УДК 612.8-57.089-796

ОСОБЕННОСТИ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РЕОЭНЦЕФАЛОГРАММЫ И ЭЛЕКТРОЭНЦЕФАЛОГРАММЫ 9–10-ЛЕТНИХ ДЕТЕЙ С РАЗНЫМ УРОВНЕМ ДВИГАТЕЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ

[1]Животова В.А., [2]Карантыш Г.В., [2]Дмитренко Л.М., [2]Менджерицкий А.М.

[1]ГБОУ СПО РО «Донской педагогический колледж», Азов;

[2]ФГАОУ ВПО ЮФУ, Ростов-на-Дону, e-mail: karantyshgv@mail.ru, gvkarantysh@sfedu.ru

В статье представлены результаты сравнительного анализа показателей реоэнцефалограммы (РЭГ) и электроэнцефалограммы у 9–10-летних детей со средним и высоким уровнем двигательной активности. У всех обследованных детей реографический индекс был выше, а индекс венозного оттока – ниже в бифронтальном бассейне относительно бимастоидального. Установлены региональные различия показателей РЭГ, отражающие уровень тонуса артериол и венул, у детей с разным уровнем двигательной активности: у детей-спортсменов в отличие от контрольной группы школьников данные значения были выше во бифронтальном бассейне относительно бимастоидального, обратная тенденция была характерна для детей контрольной группы. Согласно результатам исследования реакции на фотостимуляцию установлено, что у детей-спортсменов более зрелые механизмы коркового ритмогенеза (усвоение ритма происходит в том числе в диапазоне 12–13 Гц).

Ключевые слова: дети 9–10 лет, разный уровень двигательной активности, реоэнцефалограмма, корковые механизмы ритмогенеза

THE PECULARITIES OF REENCEPHALOGRAM AND ELECTRIC ENCEPHALOGRAM FACTORS OF 9–10 YEARS OLD CHILDREN WITH DIFFERENT LEVEL OF MOTOR ACTIVITY

[1]Givotova V.A., [2]Karantysh G.V., [2]Dmitrenko L.M., [2]Mendzheritskiy A.M.

[1]SEI SVE RS «Don Teachers College», Azov;

[2]FSAEI HPE SFU, Rostov-on-Don, e-mail: karantyshgv@mail.ru, gvkarantysh@sfedu.ru

The results of comparative analysis of reencephalogram (REG) and electric encephalogram factors within 9-10 years old children with middle and high level of motor activity are represented in this article. All the observed children had their rheographic index higher and venous drainage index lower in bifrontal basin as compared to bimastoidal. The region differences of REG factors, reflecting arteriole and vein tone level, within children with different level of motor activity are ascertained: as opposed to control group of school children, the children-sportsmen those factors were higher in bifrontal basin as compared to bimastoidal, the opposite tendency was in the control group. According to the results of reaction on photostimulation study it is ascertained, that children-sportsmen have more mature mechanisms of cortical rhythmgenesis (the adoption diapason includes 12–13 Hz).

Keywords: children of 9–10 years, different levels of motor activity, reencephalogram, cortical mechanisms of rhythmgenesis

Снижение адаптационного резерва, обеспечивающего приспособление организма к изменяющимся условиям внешней среды, а также возможность успешного осуществления деятельности и гармоничного развития наблюдается как у взрослых лиц, так и у детей [3]. В настоящее время многие специалисты отмечают понижение уровня двигательной активности и общее ухудшение состояния здоровья у значительной части населения страны. Результаты исследований показывают, что в настоящее время нарушения адаптации встречаются у 15–40 % учащихся начальных классов, причем имеется тенденция к росту их количества [1].

Поэтому сохранение здоровья и всестороннее развитие ребенка является одной из главных задач современного общества.

Известно, что гиподинамия вызывает многообразные морфофункциональные изменения в организме ребенка. В первую очередь негативное влияние гиподинамия оказывает на систему кислородообеспечения организма, что, в свою очередь, отражается на остальных системах органов, в том числе на функциональных показателях работы мозга: его кислородообеспечении и функциональной зрелости коры больших полушарий. В связи с этим исследование электрофизиологических механизмов действия снижения двигательной активности мозга в период его морфофункциональной дифференцировки является актуальной задачей возрастной физиологии.

Целью данного исследования явилось изучение показателей реоэнцефалограммы и электроэнцефалограммы у детей 9–10-летнего возраста с разным уровнем двигательной активности.

Материалы и методы исследования

В обследовании приняли участие дети (38 мальчиков и 35 девочек), обучающиеся в общеобразовательной школе (не занимающиеся дополнительно

спортом – контрольная группа), дети (28 мальчиков и 32 девочки), занимающиеся легкой атлетикой не менее 2-х лет (дети-спортсмены). Электрофизиологическое обследование проводили в утренние часы в весенне-осенние периоды.

Определение уровня двигательной активности осуществляли с использованием шагомера «Omron HJ-5». Данный прибор закрепляли на поясе у испытуемых и регистрировали количество шагов в течение 2 дней, после чего вычисляли среднее количество шагов за 1 день. Определение продолжительности двигательного компонента (среднесуточное время, в течение которого дети находятся в активном движении) проводили посредством анкетирования школьников (табл. 1).

У детей, обучающихся в общеобразовательной школе, среднесуточное количество шагов и продолжительность двигательного компонента были ниже возрастной нормы [2, 4]. Поскольку значимых различий уровня двигательной активности у детей 9-летнего и 10-летнего возраста в каждой группе не выявлено, анализировали усредненные показатели в группах 9–10-летних детей, занимающихся спортом относительно контрольной группы.

Нейрофизиологические обследования проводили в специально оборудованной электрофизиологической лаборатории. В течение исследования была обеспечена звукоизоляция. Реоэнцефалограмму регистрировали в двух бассейнах: бифронтальном (FF) и бимастоидальном (MM) в покое (3 мин). Рассчитывали средние значения показателей РЭГ: реографического индекса (РИ), характеризующего степень кровенаполнения крупных артерий; показателя периферического сопротивления сосудов (ППСС), отражающего совокупный просвет мелких сосудов; индекса венозного оттока (ИВО), свидетельствующего о тонусе средних и крупных вен; диастолического индекса (ДСИ), характеризующего состояние небольших вен; дикротического индекса (ДКИ), свидетельствующего о состоянии мелких артерий.

Таблица 1

Среднесуточное количество шагов по данным шагомера и продолжительность двигательного компонента (в часах) у детей (M ± m)

Возраст	Пол	Общеобразовательная школа	Дети, занимающиеся спортом	Возрастная норма
Среднесуточное количество шагов				
9 лет	мальчики	7953 ± 114	18534 ± 257	17000-21000
	девочки	8231 ± 95	19863 ± 281	16000-20000
10 лет	мальчики	8117 ± 134	20230 ± 380	17000-21000
	девочки	8340 ± 112	17247 ± 441	16000-20000
Продолжительность двигательного компонента, в часах				
9 лет	мальчики	3,7 ± 0,2	4,8 ± 0,3	4,5-5
	девочки	3,5 ± 0,2	4,9 ± 0,3	4-4,5
10 лет	мальчики	4,1 ± 0,3	4,9 ± 0,3	4,5-5
	девочки	3,8 ± 0,2	4,7 ± 0,2	4-4,5

Наличие градиента показателя по группе констатировали в случае достоверного отличия между значениями средних показателей в лобном и затылочном бассейнах по t-критерию Стьюдента для зависимых переменных с уровнем достоверности 0,05.

Регистрацию суммарной биоэлектрической активности мозга (ЭЭГ) осуществляли с использованием компьютерного энцефалографа «Энцефалан 131-03» («Медиком МТД», г. Таганрог). ЭЭГ регистрировали в состоянии спокойного бодрствования с закрытыми глазами и ритмической фотостимуляции (РФС) от затылочных (O1/2), теменных (P3/4), центральных (C3/4), лобных (F3/4), передневисочных (T3/4) отведений при биполярном отведении. Локализацию отведений определяли по международной системе 10–20. РФС осуществляли лампой-вспышкой мощностью 0,1 Дж, расположенной на расстоянии 40 см от глаз ребенка. Частоту стимуляции изменяли от 6 до 12 Гц с шагом в 1 Гц при длительности серии стимуляции одной частоты 7 с интервалом между сериями 10 с. Эффективность реакции (Эф.р.) навязывания ритма оценивалась на основании расчета простой разности мощности соответствующих частот ЭЭГ, зарегистрированной в условиях стимуляции и в исходном состоянии (мкВ^2), кроме того, рассчитывался процент усиления мощности соответствующей частоты относительно фоновой ЭЭГ (наличие реакции навязывания при уровне не менее чем 30 %).

Эф.р = (Мстим – Мфона)·100/Мфона,

где Мстим – мощность частоты при фотостимуляции; Мфона – мощность частоты на фоне спокойного бодрствования с закрытыми глазами.

Статистические процедуры проводили с использованием пакета прикладных программ «Statistica 6.5».

Результаты исследования и их обсуждение

Согласно проведенному исследованию в контрольной группе детей значение реографического индекса во фронтальном бассейне достоверно превышает средний показатель в мастоидальной области (на 42,7 %, $p < 0,0001$), где уровень кровенаполнения имеет самое низкое значение относительно других областей, в том числе в бифронтальной области, что согласуется с данными ряда авторов [6, 8–10]. Амплитуды РЭГ волны в контрольной группе

в разных отведениях в обоих полушариях достоверно не различаются. Половых различий параметров РЭГ у детей контрольной группы не выявлено, что согласуется с данными литературы [7]. Однако установлены половые различия показателей градиентов амплитуд волн РЭГ в разных бассейнах мозга. У мальчиков контрольной группы показатель ИВО в мастоидальной области достоверно выше, чем в правом полушарии ($p < 0,05$) и фронтальной области ($p < 0,05$). У девочек контрольной группы значимые отличия выявлены между показателями ИВО в бимастоидальной и бифронтальной областях. То есть у мальчиков в отличие от девочек более высокий венозный отток в бимастоидальной области, выше не только относительно бифронтальной, но и относительно бассейна правого полушария (табл. 2).

Таблица 2

Показатели РЭГ детей 9–10 лет с разным уровнем двигательной активности, (M ± m)

	Показатели РЭГ	Отведения			
		FM-L	FM-R	FF	MM
		Мальчики			
Контрольная группа	РИ, Ом	0,20 ± 0,05	0,19 ± 0,06	0,25 ± 0,07	0,15 ± 0,03
	ИВО, %	22,23 ± 5,48	20,10 ± 5,40*	19,53 ± 6,22*	25,36 ± 5,10
	ППСС, %	74,14 ± 9,17	71,68 ± 8,05	71,70 ± 9,47	74,60 ± 9,84
	ДСИ, %	64,11 ± 9,53	62,22 ± 9,05	61,38 ± 9,94	68,76 ± 9,34
	ДКИ, %	62,55 ± 9,50	59,66 ± 9,95	59,72 ± 10,07	65,26 ± 10,60
		Девочки			
	РИ, Ом	0,21 ± 0,05	0,22 ± 0,06	0,27 ± 0,07	0,15 ± 0,05
	ИВО, %	20,16 ± 4,99	19,85 ± 7,41	18,33 ± 4,43*	26,21 ± 8,08
	ППСС, %	77,41 ± 11,99	76,71 ± 12,48	75,91 ± 9,53	77,90 ± 14,43
	ДСИ, %	66,84 ± 9,16	67,17 ± 10,49	63,32 ± 7,81	72,19 ± 11,52
	ДКИ, %	64,69 ± 9,09	65,02 ± 10,55	61,84 ± 8,19	68,51 ± 6,17
Дети-спортсмены		*Мальчики*			
	РИ, Ом	0,23 ± 0,06	0,22 ± 0,05	0,29 ± 0,07	0,19 ± 0,07**
	ИВО, %	20,88 ± 4,05	19,44 ± 4,45	18,74 ± 4,35	22,26 ± 4,99
	ППСС, %	78,91 ± 8,87	73,59 ± 14,41	73,21 ± 11,55	73,17 ± 12,31
	ДСИ, %	67,28 ± 8,09	64,76 ± 12,31	72,51 ± 11,71	62,58 ± 10,04
	ДКИ, %	64,35 ± 9,29	62,64 ± 12,54	69,67 ± 12,75	61,16 ± 10,86
		Девочки			
	РИ, Ом	0,22 ± 0,06	0,21 ± 0,06	0,28 ± 0,06	0,19 ± 0,09
	ИВО, %	18,34 ± 5,85	18,09 ± 4,65	16,74 ± 4,62	21,45 ± 7,13
	ППСС, %	78,24 ± 12,73	74,55 ± 10,64	77,58 ± 11,03	79,02 ± 12,35
	ДСИ, %	68,40 ± 11,76	69,84 ± 9,36	75,85 ± 10,51	66,15 ± 10,50
	ДКИ, %	65,42 ± 13,31	66,53 ± 11,22	72,05 ± 11,63	64,52 ± 12,38

Примечания: * – достоверные отличия внутригрупповых показателей относительно значения в бимастоидальной области (при $p < 0,05$); ** – достоверные отличия (при $p < 0,05$) показателей мальчиков-спортсменов относительно мальчиков контрольной группы; # – достоверные отличия (при $p < 0,05$) показателей в бифронтальной и бимастоидальной областях (внутригрупповые различия).

Согласно межгрупповому анализу показателей РЭГ у мальчиков-спортсменов в бимастоидальном отведении реографический индекс выше, чем у мальчиков контрольной группы. У девочек с разным уровнем двигательной активности различий показателя РИ не выявлено. Среднее значение тонуса средних и крупных вен (ИВО) в контроле выше, чем у детей-спортсменов. При этом показано более высокое значение ИВО в бимастоидальной области детей разного пола как контрольной группы, так и детей-спортсменов. Также установлено, что у детей-спортсменов в отличие от контрольной группы школьников значения ДСИ и ДКИ были выше во бифронтальном бассейне относительно бимастоидального.

Половых и межгрупповых различий остальных исследованных показателей РЭГ не обнаружено.

В начале фотостимуляции наблюдали неспецифический ответ в виде падения индекса и амплитуды альфа-активности (десинхронизация ЭЭГ). Такой ответ считают проявлением ориентировочной реакции. Далее наблюдали специфический ответ в виде навязывания или усвоения ритма раздражения, что, согласно данным литературы, имеет резонансную природу, когда усвоение ритма приходится на частоты, свойственные фоновой активности [5].

Согласно полученным результатам формирование механизмов коркового ритмогенеза, которое отражается в характере альфа-ритма и его реакции на РФС, наблюдали у детей обеих групп. Переход от полиритмии к альфа-ритму с доминирующей частотой в диапазоне 8–10 Гц выявлен у детей со средним уровнем двигательной активности. У детей-спортсменов выявлены более совершенные ритмогенные механизмы коры больших полушарий, что проявлялось следующими явлениями (табл. 3):

– ростом ведущей частоты альфа-ритма;

– увеличением частоты реакции усвоения ритма световых мельканий;

– возрастанием вероятности появления регулярного альфа-ритма;

– преобладанием регулярного альфа-ритма;

– наличием реакции усвоения не только при частоте фотостимуляции 8 и 10 Гц, но и 12 Гц.

Таблица 3

Усредненные особенности спектра мощности альфа-ритма на частоте ритмичной фотостимуляции по группам обследуемых (фон сравнения – «глаза закрыты», мкВ^2)

Отведения/частота стимуляции	8 Гц	10 Гц	12 Гц
Дети со средним уровнем двигательной активности			
O1	42,41 ± 3,53	38,48 ± 2,17	-
O2	36,28 ± 2,64	45,11 ± 3,28	-
Дети-спортсмены			
O1	24,74 ± 1,48	26,37 ± 1,63	18,74 ± 1,16
O2	32,97 ± 2,69	48,62 ± 2,04	22,32 ± 2,91

Следовательно, у 9–10-летних детей, систематически занимающихся спортом относительно школьников со средним уровнем двигательной активности, существуют региональные отличия кровенаполнения мозга. В первую очередь это касается различий тонуса артериол и венул в бифронтальном и бимастоидальном бассейнах мозга. Вероятно, данный факт определяет наличие у детей спортсменов более зрелых механизмов коркового ритмогенеза.

Список литературы

1. Анищенко Г.Г. Социально-гигиенические проблемы состояния здоровья детей и подростков. // Гигиена и санитария. – 2001. – № 5. – С. 7–12.

2. Баранов А.А., Кучма В.Р., Сухарева Л.М. Оценка состояния здоровья детей. Новые подходы к профилактической и оздоровительной работе в образовательных учреждениях: руководство для врачей. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2008. – 437 с.

3. Беличева С.А. Социально-педагогические методы оценки социального развития дезадаптированных подростков.//Вестн. психосоциал. и коррекц.-реабилитац. работы. – 1995. – № 1. – С. 3–17.

4. Гигиеническая норма двигательной активности детей и подростков 5–18 лет. – М., 1984. – 78 с.

5. Жирмунская Е.А. В поисках объяснения феноменов ЭЭГ. – М.: НПФ Биола,1995. – 117 с.

6. Зенков Л.Р., Ронкин М.А. Функциональная диагностика нервных болезней: руководство для врачей. – М.: МЕДпресс-информ, 2004. – 488.

7. Каторгина Г.И. Церебральная гемодинамика у детей в норме и с задержкой умственного развития. / дис. ... канд. биол. наук. – Владимир: ВГУ, 2005. – 130 с.

8. Князева М.Г., Тупицин И.О. Взаимосвязь возрастных характеристик биоэлектрической активности и кровообращения головного мозга. // Физиология человека. – 1984. – Т. 10. – № 3. – С. 411–416.

9. Ронкин М.А., Иванов Л.Б. География к клинической практике. – М.: Научно-медицинская фирма МБН. – 1997. – 403 с.

10. Ярулин Х.Х. Клиническая реоэнцефалография. – М.: Медицина, 1983. – 271 с.

References

1. Anishhenko G.G. Socialno-gigienicheskie problemy sostojanija zdorovja detej i podrostkov. // Gigiena i sanitarija. 2001. no. 5. pp. 7–12.

2. Baranov A.A., Kuchma V.R., Suhareva L.M. Ocenka sostojanija zdorovja detej. Novye podhody k profilakticheskoj i ozdorovitelnoj rabote v obrazovatelnyh uchrezhdenijah: rukovodstvo dlja vrachej. M.: GJeOTAR-Media, 2008. 437 p.

3. Belicheva S.A. Socialno-pedagogicheskie metody ocenki socialnogo razvitija dezadaptirovannyh podrostkov.//Vestn. psihosocial. i korrekc.-reabilitac. raboty. 1995. no. 1. pp. 3–17.

4. Gigienicheskaja norma dvigatelnoj aktivnosti detej i podrostkov 5-18 let. M., 1984. 78 p.

5. Zhirmunskaja E.A. V poiskah objasnenija fenomenov JeJeG. M.: NPF Biola,1995. 117 p.

6. Zenkov L.R., Ronkin M.A. Funkcional'naja diagnostika nervnyh boleznej: rukovodstvo dlja vrachej. M.: MEDpress-inform, 2004. 488.

7. Katorgina G.I. Cerebralnaja gemodinamika u detej v norme i s zaderzhkoj umstvennogo razvitija. / dis. kand. biol. nauk…, Vladimir: VGU, 2005. 130 p.

8. Knjazeva M.G., Tupicin I.O. Vzaimosvjaz vozrastnyh harakteristik biojelektricheskoj aktivnosti i krovoobrashhenija golovnogo mozga. // Fiziologija cheloveka. 1984. T. 10. no. 3. pp. 411–416.

9. Ronkin M.A., Ivanov L.B. Reografija k klinicheskoj praktike. M.: Nauchno-medicinskaja firma MBN. 1997. 403 p.

10. Jarulin H.H. Klinicheskaja reojencefalografija. M.: Medicina, 1983. 271 p.

Рецензенты:

Буриков А.А., д.б.н., профессор, заведующий кафедрой общей биологии, ФГАОУ ВПО «Южный федеральный университет», г. Ростов-на-Дону;

Войнов В.Б., д.б.н., ведущий научный сотрудник, ФГБУН «Институт аридных зон Южного научного центра РАН», г. Ростов-на-Дону.

Работа поступила в редакцию 11.04.2014.