассников, к концу учебного года также наблюдал напряжение ее резервных возможностей [6].

Таким образом, на основании полученных результатов можно заключить, что в течение учебного дня, недели и года наблюдается нарастание функционального напряжения и утомления учащихся школ одаренных детей г.Сари, особенно мальчиков. В связи с этим для повышения адаптационных возможностей учащихся, предотвращения процессов психоэмоционального напряжения и развития утомления в процессе обучения необходим пересмотр содержания и методик образовательных программ в соответствии с морфофункциональными возрастными особенностями организма школьников.

Поступила 19.04.10

Իրանի աշակերտների սրտի ռիթմը կարգավորող մեխանիզմների ինտեգրալ ցուցանիշների փոփոխությունները ուսումնական ծանրաբեռնվածության դիմամիկայում

Ռեգա Գուլիսարդի, Ս.Մ. Մինասյան, Է.Ս. Գևորգյան

Ռ.Մ. Բակակու վարիացիոն պոլստչափման եղանակով ուսումնասիրվել է Սարի քաղաքի տաղանդավոր աղջիկների և տղաների դպրոցների 10-րդ դասարանի (16 տարեկան) աշակերտների սրտի ռիթմի ինտեգրալ ցուցանիշների դիմամիկան օրական, շաբաթական և տարեկան

ուսումնական ծանրաբեռնվածության պայմաններում: Բացահայտվել է, որ օրական մտավոր ծանրաբեռնվածության ազդեցությամբ զարգանում են հոգնածության նշաններ, որոնք գումարվում են շաբաթական և տարեկան ծանրաբեռնվածության դինամիկայում և առավել արտահայտված են տղաների մոտ: Հաստատված է վիճակագրորեն հավաստի համահարաբերակցություն սրտի ռիթմի կարգավորման մեխանիզմների լարվածության ցուցիչի և հետազոտվողների անհատական անհանգստության մակարդակի միջև:

Shifts of integral indices of cardiac rhythm regulatory mechanisms of Iranian students in dynamics of academic study load

Reza Goliscardi, S.M. Minasyan, E.S. Gevorgyan

The dynamics of integral indices of cardiac rhythm in male and female students of the 10th grade (16 years old) of the schools for gifted children in Sari city during one-day, one-week and one-year-long academic load was studied by the method of variation pulsometry by R.M. Bayevski. It was revealed that in case of one-day mental workload tiredness is registered which is cumulated during one-week and one-year workload, which is more prominent in male participants. There is a statistically significant relationship between the index of tension (IT) of the regulatory mechanisms of cardiac rhythm and level of anxiety of the study participants.

Литература

1. Артеменков А.А. Изменения вегетативных функций у студентов при адаптации к умственным нагрузкам. Гигиена детей и подростков, 2007, 2, с. 62-64.
2. Баевский Р.М., Берсенева А.П. Оценка адаптационных возможностей организма и риск развития заболеваний. М., 1997.
3. Бурханов А.И., Хорошева Т.А. Состояние здоровья учащихся школ различного профиля. Гигиена и санитария, 2006, 3, с.58-61.
4. Гребняк Н.П., Щудро С.А. Адаптация старшеклассников к обучению. Гигиена и санитария, 2008, 1, с.55-58.
5. Домакина Г.М. Оценка функционального состояния организма при умственной и физической деятельности по некоторым вегетативным показателям и электролитам слюны. Автореф. дис... к.м.н., 1980.
6. Корниенко И.А. Адаптация организма подростков к учебной нагрузке. М., 1987.
7. Кривопалчук И.А. Зависимость стрессовой реактивности подростков при напряженной информационной нагрузке от уровня мотивации. Сб. мат. II Конгресса РОШУМЗ, М., 2010, с.313-315.
8. Панкова Н.Б., Надоров С.А., Карганов М.Ю. Анализ вариабельности сердечного ритма и артериального давления при разных функциональных пробах у женщин и мужчин. Физиология человека, 2008, т.34, 4, с.64-72.
9. Псеунок А.А. Оценка адекватности учебных и физических нагрузок с учетом

возрастно-половых особенностей школьников 5-6 классов. Вестник Адыгейского гос.ун-та, 2009, 1, с.78-83.

10. *Степанова М.И., Сазанюк З.И.* Гигиенические проблемы использования новых технических средств обучения. Сб.мат. II Конгресса Рос.общ-ва школьной и ун-ской медицины и здоровья, 2010, М., с.585-588.
11. *Степанова Н.В., Валеева Э.Р.* Оценка психического здоровья учащихся гимназий и общеобразовательных школ. Сб.мат. II Конгресса Рос.общ-ва школьной и ун-ской медицины и здоровья, 2010, М., с.591-593.
12. *Степанова М.И., Куинджи Н.Н., Ильин А.Г. и др.* Гигиенические проблемы реформирования школьного образования. Гигиена и санитария, 2000, 1, с.40-44.
13. *Тарасова О.Л.* Особенности психофизиологической адаптации к учебной деятельности у подростков с различным типом вегетативной регуляции. Автореф. дис... к.м.н., Томск, 1998.