Литовченко О.Г., Соловьев В.С.

Сургутский государственный педагогический университет *Тюменский государственный университет

СОСТОЯНИЕ ВЕГЕТАТИВНОЙ РЕГУЛЯЦИИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА УРОЖЕНЦЕВ СРЕДНЕГО ПРИОБЬЯ 7-20 ЛЕТ ПО ДАННЫМ ВАРИАЦИОННОЙ ПУЛЬСОМЕТРИИ

Изучали состояние вегетативной регуляции ритма сердца уроженцев г. Сургута в возрасте 7-20 лет. Показано, что на хронотропную функцию сердца обследованных выраженное влияние оказывает симпатическое звено регуляции, что свидетельствует о напряжении механизмов адаптации у относительно здоровых школьников и студентов, родившихся и проживающих в климатогеографических условиях Среднего Приобья.

Сегодня обоснованную тревогу вызывает ухудшение состояния здоровья учащихся [4, 11]. Оценка уровня здоровья на современном этапе невозможна без учета региональных особенностей, отражающих разнообразие этнического состава населения, особенностей уклада жизни, климатогеографических условий [9].

Одной из ведущих систем жизнеобеспечения, в которой происходят изменения при воздействии факторов окружающей среды, является сердечно-сосудистая система, ее деятельность лимитирует развитие приспособительных реакций к условиям Севера [1]. Достижение определенного уровня функционирования организма обеспечивается деятельностью механизмов регуляции и управления. Мобилизация резервов происходит в результате изменения уровня активности регуляторных систем, и в частности усиления тонуса симпатического отдела вегетативной нервной системы. При постоянном дефиците функциональных резервов для достижения уравновешенности с окружающей средой возникает состояние функционального напряжения, которое характеризуется смещением вегетативного равновесия в сторону преобладания адренергических механизмов. В состоянии функционального напряжения все основные функции не выходят за пределы нормы, но затраты функциональных резервов на поддержание нормального уровня функционирования систем и органов увеличиваются [1, 14].

Одним из индикаторов адаптационных реакций всего организма является оценка его функционального состояния по характеру регуляции сердечного ритма. Известно, изменение ритма сердца — это универсальная

реакция целостного организма в ответ на воздействие внешней и внутренней среды, отражающая результат многочисленных регуляторных влияний на сердечно-сосудистую систему [2, 10]. Изменения нервной и гуморальной регуляции работы сердца возникают раньше, чем начинают выявляться энергетические, метаболические и гемодинамические сдвиги [8, 12].

Для изучения хронотропной функции сердца, а также состояния вегетативной регуляции сердечного ритма учащихся г. Сургута мы использовали метод вариационной пульсометрии по Р.М. Баевскому [2, 3].

В нашем исследовании приняли участие уроженцы Среднего Приобья обоего пола, в возрасте от 7 до 20 лет, 1 и 2 групп здоровья. Все обследованные нами относились к славянской группе национальностей и были рождены в городе Сургуте представителями пришлого населения, мигрировавшими в места освоения новых месторождений нефти и газа из юго-западных и южных областей России и стран СНГ. Всего был обследован 1551 учащийся различных муниципальных образовательных учреждений г. Сургута и студенты педагогического вуза. Из них 768 мужского пола и 783 женского пола.

Функциональные показатели вариационной пульсометрии жителей г. Сургута от 7 до 20 лет характеризовались значительной лабильностью.

Одним из важнейших показателей вариационной пульсометрии является мода (Мо). Мо – это наиболее часто встречающееся значение интервала RR, она указывает на доминирующий уровень функционирования синусового узла. При симпатикотонии Мо минимальна, при ваготонии – максимальна [5].

Возраст	Мальчики, юноши			Девочки, девушки		
(лет)	n	M±m	δ	n	M±m	δ
7	54	660,37±11,09	81,49	55	671,43±10,43	77,35
8	55	663,02±14,34	106,31	59	700,18±13,74	105,50
9	59	724,32±12,57	96,55	50	722,37±13,67	96,31
10	57	725,24±18,32	138,20	59	731,67±15,21	116,81
11	55	738,19±15,12	112,11	57	739,09±17,15	129,33
12	56	757,02±13,48	100,90	55	750,09±12,24	90,77
13	57	760,15±17,12	129,31	58	765,24±15,67	119,31
14	55	769,64±14,11	104,63	51	785,71±16,04	114,52
15	44	796,18±15,03	99,72	57	785,89±13,09	98,83
16	57	803,44±13,37	100,94	55	780,37±14,65	108,60
17	58	827,77±14,20	108,11	59	814,18±13,37	102,71
18	55	830,12±15,62	115,82	57	823,39±14,24	107,82
19	54	835,24±18,09	132,93	56	834,58±17,31	129,54
20	52	854 19+17 38	125 31	55	822.08+16.28	120.71

Таблица 1. Мода (мс) уроженцев г. Сургута в возрасте от 7 до 20 лет (М±m, д)

В наших исследованиях от 7 к 20 годам у всех обследованных прослеживается стабильное увеличение моды (Мо), что свидетельствует о повышении роли парасимпатических влияний в регуляции сердечно-сосудистой системы и снижении степени влияния симпатического отдела вегетативной нервной системы (табл. 1). Достоверных отличий в идентичных возрастных группах между значениями Мо у мальчиков, юношей и девочек, девушек мы не обнаружили.

Амплитуда моды (АМо) — число кардиоинтервалов, соответствующих значению (диапазону) моды. Этот показатель отражает стабилизирующий эффект централизации управления ритмом сердца, который в основном обусловлен влиянием симпатического отдела вегетативной нервной системы.

Считают, что значения АМо в пределах 50-80% соответствуют умеренной симпатикотонии, в пределах 31-49% – вегетативному равновесию [2, 3].

В наших исследованиях в возрастных группах мальчиков 8–11 лет, 14–17 лет, юношей 19-20 лет, а также во всех возрастных группах девочек, за исключением 12 лет, наблюдались значения АМо, находящиеся в интервале умеренной симпатикотонии (рис. 1). В остальных группах: мальчики 7 лет, мальчики 12-13 лет, юноши 18 лет и девочки 12 лет – наблюдалось вегетативное равновесие.

АМо как условный показатель активности симпатического звена регуляции свидетельствует о напряжении функционирования

сердечно-сосудистой системы уроженцев Среднего Приобья.

Вариационный размах вычисляется как разница между максимальным и минимальным значениями RR (Δ x). Вариационный размах (BP) отражает степень вариабельности, или размах колебаний значений кардионтервалов. ВР рассматривают как парасимпатический показатель [2, 10].

Вариационный размах, указывающий на степень влияния парасимпатической нервной системы на кардиоритм, изменялся у сургутян в течение всего изучаемого отрезка онтогенеза и находился в пределах 160-290 мс, что согласно данным Р.М. Баевского [2, 3] говорит о вегетативном равновесии (рис. 2). Исключение составила группа юношей 19 лет, у которых ВР находился на уровне 312,67±13,52 мс. Это значение попадает в границы состояния «умеренная ваготония».

У девочек в периоде второго детства (8-11 лет) ВР отличался относительной стабильностью и составлял $247,94\pm11,35$ мс в 8 лет и $256,00\pm12,22$ мс в 11 лет.

Значение индекса вегетативного равновесия ($AMo/\Delta x$), отражающее соотношение между активностью симпатического и парасимпатического отделов вегетативной нервной системы [3], свидетельствовало о значительном преобладании влияния симпатического звена на регуляцию сердечного ритма у обследованных мальчиков в период второго детства, а также во время активных пубертатных перестроек (рис. 3). У девочек в

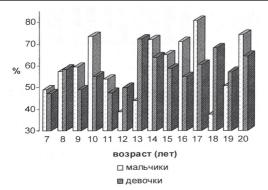


Рисунок 1. Значения амплитуды моды (%) уроженцев г. Сургута 7-20 лет

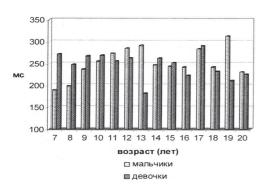


Рисунок 2. Вариационный размах (мс) уроженцев г. Сургута 7-20 лет

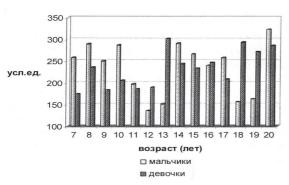


Рисунок 3. Значения индекса вегетативного равновесия (усл.ед.) уроженцев г. Сургута 7 – 20 лет

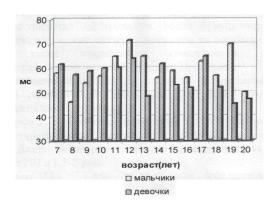


Рисунок 4. Среднеквадратическое отклонение (мс) уроженцев г. Сургута 7 – 20 лет

возрасте 13 лет наблюдается резкое увеличение индекса вегетативного равновесия до $302\pm1,25$ усл. ед.

Среднее квадратическое отклонение (СКО) значений динамического ряда кардиоинтервалов представляет собой один из основных показателей вариабельности сердечного ритма и характеризует состояние механизмов регуляции. СКО в большей степени отражает активность парасимпатического отдела [2, 3, 15]. В норме оно колеблется в пределах 40-80 мс. Увеличение этого показателя свидетельствует о повышении тонуса парасимпатической регуляции.

У детей г. Сургута 7 лет, как у мальчиков, так и у девочек, СКО приближалось к среднему значению нормы. У мальчиков 7 лет СКО составляло 58,00±1,75 мс, у девочек – 61,79±1,81 мс. В возрасте 8 лет, т. е. в период адаптации к учебным нагрузкам начальной школы, у мальчиков СКО приближалось к нижней границе нормы (рис. 4).

У мальчиков от 8 до 12 лет наблюдалось достоверное увеличение данного показателя от года к году. В возрасте 8 лет СКО составляло 46,00±5,11. В группе мальчиков 12 лет этот показатель составлял 71,62±10,17 мс, что свидетельствовало об усилении тонуса парасимпатической вегетативной нервной системы. У девочек в период с 8 до 11 лет происходит недостоверное увеличение СКО. В целом у девочек СКО достаточно стабильное в этот период онтогенеза и составляло от 57,34±1,63 мс до 60,36±1,54 мс.

Такие изменения показателя СКО в период второго детства соответствовали имеющимся представлениям о формировании механизмов вегетативной регуляции сердечной деятельности в процессе онтогенеза [6, 7].

В возрасте 14 лет у мальчиков отмечали увеличение тонуса симпатического отдела вегетативной нервной системы (наблюдали уменьшение СКО).

В период активных пубертатных перестроек у девочек, так же как и у мальчиков, усиливался тонус симпатического отдела вегетативной нервной системы, что находило отражение в достоверном уменьшении СКО. В 13 лет СКО у девочек составляло 48,45±1,59 мс, что приближалось к нижней границе нормы.

Возраст	Мальчики, юноши			Девочки, девушки		
(лет)	n	M±m	δ	n	M±m	δ
7	54	208,32±10,14◊	74,51	55	128,10±7,21\$	53,47
8	55	218,05±13,24\$	98,19	59	129,15±8,32◊	63,91
9	59	209,74±11,12◊	85,41	50	128,53±8,89♦	62,86
10	57	197,31±9,95◊	75,12	59	137,86±9,47◊	72,74
11	55	124,17±7,38	54,73	57	128,44±8,01	60,47
12	56	88,33±6,46◊	48,34	55	119,19±7,54\$	55,92
13	57	94,24±8,75◊	66,07	58	199,43±11,22◊	55,45
14	55	137,48±9,94	73,72	51	128,73±8,59	61,34
15	44	179,65±12,32	81,72	57	164,31±10,01	75,57
16	57	125,69±8,66◊	65,38	55	206,02±10,53\$	78,09
17	58	157,37±10,43	79,43	59	133,00±9,64	74,05
18	55	82,18±6,71\$	49,76	57	200,09±10,87\$	82,07
19	54	88,38±7,32\$	53,79	56	172,54±9,12◊	68,25
20	52	205.40+11.84	85.38	55	190.46+10.45	77.50

Таблица 2. Значения индекса напряжения (усл. ед.) уроженцев г. Сургута 7 – 20 лет (М±m, д)

Примечание: ◊ - достоверные отличия в одних возрастных группах, р<0,05

В конце подросткового периода у мальчиков наблюдали вновь усиление парасимпатических влияний вегетативной нервной системы, однако в юношеском периоде онтогенеза происходило увеличение активности симпатической нервной системы. СКО девушек достоверно снижалось от 65,53±8,78 мс у 17-летних до 45,17±1,19 мс у 19-летних девушек. Т. е. в юношеский период онтогенеза нами не было отмечено характерного для данного возраста увеличения парасимпатических влияний на регуляцию сердечного ритма. СКО как у юношей, так и у девушек г. Сургута находилось в пределах нормы, но имело тенденцию к снижению своей величины, т. е. усилению симпатических влияний на предсердия.

Вероятно, с завершением полового созревания организм молодых сургутян не достигал оптимального уровня функционирования и работал с напряжением, что можно связать с влиянием на организм учебных нагрузок в вузе, а также воздействием специфичных гипокомфортных климатогеографических условий Среднего Приобья.

Индекс напряжения (ИН) регуляторных систем характеризует активность механизмов симпатической регуляции и отражает суммарную активность симпато-адреналовой системы [3].

В норме ИН колеблется в пределах 80-150 условных единиц [2]. Этот показатель

чрезвычайно чувствителен к тонусу симпатической нервной системы. Даже небольшая нагрузка (эмоциональная или физическая) увеличивает ИН в 1,5-2 раза.

Считают [3, 5], что при эйтонии (сбалансированном состоянии механизмов регуляции вегетативной нервной системы) ИН находится в пределах 51-199 условных единиц. При умеренной ваготонии ИН меньше 50, при выраженной ваготонии меньше 25 условных единиц. При умеренной симпатикотонии ИН больше 200, при выраженной симпатикотонии больше 500 условных единиц.

У девочек, девушек г. Сургута на изучаемом отрезке онтогенеза нарастали средние значения ИН, что указывает на повышение с возрастом активности симпатического отдела вегетативного отдела нервной системы.

У мальчиков младшего школьного возраста (7-10 лет) средние значения ИН находились на уровне $197,31\pm9,95-218,05\pm13,24$ усл. ед., что свидетельствует о высокой активности симпатического отдела вегетативной нервной системы. В возрасте от 11 до 19 лет у мальчиков средние значения ИН находились в пределах $82,18\pm6,71$ до $157,37\pm10,43$ усл. ед., т. е. на уровне нормотонии, за исключением мальчиков 15 лет, где среднее значение ИН составляло $179,65\pm12,32$ усл. ед. (табл. 2).

В старшем подростковом возрасте и у мальчиков, и у девочек наблюдали опти-

мальное напряжение систем регуляции сердечной деятельности.

Постепенное увеличение ИН у девочек, девушек Среднего Приобья свидетельствует об усилении влияния симпатической нервной системы на сердечно-сосудистую систему. У мальчиков наблюдались высокие значение ИН в возрасте 7, 8, 9,10 лет, и только в возрасте 11 лет ИН находился в пределах нормотонии.

Широкий диапазон значений ИН как у обследованных мальчиков и юношей, так и у девочек и девушек указывал на общий высокий уровень активности вегетативной регуляции сердечного ритма.

Достоверные отличия величины ИН в группах мальчиков и девочек наблюдались в младшем школьном возрасте от 7 до 10 лет, причем результаты исследования показали, что у девочек по сравнению с мальчиками превалируют парасимпатические влияния вегетативной нервной системы и угнетение

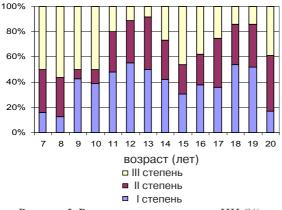


Рисунок 5. Распределение по степени ИН (%) в группах мальчиков и юношей г. Сургута

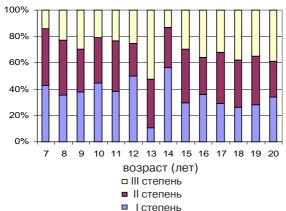


Рисунок 6. Распределение по степени ИН (%) в группах девочек и девушек г. Сургута

симпатической нервной системы, что является более благоприятным фактором адаптации. Более низкий уровень центрального управления у девочек по сравнению с мальчиками также свидетельствует о наличии резервных возможностей организма.

В возрастных группах 18, 19 лет можно отметить более благоприятное функционирование сердечно-сосудистой системы у юношей, чем у девушек, что проявляется в более выраженной направленности к уменьшению централизации управления сердечным ритмом на фоне понижения активности симпатического отдела и повышения влияния на синусный узел парасимпатического отдела вегетативной нервной системы.

В возрасте 11, 14, 15, 17 и 20 лет достоверные отличия ИН в группах мальчиков и девочек нами не выявлены.

По величине индекса напряжения, как интегрального показателя, отражающего степень централизации управления сердечным ритмом, принято условно выделять следующую градацию функционального состояния:

- первая степень ИН≤ 80 усл. ед. сниженный уровень активности регуляторных механизмов;
- вторая степень 80≤ИН≤160 усл. ед. адаптивные изменения регуляции;
- третья степень ИН>160 усл. ед. напряжение процесса регуляции [13].

Всех обследованных мы распределили по типу вегетативного типа регуляции (рис. 5, 6). Вегетативный тип регуляции оценивали как ваготонический – при ИН < 80 усл. ед. (I степень), нормотонический при величине ИН = 80-160 усл. ед. (II степень), симпатотонический – при ИН >160 усл. ед. (III степень).

Доля мальчиков от 7 до 10 лет с третьей степенью ИН (симпатотонический тип вегетативной регуляции) составляла 50,00—56,00%, начиная с 11-летнего возраста до 13 лет у мальчиков существенно увеличивалась доля детей с первой степенью ИН (ваготонический тип вегетативной регуляции), что составляло от 48,00 до 55,55%.

С 11 до 19 лет доля мальчиков со второй степенью ИН находилась примерно на одном уровне и составляла от 23,00 до 33,00%.

У девочек на протяжении всего изучаемого отрезка онтогенеза (от 7 до 20 лет) доля со второй степенью ИН (нормотонический тип вегетативной регуляции) находилась в пределах от 25 до 43%.

В группе 13-летних девочек наблюдалось увеличение доли обследованных подростков с симпатотоническим типом вегетативной регуляции (53%). В группе девочек 14 лет, напротив, было больше детей с ваготоническим типом регуляции — доля девочек с ИН первой степени составляла 61%.

В период пубертатных перестроек у 46,15% мальчиков в возрасте 15 лет и у 52,63% девочек 13 лет проявлялось выраженное напряжение аппарата центральной регуляции, свидетельствующее о недостаточности защитно-приспособительных механизмов и их неспособности обеспечить оптимальную реакцию организма на воздействие факторов окружающей среды. Из-

вестно, что чем выше активность симпатического отдела вегетативной нервной системы, тем выше уровень возбудимости системы гипоталамус – гипофиз – кора надпочечников, которая обеспечивает адаптивную реакцию организма.

Исходя из того, что наиболее вероятный уровень функционирования синусового узла сердца показывает величина Мо, а показатели АМо, ВР и ИН отражают воздействие симпатического или парасимпатического, а также центрального звена регуляции на синусовый ритм сердца, можно предполагать, что на хронотропную функцию сердца обследованных школьников и студентов выраженное влияние оказывает симпатическое звено регуляции при значительном участии центрального контура регулирования сердечного ритма, что свидетельствует о снижении резервных возможностей растущего организма в условиях Среднего Приобья.

Список использованной литературы:

^{1.} Агаджанян Н.А., Баевский Р.М., Берсенева А.П. Проблемы адаптации и учение о здоровье: Учеб. пособие. – М.: Издво РУДН, 2006. – 284 с.

^{2.} Баевский Р.М. Анализ вариабельности сердечного ритма в космической медицине // Физиология человека, 2002. Т. 28. С. 70-82.

^{3.} Баевский Р.М., Кириллов О.И., Клецкин С.З. Математический анализ изменений сердечного ритма при стрессе. М.: Наука, 1984. 225 с.

Баранов А.А., Кучма В.Р. Программа улучшения здоровья лиц призывного возраста // Вопросы современной педиатрии. 2007. Т.6. №2. С. 9-12.

^{5.} Вегетативные расстройства: клинка, диагностика, лечение. / Под. ред. А.М. Вейна. – М.: ООО «Медицинское информационное агентство», 2003. – 752 с.

^{6.} Гринене Э., Вайткявичус В.Ю., Марачинскене Э. Особенности сердечного ритма у школьников // Физиология человека. 1990. Т. 16, №1. С. 88.

^{7.} Душенина Т.В. Особенности морфофункционального развития и адаптации учащихся в процессе обучения. Автореф.

дисс. ... канд. биол.наук по специальности 03. 00.13. Томск, 2004. – 24 с. 8. Казначеев В.П., Баевский Р.М., Берсенева А.П. Донозологическая диагностика в практике массовых обследований населения. Л.: Медицина, 1980. 207 с.

Ларионова Г.Н., Кузько Н.Н. Сравнительная оценка функционирования основных систем организма городских и сельских школьников Оренбуржья // Гигиена и санитария, №5, 2002. С. 62–64.

^{10.} Ноздрачев А.Д., Щербатых Ю.В. Современные способы оценки функционального состояния автономной (вегетативной) нервной системы // Физиология человека, 2001. Т. 27, № 6. С. 95-101.

^{11.} Онищенко Г.Г. Проблема улучшения здоровья учащихся и состояние общеобразовательных учреждений // Гигиена и санитария №3, 2005 С. 40-43.

^{12.} Поборский А.Н. Особенности регуляции сердечного ритма у детей в начальной школе в условиях Севера.// Физиология человека 2001, Т. 27. №5. С. 82-86.

^{13.} Псеунок А.А. Адаптивные возможности сердечно-сосудистой системы детей, обучающихся по новым образовательным программам. // Педиатрия. 2005. № 6. С. 77-78.

^{14.} Сивакова Н.Н. Использование методов донозологической диагностики в оценке уровня здоровья человека // Теория и практика физической культуры. №9. 2002. С. 8-11.

^{15.} Щербатых Ю.В. Что выявляет спектральный анализ вариабельности сердечного ритма? // Прикладные информационные аспекты медицины. Воронеж. 1999. Т. 2. №4. С. 40.