



МЕДИЦИНСКИЕ НАУКИ И ФИЗИОЛОГИЯ

ИНТЕГРАТИВНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ НЕЙРОНОВ ГОЛОВНОГО МОЗГА И СПЕКТРАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ КАРДИОРИТМА ДЕТЕЙ СТАВРОПОЛЬЯ

О. А. Бутова, И. А. Былим, Е. А. Удовыдченко

INTEGRATIVE ACTIVITY OF CEREBRUM
NEURONS AND SPECTRAL
ANALYSIS OF STAVROPOL CHILDREN'S
CARDIORHYTHM

Butova O. A., Bilim I. A.,
Udovidchenko E. A.

The investigation has determined sexual peculiarities of cerebrum neurons' integrative activity and spectral analysis of cardiorhythm characterizing stress condition and intersystem homeostasis of boy's organism. Emotional tension and hindered social adaptation have been revealed in girls' organism.

В исследовании установлены половые особенности интегративной деятельности нейронов головного мозга и спектрального анализа кардиоритма, характеризующие стрессовое состояние и внутрисистемный гомеостаз организма мальчиков. Эмоциональное напряжение и затрудненная социальная адаптация выявлена в организме девочек.

Ключевые слова: спектральный анализ, легкая степень умственной отсталости, электроэнцефалограмма, дети.

УДК 612 + 572.087 +
572.512.823

Одной из актуальных физиологических проблем является исследование адаптивных возможностей организма человека, находящегося в состоянии пограничном между здоровьем и болезнью. Сегодня каждый четвертый россиянин нуждается в психиатрической помощи. И количество психических больных неуклонно растет, в том числе и среди детей. По данным Центра социальной и судебной психиатрии Российской Федерации, в 2002 году число россиян, нуждающихся в психиатрической помощи, увеличилось на 1 млн. по сравнению с 2001 годом и составило 36 млн. человек (в среднем за последние пять лет ежегодный прирост случаев психических расстройств в России составляет около 3%). Среди детей и подростков первое место занимает умственная отсталость, в 80% представленная легкими формами.

В соответствии с указанным проведено настоящее исследование по выявлению адаптивных возможностей детей Ставрополя с легкой степенью умственной отсталости.

Эмпирической базой исследования послужили 59 мальчиков и девочек, по возрастной периодизации относящихся ко II периоду детства (7–12 лет – мальчики;

Исследование проводилось на базе лаборатории патологической физиологии учебного научно-исследовательского центра «Медицинская биохимия» Ставропольского государственного университета и медицинского кабинета детского отделения Ставропольской краевой клинической психиатрической больницы № 1.



8–11 лет – девочки). Были сформированы 4 группы. В 1 и 3 группы вошли 16 мальчиков и 14 девочек средней общеобразовательной школы (СОШ) № 28 г. Ставрополя. 2 и 4 группы сформированы из 16 мальчиков и 13 девочек детского отделения Ставропольской краевой клинической психиатрической больницы (СККПБ) № 1. Дети 2 и 4 групп находились в течение двух недель на стационарном лечении в детском отделении СККПБ № 1 г. Ставрополя (заведующая отделением – врач-психиатр высшей квалификационной категории Петросян И. С.) с установленным диагнозом – легкая степень умственной отсталости. В стационаре проводилась психотропная терапия с применением препаратов нейротропного действия преимущественно нейромодуляторов и препаратов нейрометаболического действия. Параметры спектрального анализа сердечного ритма, снимаемые дважды – в клиноположении и в ортостазе, получены на аппаратно-программном комплексе «Варикард-2.5» (3). Регистрация электрических потенциалов головного мозга проводилась с помощью электроэнцефалографа «Нейровизор» 24-канальный ООО «Нейроботикс», системы «Неокортекс-Про» с программным обеспечением «Биосенс». Анализу подвергались безартефактные отрезки ЭЭГ, полученные с применением Международной схемы расположения электродов «10-20», в 16 стандартных отведениях, включающих основные зоны мозга правого и левого полушарий, с размещением объединенных референтных электродов на мочках ушей. Запись осуществлялась монополярно в полосе пропускания 0–70 Гц, с использованием режекторного фильтра, настроенного на частоту 50 Гц. Для обработки полученных результатов использовалась программа анализа мощности спектра биоэлектрических ритмов, с целью определения соотношения различных ритмических составляющих в сложной ЭЭГ и выявления их индивидуальной выраженности, с применением быстрого преобразования Фурье. Исследование проводилось на базе лаборатории патологической физиологии учебно-научного центра «Медицинская биохимия» Ставропольского государственного университета и медицинского кабинета детского отделения СККПБ №1.

Оценивая динамику изменения показателей спектрального анализа кардиоритма (см. табл. 1) у детей II периода детства, отмечаем, что по показателю общей мощности спектра адаптационные возможности сердечно-сосудистой системы представителей 4-х групп характеризуют стрессовую устойчивость организма (2). Но, характеризуя вклад в суммарную мощность спектра волн высокой, низкой и очень низкой частот выявили, что в условиях физиологического покоя у клинически здоровых мальчиков и девочек, а также у мальчиков с легкой степенью умственной отсталости преобладает в регуляции ритма сердца низкочастотная составляющая (LF – Low frequency), отражающая активность вазомоторного центра продолговатого мозга (1). У девочек СККПБ, напротив, преобладает высокочастотная составляющая (HF – High frequency), отражающая активность парасимпатического кардиоингибиторного центра продолговатого мозга. Справедливо полагать, что в условиях физиологического покоя в регуляции кардиоритма у клинически здоровых детей и у мальчиков с легкой степенью умственной отсталости преобладает 3-й уровень центрального контура регуляции, выявляющий внутрисистемный гомеостаз кардиореспираторной системы. В организме девочек с легкой степенью умственной отсталости в регуляции системы кровообращения доминирует автономный контур регуляции, рабочими структурами которого являются синусовый узел, n. vagus и его ядра в продолговатом мозге.

Анализируя параметры спектрального анализа ритма сердца клинически здоровых мальчиков при выполнении клиноортостатической пробы (КОП), отмечаем достоверное увеличение величин HF, LF, VLF (Very low frequency) волн, что нашло отражение в достоверном увеличении общей мощности спектра (TP) и индекса централизации (ИЦ). Однако максимально в 1,5 раза возросла величина низкочастотных волн (low frequency), являющихся маркерами симпатической модуляции. У мальчиков СККПБ №1 при выполнении КОП, напротив, снизилась величина LF волн и возросла величина очень низкочастотной составляющей спектра (VLF). Наиболее значимой с позиции оценки изменения контуров регуляции кардиоритма является достоверное снижение параметра LF. Поскольку в изучаемом периоде онтогенеза в основе



Таблица 1

Показатели спектрального анализа variability сердечного ритма
у детей II периода детства

Группы	HF (мс ²)	LF (мс ²)	VLF (мс ²)	TP (мс ²)	ИЦ (усл. ед.)
1 группа (мальчики СОШ) (n=16)					
Клинополо- жение	956,87± 72,9	1129,00± 94,82	634,55± 108,7	2720,42± 139,08	1,66± 0,14
ортостаз	1014,79± 74,8	1720,70± 100,9	786,16± 114,2	3521,65± 128,63	2,55± 0,32
P	<0,05	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
2 группа (мальчики СККПБ) (n=16)					
Клинополо- жение	568,34± 48,3	1718,63± 98,4	639,07± 101,2	2926,04± 124,8	1,83± 0,28
ортостаз	597,73± 49,2	1309,37± 80,3	796,37± 70,2	2703,47± 134,72	2,67± 0,44
P	>0,10	<0,001	<0,001	>0,10	<0,001
P ₁	<0,001	<0,001	>0,10	>0,10	>0,05
P ₂	<0,001	<0,001	<0,005	<0,001	>0,10
3 группа (девочки СОШ) (n=14)					
Клинополо- жение	1418,05± 55,21	1579,17± 48,11	454,59± 31,86	3451,81± 117,2	2,06± 0,38
ортостаз	1617,92± 92,12	1670,39± 89,42	628,89± 74,23	3917,2± 130,64	2,82± 0,10
P	<0,05	>0,10	<0,05	<0,02	<0,05
4 группа (девочки СККПБ) (n=14)					
Клинополо- жение	1217,33± 68,54	1178,26± 95,47	492,82± 31,49	2888,41± 89,28	1,92± 0,26
ортостаз	1385,98± 63,49	1451,53± 101,83	639,92± 88,43	3477,43± 114,82	2,72± 0,31
P	<0,05	<0,05	>0,10	<0,001	<0,05
P ₃	<0,05	<0,002	>0,10	<0,002	>0,10
P ₄	<0,05	>0,10	>0,10	<0,02	>0,10

Примечание:

P – достоверность различий показателей в клиноположении и ортостазе у детей одной группы;

P₁ – достоверность различий показателей в клиноположении 1 и 2 группы;P₂ – достоверность различий показателей в ортостазе 1 и 2 группы;P₃ – достоверность различий показателей в клиноположении 3 и 4 группы;P₄ – достоверность различий показателей в ортостазе 3 и 4 группы.

адекватной реакции сердечно-сосудистой системы лежит возрастание роли симпатических воздействий, тем более в ответ на нагрузку, постольку снижение симпатической модуляции выявляет снижение адаптивных возможностей. Это справедливо в связи с тем, что нарушение внутрисистемного гомеостаза кардиореспираторной системы неизбежно должно привести к активации гипоталамо-гипофизарной системы, что и подтверждается возрастанием в 1,2 раза величины VLF.

Таким образом, в организме мальчиков с легкой степенью умственной отсталости четко проявляются церебральные эрготропные влияния, свидетельствующие о психоэмоциональном напряжении, что совпадает с результатами более ранних исследований (8).



По-иному выявляется динамика изменения контуров регуляции при выполнении КОП в женском организме. На фоне повышения парасимпатических воздействий в 1,4 раза повышается величина очень низкочастотной составляющей спектра, характеризующая влияние гипоталамо-гипофизарной системы на кардиоритм. В организме девочек с легкой степенью умственной отсталости выявлено достоверное увеличение как вагусных, так и симпатических влияний, о чем правомочно судить по увеличению и высокочастотной, и низкочастотной составляющих, отражающих активность звеньев регуляторного механизма.

Результаты настоящего исследования позволяют заключить, что при легкой степени умственной отсталости выявлены половые особенности регуляторных механизмов функциональной системы кровообращения.

В мужском организме доминирует центральный контур регуляции. В соответствии с текущими потребностями организма мальчиков в регуляции ритма сердца максимально участвует гипоталамо-гипофизарная система. В организме девочек с легкой степенью умственной отсталости в регуляции системы кровообращения доминирующая роль принадлежит рабочим структурам автономного контура, но при этом вазомоторный центр продолговатого мозга, осуществляя афферентный синтез, посылает в сосудистую систему эфферентную импульсацию.

Таким образом, спектральный анализ сердечного ритма в изучаемом периоде онтогенеза выявил нарушение внутрисистемного гомеостаза кардиореспираторной системы в мужском организме, что потребовало дополнительного включения гипоталамо-гипофизарной системы, а женский организм в большей степени адаптирован к нагрузкам за счет работы автономного контура регуляции и подключения симпатической модуляции с обратной связью контроля сосудистого тонуса.

При электроэнцефалографическом (ЭЭГ) анализе нами было отмечено, что амплитуда низкочастотного дельта-ритма наиболее выражена у детей 1 группы в лобно-теменной ($8,95 \pm 0,64$ мкВ), теменно-височной ($7,03 \pm 0,06$ мкВ), теменно-затылочной ($8,17 \pm 0,21$ мкВ) областях головного мозга (см. табл. 2). Максимальное представительство дельта-ритма свидетельствует об усилении активности таламических, лимбико-ретикулярных структур головного мозга, регулирующих эмоционально-волевую сферу (5).

У детей 3 группы по сравнению с детьми 1 группы представительство дельта-ритма достоверно ниже, что является признаком утомления и сопровождается снижением функциональной активности центральной нервной системы.

Амплитуда выраженности бета-ритма у детей 1 группы наиболее выражена в теменно-затылочной области головного мозга, что отражает повышение функциональной активности подкорковых структур. У детей 3 группы наблюдается минимальное значение бета-ритма в теменно-затылочной области головного мозга ($1,78 \pm 0,01$ мкВ), что обусловлено сужением зоны выраженности ритма в лобных областях головного мозга.

Анализ представленности гамма-ритма показал, что его максимальное представительство выражено у детей 3 группы в лобно-теменной области ($0,82 \pm 0,002$ мкВ), а минимальное – у детей этой же группы, но в теменно-височной области головного мозга ($0,62 \pm 0,002$ мкВ).

Гамма-ритм представляет собой пейсмекерные колебания, которые одновременно запускаются в нейронах приходящим сигналом из активирующей системы ретикулярной формации, вызывающим смещение мембранного потенциала.

Отсутствие достоверных отличий представительства альфа-ритма у детей 1 и 3 групп свидетельствует по данным Поворинского А. Г. и соавт. (2000), о повышении активирующих влияний со стороны ретикулярной формации.

Таким образом, у практически здоровых мальчиков и девочек не обнаружено половых отличий в импульсной активности нейронов, характеризующей концентрацию внимания и мыслительную деятельность.



Таблица 2

Представительство ритмов ЭЭГ у детей СОШ II периода детства

РИТМЫ	ОБЛАСТИ		
	лобно-теменная	теменно-височная	теменно-затылочная
дельта			
1 группа	8,95±0,64	7,03±0,06	8,17±0,21
3 группа	7,73±0,12	5,65±0,13	6,74±0,16
P	<0,05	<0,001	<0,001
тета			
1 группа	8,23±0,42	7,62±0,27	8,21±0,21
3 группа	8,72±0,21	7,42±0,24	8,74±0,25
P	>0,10	>0,10	>0,10
альфа			
1 группа	4,92±0,16	4,84±0,09	5,73±0,09
3 группа	5,26±0,11	5,05±0,20	5,87±0,15
P	>0,10	>0,10	>0,10
бета			
1 группа	1,99±0,040	1,94±0,02	2,07±0,01
3 группа	2,12±0,008	1,79±0,009	1,78±0,01
P	<0,001	<0,001	<0,001
гамма			
1 группа	0,77±0,007	0,69±0,001	0,77±0,006
3 группа	0,82±0,002	0,62±0,002	0,69±0,002
P	<0,001	<0,001	<0,001

Примечание:

1 группа – мальчики СОШ;

3 группа - девочки СОШ;

P – достоверность различий показателей в клиноположении и в ортостазе у детей одной группы

Анализ альфа-ритма у детей с легкой степенью умственной отсталости выявил (см. табл. 3), что его максимальное представительство отмечено в теменно-височной области головного мозга у детей 2 группы. Повышение альфа-ритма свидетельствует об увеличении функциональной активности нейронов коры головного мозга.

Амплитуда дельта-ритма максимально представлена в лобно-теменной области у детей 2 группы и составляет 14,68±1,29 мкВ.

Амплитуда тета-ритма у детей 4 группы в теменно-затылочной области составляет 13,05±0,57 мкВ. Наиболее ярко тета-ритм выражен у лиц с неуравновешенным характером и агрессивными и психопатическими чертами личности и затрудненной социальной адаптацией.

Межгрупповой анализ спектральной мощности ритмов ЭЭГ позволил выявить ряд изменений в биоэлектрической активности головного мозга. Так, амплитуда дельта-ритма у детей с легкой степенью умственной отсталости значительно выше, чем у клинически здоровых детей, что свидетельствует о снижении функциональной активности коры и развитии утомления.

Половые особенности центральных механизмов регуляции кардиоритма выражаются в следующем: в мужском организме в формировании внутрисистемного гомеостаза кардиореспираторной системы ведущая роль принадлежит вазомоторному центру, в женском организме доминируют структуры автономного контура регуляции сердечного ритма. При этом в мужском организме с легкой степенью умственной отсталости выявлено преобладание 2-го уровня центрального контура, в основе которого лежит повышенная активность симпатического отдела



Таблица 3

Представительство ритмов ЭЭГ у детей СККПБ II периода детства

РИТМЫ	ОБЛАСТИ		
	лобно-теменная	теменно-височная	теменно-затылочная
дельта			
2 группа	14,68±1,29	7,55±1,02	7,68±1,12
4 группа	9,59±0,91	7,27±0,78	9,96±1,49
P	<0,001	>0,10	>0,10
тетта			
2 группа	12,36±1,04	8,63±0,89	8,66±0,92
4 группа	11,38±0,50	9,25±0,74	13,05±0,57
P	>0,10	>0,10	<0,001
альфа			
2 группа	6,61±1,02	6,35±1,05	7,53±1,25
4 группа	5,02±0,24	4,41±0,36	5,58±0,56
P	>0,10	<0,05	>0,10
бета			
2 группа	3,19±0,41	2,55±0,37	2,50±0,32
4 группа	2,54±0,26	2,14±0,28	2,92±0,33
P	>0,10	>0,10	>0,10
гамма			
2 группа	1,30±0,19	0,76±0,09	0,85±0,15
4 группа	0,98±0,023	0,61±0,04	0,84±0,02
P	>0,10	>0,10	>0,10

Примечание:

2 группа – мальчики СККПБ;

4 группа – девочки СККПБ;

P – достоверность различий показателей в клиноположении и в ортостазе у детей одной группы.

нервной системы, церебральные эрготропные влияния, что в совокупности указывает на психо-эмоциональное напряжение и повышение функциональной активности коры головного мозга.

В женском организме с легкой степенью умственной отсталости при сохранении роли автономного контура регуляции подключаются влияния вазомоторного центра, характеризующего 3-й уровень центрального контура регуляции.

Половые особенности электроэнцефалографической характеристики биоэлектрической активности головного мозга выражаются в возрастании в мужском организме представительства дельта-ритма в лобно-теменной, теменно-височной, теменно-затылочной областях и выявляют стрессовое состояние. Обнаруженная закономерность возрастания бета- и гамма-ритмов в лобно-теменной области в женском организме характеризует умственное напряжение и эмоциональное возбуждение. Кроме того, возрастание гамма-ритма отражает пейсмекерные колебания, запускаемые в нейронах сигналами рассеянных по отделам нервной системы клетками ретикулярной формации.

Таким образом, по данным ЭЭГ мужской организм характеризуется стрессовым состоянием, а женский организм – состоянием эмоционального напряжения.

Половые особенности электроэнцефалографической характеристики биоэлектрической активности головного мозга детей с легкой степенью умственной отсталости выражаются в возрастании представительства дельта-ритма в лобно-теменной области и альфа-ритма в теменно-височной области в мужском организме. Напротив, возрастанием представительства те-



та-ритма в теменно-затылочной области характеризуется женский организм с легкой степенью умственной отсталости.

Ослабление альфа-ритма, свойственное девочкам с легкой степенью умственной отсталости иллюстрирует концентрацию внимания, в особенности зрительного, однако, общеизвестно (4), что альфа-ритм лучше выражен в затылочном отделе, а в наших исследованиях максимальная активность выявлена в теменно-височной области.

Возрастание тета-ритма, свойственного по данным литературы (7) детям от 2 до 8 лет, а по нашим исследованиям девочкам 8-11 лет с легкой степенью умственной отсталости отражает затрудненную социальную адаптацию и характеризует неуравновешенность характера и психопатические черты личности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бабунц И. В., Мириджанян Э. М., Машаех Ю. А. *Азбука анализа variability сердечного ритма.* — Ставрополь, 2002. — 112 с.
2. Баевский Р. М., Иванов Г. Г. *Вариабельность сердечного ритма: теоретические аспекты и возможности клинического применения.* — М.: Медицина, 2000. — 295с.
3. Зарубин Ф. Е. *Вариабельность сердечного ритма: стандарты измерения, показатели, особенности метода.* // Вестник аритмологии. — 1998. — Вып. 10.
4. Курова Н. С. *Спектральные характеристики ЭЭГ при усложнении контекста когнитивной деятельности* / Н. С. Курова, Е. А. Черемушкин // Журнал высшей нервной деятельности им. И. П. Павлова. — 2006. — № 2.
5. Новикова Л. А. *Электроэнцефалография и ее использование для изучения функционального состояния мозга* // Естественнаучные основы психологии / Под ред. А. А. Смирнова, А. Р. Лурия, В. Д. Небылицына. — М.: Педагогика, 1978.
6. Поворинский А. Г., Заболотных, В. А. *Пособие по клинической электроэнцефалографии.* — М.: Мед. лит., 2000.
7. Русинов В. С. *Биопотенциалы мозга человека.* — М., 1987. — 256 с.
8. Удовыдченко Е. А., Бутова О. А. *Адаптивные возможности организма детей II периода детства* // Эколого-физиологические проблемы адаптации: материалы XIV Международного симпозиума. — М.: РУДН, 2009. — С. 413 — 415.

Об авторах

Бутова Ольга Алексеевна, Ставропольский государственный университет, доктор медицинских наук, профессор, академик Российской экологической академии, член European Anthropological Association, почетный работник высшего профессионального образования РФ, заслуженный профессор, заведующая кафедрой анатомии, физиологии и гигиены человека и животных СГУ. Автор 229 научных и методических работ в международных, центральных и региональных изданиях. Сфера научных интересов — нейроэндокринные механизмы адаптации, клиническая физиология.

olga_butova@mail.ru

Былим Игорь Анатольевич, главный психиатр Ставропольского края, главный врач ГУЗ «Ставропольская краевая клиническая психиатрическая больница», кандидат психологических наук, доцент, заслуженный врач РФ, врач высшей квалификационной категории. Автор 89 печатных работ. Сфера научных интересов — реабилитация людей с проблемами психического здоровья, психотерапия, болезни зависимого поведения.

bilim@mail.ru

Удовыдченко Елена Анатольевна, Ставропольский государственный университет, аспирант 1-го года обучения кафедры анатомии, физиологии и гигиены человека и животных. Сфера научных интересов — адапталогия, нейроэндокринные механизмы адаптации.

serdukova008@mail.ru