

Необходимо отметить наличие централизации сердечного ритма с преобладанием значимости надсегментарного уровня регуляции: мощность ОНЧ-колебаний была наибольшей и составляла 36,9%, что свидетельствует о наличии напряжения регуляции РС. Вегетативный баланс также был оценен (согласно рекомендаций А.М.Вейна, 2000) как напряженный (НЧ<ОНЧ>ВЧ), а индекс вагосимпатического равновесия был около 1,0 усл. ед., что позволяет охарактеризовать вегетативный баланс как эйтонию. Следует отметить, что при индивидуальном анализе результатов спортсменов было выявлено, что доминирование ОНЧ-колебаний в спектре ритма сердца штангистов наблюдается у 42% спортсменов, НЧ-колебаний у 25% и ВЧ-колебаний у 33%. Регуляция СДД обусловлена гуморально-метаболическим факторами (доминания УНЧ- и ОНЧ-колебаний).

При ортопробе выявлено закономерное повышение ЧСС (на 26,3%) при снижении ударного объема на 29,3%, что в целом позволило сохра-

нить МОК на уровне исходного (табл. 2). В вертикальном положении РС определялся преимущественно гуморальными и надсегментарными влияниями (ОНЧ-колебания составили 40,4%) и сегментарными (НЧ-колебания составили 37,8%, отражавшими влияние симпатического отдела автономной нервной системы и участие барорефлекторных механизмов). Представляется, что такое изменение спектральных характеристик РС с преобладанием ОНЧ-флюктуаций подтверждает вывод о напряжении механизмов адаптации спортсменов-штангистов.

Динамика артериального давления была адекватна предъявленной нагрузке, сопровождалась повышением систолического, диастолического и средне-динамического артериального давления в пределах нормотонической реакции у 80% штангистов, у 20% реакция была расценена как гипертоническая – со значительным подъемом цифр САД, ДАД и СДД, а также существенным ростом доли НЧ-колебаний – более чем до 25% (в среднем по группе 21,3%).

**Таблица 2.** Спектральные характеристики ударного объема и фракции выброса штангистов в положении лежа (1) и стоя (2) ( $M \pm m$  и %)

Проба	УО, мл	ОМС, усл. ед.	УНЧ	ОНЧ	НЧ	ВЧ
проба 1	114,55±7,04	52,41±5,64	8,50±1,86	19,30±2,29	22,43±3,71	2,19±0,47
%			16,2	36,8	42,8	4,2
проба 2	81,01±3,57	213,78±26,81	18,64±2,68	89,93±16,98	94,36±18,53	10,85±2,54
%			8,7	42,1	44,1	5,1
	ФВ, %	ОМС, усл. ед.-	УНЧ	ОНЧ	НЧ	ВЧ
проба 1	61,45±1,17	9,82±1,80	0,89±0,30	3,00±0,66	3,91±0,62	2,02±0,70
%			9,0	30,5	39,9	20,6
проба 2	58,45±0,65	5,59±1,14	0,59±0,21	2,12±0,52	2,60±0,40	0,29±0,12
%			10,5	37,9	46,4	5,2

Регуляция ударного объема включала преимущественно влияния надсегментарных структур, гуморальных факторов (ОНЧ-колебания) и симпатического отдела; переход в вертикальное положение обусловил активизацию симпато-адреналовой системы (как для УО, так и ФВ), что является физиологическим механизмом поддержания МОК на исходном уровне за счет усиления хроно- и иниотропной функции в условиях ортостатического перемещения крови к нижним конечностям. В то же время, значительное увеличение общей мощности спектра ударного объема отражает напряжение механизмов регуляции иниотропной функции у штангистов в период предсоревновательной подготовки.

Полученные результаты свидетельствуют о необходимости мониторинга спектральных характеристик спортсменов, сопоставления с результатами соревнований, что позволит в дальнейшем вносить корректизы в учебно-тренировочный про-

цесс и оптимизировать уровень функционального состояния.

### ОСОБЕННОСТИ РЕГУЛЯЦИИ РИТМА СЕРДЦА У ДЕТЕЙ С РАЗЛИЧНЫМ УРОВНЕМ ВНИМАНИЯ

Быков Е.В., Чипышев А.В., Мекешкин Е.А., Казакова О.В.

Южно-Уральский государственный университет,  
Челябинск, Россия

Обучение в современной школе характеризуется высоким уровнем умственных и психоэмоциональных нагрузок. В г.Челябинске проводится педагогический эксперимент по внедрению программы интеллектуально-игрового всеобуча для учащихся младших классов, что, на наш взгляд, требует тщательного изучения всех медико-биологических и психолого-педагогических

аспектов влияния таких нагрузок на растущий организм с целью оптимизации процесса обучения и дополнительных занятий (в частности, шахматами) в этом возрасте.

В связи с этим нами было проведено изучение особенностей нейровегетативной регуляции ритма сердца у детей с различным уровнем внимания в состоянии покоя и выявлены особенности динамики изменений спектральных характеристик в ответ на умственную нагрузку.

В исследовании принимали учащиеся 2-4-го классов (мальчики и девочки), составившие основную («дети-шахматисты») и контрольную группы (в каждой из групп не менее 25 учащихся). Исследования проведены с помощью компьютерных программ «НС-ПсихоТест» фирмы «Нейрософт» (г. Иваново) и «Кентавр» фирмы «Микролюкс» (г. Челябинск). При этом наличие волн в ультразвукочастотном диапазоне (УЧ, до 0,025 Гц) отражает активность метаболических факторов, в очень низкочастотном диапазоне

(ОНЧ, от 0,025 до 0,075 Гц) – влияние надсегментарного уровня регуляции, гуморальных факторов; в низкочастотном диапазоне (НЧ, от 0,075 до 0,15 Гц) – симпатического отдела и барорефлекторных механизмов; в высокочастотном диапазоне (ВЧ, от 0,15 до 0,5 Гц) – дыхательных волн, парасимпатического отдела автономной нервной системы.

Результаты исследования. В таблице 1 нами представлены результаты спектрального анализа медленноволновой вариабельности ритма сердца детей-2-классников основной и контрольной группы с различным уровнем внимания (выше и ниже среднего) по результатам теста «Оценка внимания». В исходном положении максимальная величины частоты сердечных сокращений и общей мощности спектра отмечены у девочек контрольной группы с уровнем внимания ниже среднего; межгрупповых и гендерных различий данных показателей не было выявлено.

**Таблица 1.** Результаты спектрального анализа медленноволновой вариабельности ритма сердца 2-классников с уровнем внимания выше среднего (1) и ниже среднего (2) в состоянии покоя ( $M \pm m$ )

		мальчики			девочки		
		основная	контрол.	p	основная	контрол.	p
ЧСС уд/мин	1	90,75±3,42	89,89±3,31	>0,05	88,30±4,39	92,00±4,16	>0,05
	2	90,93±3,73	88,50±3,24	>0,05	96,90±3,12	85,30±5,03	>0,05
	p	>0,05	>0,05		>0,05	>0,05	
ОМС, усл. ед.	1	46,08±7,26	52,36±5,65	>0,05	52,80±6,49	41,32±6,25	>0,05
	2	48,06±7,40	52,94±6,45	>0,05	64,21±7,58	46,13±7,85	>0,05
	p	>0,05	>0,05		>0,05	>0,05	
УЧ усл. ед.	1	6,58±2,04	6,07±1,74	>0,05	4,59±1,63	4,01±1,14	>0,05
	2	9,79±2,43	7,18±2,02	>0,05	6,67±1,81	3,46±1,06	>0,05
	p	>0,05	>0,05		>0,05	>0,05	
ОНЧ усл. ед.	1	16,89±2,10	14,88±2,24	>0,05	14,10±2,12	11,70±2,29	>0,05
	2	20,17±2,25	15,81±2,09	>0,05	14,96±2,19	11,07±2,21	>0,05
	p	>0,05	>0,05		>0,05	>0,05	
НЧ усл. ед.	1	13,37±1,75	16,24±2,56	>0,05	18,21±3,44	9,17±2,33	<0,05
	2	8,20±1,96	13,02±1,92	>0,05	17,98±3,30	11,98±2,37	>0,05
	p	>0,05	>0,05		>0,05	>0,05	
ВЧ усл. ед.	1	9,65±1,81	11,17±1,91	>0,05	15,89±2,62	16,44±2,54	>0,05
	2	11,81±2,83	12,93±2,07	>0,05	24,60±2,93	19,60±2,72	>0,05
	p	>0,05	>0,05		>0,05	>0,05	

Спектральный анализ медленноволновой вариабельности ритма сердца позволил с определением абсолютной и относительной мощности колебаний в диапазонах спектра дифференцировать степень активности сегментарного и надсегментарного уровня регуляции ритма сердца: наиболее высокая мощность низкочастотных колебаний установлена у лиц с высоким уровнем внимания, за исключением мальчиков контрольной группы. Вероятно, повышенный тонус симпатического

отдела автономной нервной системы отражает мобилизацию организма к выполнению предстоящего теста.

Максимальная величина НЧ-колебаний выявлена у мальчиков основной группы с уровнем внимания выше среднего, показавших наилучший результат в предложенном тесте. Наряду с этим у большинства учащихся с уровнем внимания ниже среднего мощность высокочастотных колебаний превышала величину низкочастотных – вагосим-

патический индекс составлял  $0,69 \pm 0,11$  усл. ед. (мальчики основной группы),  $0,73 \pm 0,13$  и  $0,61 \pm 0,09$  усл. ед. (девочки основной и контрольной группы соответственно). У детей, имевших уровень внимания выше среднего вагосимпатический индекс был более высоким:  $1,38 \pm 0,17$  усл. ед. (мальчики основной группы,  $p < 0,01$  по сравнению с подгруппой с низким уровнем внимания),  $1,45 \pm 0,19$  усл. ед. (мальчики контрольной группы),  $1,15 \pm 0,14$  усл. ед. (девочки основной группы,  $p < 0,05$  по сравнению с подгруппой с низким уровнем внимания). Независимо от результатов теста доля высокочастотных колебаний в состоянии покоя была более 30% только у девочек.

Проведение пробы с умственной нагрузкой к существенному повышению ЧСС у девочек основной группы с уровнем внимания ниже среднего (до  $103,36 \pm 2,45$  уд/мин), что было обусловлено выраженной симпатикотонической реакцией: у лиц этой подгруппы наиболее высокая мощность низкочастотных колебаний ( $33,59 \pm 3,63$  усл. ед.). Повышение тонуса симпатического отдела автономной нервной системы имело место во всех подгруппах (судя по величинам абсолютной и относительной мощности НЧ-колебаний), но максимальный рост мощности низкочастотных колебаний выявлен у учащихся с уровнем внимания ниже среднего. У этих же учащихся определена наиболее высокая относительная мощность (доля) колебаний в этом диапазоне спектра. Так, у девочек и мальчиков контрольной группы с уровнем внимания ниже среднего доля НЧ-колебаний составила соответственно  $49,83 \pm 3,02\%$  и  $40,91 \pm 2,93\%$ .

Динамика изменений относительной мощности спектра ВЧ-колебаний также различна у детей-шахматистов и лиц контрольной группы в зависимости от уровня внимания и пола обследуемых: имела место тенденция к увеличению их доли у детей с уровнем внимания выше среднего (кроме девочек группы контроля) и противоположная у детей с уровнем внимания ниже среднего (кроме мальчиков основной группы). Максимальное снижение доли ВЧ-колебаний (более чем в 2 раза) произошло у девочек контрольной группы с низким уровнем внимания.

Таким образом, более высокий уровень внимания выявлен у детей с преобладанием в регуляции ритма сердца активности симпатического отдела автономной нервной системы. При умственной нагрузке у лиц с уровнем внимания выше среднего повышалась значимость надсегментарного уровня регуляции (максимально у лиц основной группы), в группе учащихся с уровнем внимания ниже среднего – сегментарных структур (симпатический отдел), наиболее выраженно – в группе контроля.

## КРОВООБРАЩЕНИЕ ТРЕТЬЕГО КРУГА

Завьялов А.И., Завьялов Д.А., Завьялов А.А.  
Красноярский государственный педагогический  
университет им. В.П. Астафьева,  
Красноярск, Россия

Третий круг кровообращения – кровообращение сердца. Прямо над клапаном аорты отходят коронарные артерии и сеть их ответвлений, которые снабжают кровью само сердце. Эти артерии охватывают сердце подобно короне, отсюда их название – "коронарные" [1:43]. Коронарные сосуды (артерии и вены) располагаются не в толще миокарда, а сверху него. Ранее нами было открыто явление наполнения кровью желудочек сердца человека за счет возрастающего отрицательного давления (до -155 мм рт. ст.) во время систолы желудочек в герметичной полости перикарда [2; 3].

Принципиальное описание коронарного кровотока у человека в покое можно условно начинать с систолы желудочек. Во время систолы сердца тканевое давление в миокарде левого желудочка повышается в направлении от эпикарда к эндокарду на протяжении всей систолы [4:97]. Это говорит о том, что сокращение миокарда в фазе систолы сердца способствует перемещению крови внутри его по капиллярной системе в венозные сосуды! Выброс крови миокардом из обоих желудочек сердца освобождает значительный объем (100-150 мл) в герметичной системе сердце-перикард и по закону Бойля-Мариотта между эпикардом и перикардом возникает разреженное пространство с отрицательным давлением. Это приводит к понижению давления в этой полости до -155 мм рт. ст. [3].

Вакуум в перикардиальной полости растягивает артериальные и венозные сосуды, всасывающие кровь из капилляров (вены) и из луковицы аорты (артерии). В свою очередь кровь выдавливается сжимающей силой миокарда в вены и всасывающей силой отрицательного давления в перикардиальной полости. Из луковицы аорты (синусы Вальсальвы) под высоким систолическим давлением (120 мм рт.ст.) и низким отрицательным давлением в перикардиальной полости (-155 мм рт.ст.) кровь поступает в коронарные артерии. Разность давлений (градиент) составляет:  $+120 - (-155) = 275$  мм рт.ст. Это подтверждают и другие авторы: «какое-то количество крови поступает во время систолы в коронарные артерии, а это означает, что отверстия коронарных артерий в это время не закрыты створками аортального клапана» [5:277].

Во время систолы желудочек происходит растяжение предсердий, в которых возникает разреженное пространство, присасывающее через