

УДК 618.2/7:577.17.049

Е.В. Осипова, Л.И. Колесникова, И.Н. Белозерцева, В.А. Петрова, М.И. Долгих

**ОСОБЕННОСТИ ОБМЕНА У ЗДОРОВЫХ ДЕТЕЙ С РАЗЛИЧНОЙ
ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ АКТИВНОСТЬЮ ПОЛУШАРИЙ ГОЛОВНОГО МОЗГА**

НЦ МЭ ВСНЦ СО РАМН (Иркутск)

Исследовали показатели системы антиоксидантной защиты у детей младшего школьного возраста с учетом функциональной асимметрии полушарий головного мозга. Показана высокая степень реактивности у детей с функциональной активностью левого полушария, которая выражалась в сложных, многофакторных, межсистемных взаимоотношениях показателей метаболизма.

Ключевые слова: педиатрия, функциональная асимметрия полушарий, метаболизм

**PECULIARITIES OF METABOLIC CHANGES IN HEALTHY CHILDREN WITH DIFFERENT
FUNCTIONAL ACTIVITY OF CEREBRAL HEMISPHERES**

E. V. Osipova, L. I. Kolesnikova, I. N. Belozerceva, V. A. Petrova, M. I. Dolgikh

Scientific Centre of Medical Ecology, Eastern-Siberian Scientific Centre of RAMS, Irkutsk

Indices of system of antioxidative protection in children of 7–8 years old were investigated. These researches were carried out with registration of functional asymmetry of cerebral hemispheres. High degree of reactivity in children with functional activity of left hemisphere was shown.

Key words: pediatrics, functional asymmetry of brain, metabolism

В настоящее время особенности функциональной специализации левого и правого полушарий головного мозга человека и животных хорошо исследованы. Не вызывает сомнения тот факт, что для каждого полушария свойственны определенные стратегии, способы переработки информации и участие в регуляции психических процессов [2, 4, 6, 20]. Однако важнейшими принципами работы мозга остаются межполушарная интеграция и мозаичность в выполнении различных функций [4, 12, 16, 20]. Парная деятельность полушарий головного мозга обеспечивает механизмы взаимного дублирования функций и, в целом, различные стороны психического процесса. Тем не менее, предпочтения в функциональной активности полушарий достаточно четко прослеживаются, определяя индивидуальные особенности человека.

Результаты нейрофизиологических и нейропсихологических исследований новорожденных и детей младшего возраста свидетельствуют о гетерохронном развитии правого и левого полушарий [18, 22, 24]. Процесс специализации полушарий, который начинает формироваться в перинатальном периоде, не заканчивается к моменту рождения [16, 28]. Анатомические различия правого и левого полушарий мозга человека подтверждаются морфологическими исследованиями [3, 25, 28]. Исследования И.Н. Боголеповой и Л.И. Малофеевой [3] показали, что в 44-й и 45-й областях левого полушария у детей выявлен не только больший процент крупных нейронов по сравнению с правым полушарием, но и профильное поле пирамидных нейронов значимо превышало аналогичные показатели правого полушария. Авторы делают вывод, что латерализация речевых и двигательных функций человека в коре больших полушарий обусловлена принципиальным различием структурной организации соответствующей области коры мозга в левом и правом полушариях.

Для оценки функциональных возможностей степени адаптации сердечно-сосудистой системы с учетом функциональной асимметрии головного мозга (ФАГМ) использовали такие информативные показатели, как частота сердечных сокращений, показатели артериального давления и двойного произведения [10, 20]. Показано, что люди с признаками доминирования правого полушария обнаруживают более высокие показатели степени адаптации по сравнению с испытуемыми, обладающими признаками доминирования левого полушария. Однако в условиях информационного стресса большую устойчивость проявляли испытуемые с функциональной активностью левого полушария [10, 20].

Полагают, что левосторонние признаки асимметрии связаны с лучшей вегетативной регуляцией в состоянии относительного покоя и при интеллектуальной нагрузке. Данный факт объясняется более тесной связью структур правого полушария с дизэнцефальными отделами мозга, которые более активно участвуют в регуляции вегетативных и висцеральных процессов в организме, а левого — с нижестеволовыми образованиями [2, 12, 20].

Для понимания адаптационно-компенсаторных механизмов большой интерес представляет знание об асимметрии распределения биохимических показателей испытуемых. Однако, данных такого рода немного. Можно говорить о левостороннем уровне доминирования уровня активности ферментов, катализирующих образование и гидролиз ацетилхолина в ЦНС [5]. Авторами обнаружена более высокая активность ацетилхолинэстеразы в коре левого полушария человека по сравнению с правым. В эксперименте на мышах в условиях иммобилизационного стресса было установлено, что масса левого надпочечника больше, чем правого. В то же время, правые надпочечники продуцируют больше кортикостерона, чем левые [1, 14]. Феномен морфофункциональной асимметрии надпочечников находится в тесной взаимосвязи с адаптивным состоянием животных. В работе И.А. Гонтовой [7] показано существование асимметрии иммунной системы, приводящей к развитию более выраженной клеточной реакции «слева», в частности асимметрии в функционировании парных периферических лимфоидных органов [7].

Микроэлементы (МЭ) и макроэлементы (МаЭ) играют в деятельности ЦНС важнейшую роль, участвуя в процессах торможения и возбуждения, обеспечении целостности структур мембран нейронов, общих регуляторных функций. Факт их асимметричного распределения в тканях головного мозга был показан, в частности, в исследованиях В.С. Райцеса [15, 21] как на экспериментальном, так и на клиническом материалах. Установлено различие в содержании Cu, Mn, Al, Si в тканях, взятых из одинаковых участков правого и левого полушарий экспериментальных животных. У человека левое полушарие головного мозга содержит больше Fe, Cu, Mn, чем правое [23]. Прежде всего, это касается цитоархитектонических полей, входящих в состав слухового, зрительного и кожного анализаторов [15]. Ранее нами было показано [10, 13] асимметричное распределение Fe и Zn в сыворотке крови практически здоровых детей 6 — 9 лет с функциональной асимметрией полушарий головного мозга (ФАГМ). Установлена взаимосвязь [10] между ФАГМ, биохимическими показателями крови, состоянием здоровья детей 6 — 9 лет и предрасположенностью к различным заболеваниям. До настоящего времени особенности метаболизма у практически здоровых детей 7 — 11 лет с ФАГМ не исследованы. И, прежде всего, это касается показателей процессов ПОЛ-АОЗ, как одного из основных неспецифических показателей устойчивости и степени адаптированности организма, что и стало предметом исследования данной работы.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Педиатрами, невропатологами и психологами были обследованы 220 детей младшего школьного возраста г. Иркутска. Особенности ФАГМ определяли в соответствии с общепринятыми методами психофизиологических и нейрофизиологических исследований [9, 17]. На основании проведенных

обследований были сформированы группы детей с различными типами ФАГМ: 1 группа — дети с функциональной активностью левого полушария (ЛП), 2 группа — дети с функциональной активностью правого полушария (ПП). Все дети праворукие, не имели хронических и психических заболеваний, обучались по одинаковым учебным программам. Распределение детей с различной ФАГМ представлены в таблице 1.

Взятую натошак из локтевой вены кровь обрабатывали по общепринятой методике. Сыворотку крови и мочу отбирали в неметаллические пробирки. Забор волос проводили в теменной области, срезая прядь длиной 2–3 см от их корневой части. В сыворотке крови определяли общую антиокислительную активность (АОА) [11]; содержание α -токоферола и ретинола флуориметрическим методом [27], конъюгированные диеновые структуры гидроперекисей липидов [6]; активность супероксиддисмутазы (СОД) [26]. Содержание Cu, Zn, Fe, K, Ca, Mg, Na в биосубстратах определяли на атомно-абсорбционном спектрометре ААС (ГДР, Карл-Цейс-Йена) по методике, предложенной И. Хавезовым и Д. Цалевым [19]. Глюкозу, мочевины, мочевую кислоту, общий белок, альбумин, общий холестерол, ХС ЛПВП, билирубин, АсТ, АлТ оценивали в сыворотке крови на мультианализаторе «CORMAY» с использованием наборов этой же фирмы.

Математическая обработка полученных данных проведена с использованием статистического пакета «STATISTICA».

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Не выявлено значимых отличий в содержании глюкозы, мочевины, мочевой кислоты, общего белка, альбумина, общего холестерола, ХС ЛПВП, билирубина, АсТ, АлТ у детей с различными типами ФАГМ.

Исследование показателей системы ПОЛ-АОЗ проводилось в основном по прямым показателям, без учета соотношений компонентов входящих в нее. Баланс этих взаимоотношений весьма важен, поскольку может рассматриваться как показатель направленности процесса. Зачастую они свидетельствуют об отсутствии различий между исследуемыми группами. Аналогичная ситуация складывается и при сравнении показателей системы ПОЛ-АОЗ у детей с различными типами ФАГМ. В то же время, дисперсии первичных продуктов

ПОЛ-ДК ($P < 0,05$) у детей 1-й группы и соотношение α -токоферол/ДК ($P < 0,02$) детей 2-й группы служили свидетельством об активности процессов в системе ПОЛ у детей с различной ФАГМ. В зависимости от уровня концентрации, металлы с переменной валентностью могут выступать либо в роли прооксидантов, инициируя процессы ПОЛ, либо в роли антиоксидантов, участвуя в неферментативном звене АОЗ. Сывороточные показатели Zn и Fe, входящие в систему ПОЛ-АОЗ, достоверно значимо отличались в исследуемых группах (рис. 1). Более высокое содержание Zn ($P < 0,01$) установлено в сыворотке крови у детей с функциональной активностью ЛП. Концентрация Fe в сыворотке крови детей с функциональной активностью ПП достоверно значимо ($P < 0,001$) превышала показатели 1-й группы. Соотношение Cu/Zn ($1,24 \pm 0,06$) у детей 2-й группы в 1,4 раза выше ($P < 0,001$), чем у детей 1-й группы ($P < 0,001$). Это подтверждается более высокими показателями соотношений Cu, Zn и Ca к Fe, которые показаны с высокой степенью достоверности ($P < 0,001$).

У детей с функциональной активностью ЛП было выявлено увеличение ДК по отношению к Fe, о чем свидетельствовало достоверно значимое отличие дисперсий ($P < 0,001$). Одновременно с увеличением первичных продуктов ПОЛ возрастает активность неферментативного звена АОЗ — α -токоферол/Fe ($P < 0,05$) у детей с функциональной активностью ЛП и дисперсия показателей α -токоферол/Zn ($P < 0,001$) у детей с функциональной активностью ПП. Активизируется у детей с функциональной активностью ЛП по сравнению с детьми 2-й группы и ферментативное звено защиты, что подтверждается увеличением соотношения СОД/Fe ($P < 0,005$). Таким образом, у детей с функциональной активностью ЛП отмечается активация как процессов ПОЛ, так и компонентов системы АОЗ. Вероятно, это объясняет гомеостатичность системы, что отражается в показателе общей АОА, который не отличается в исследуемых группах.

Таким образом, у детей с функциональной активностью ЛП установлено увеличение концентрации Zn, соотношений ДК/Fe, α -токоферол/Fe, СОД/Fe. У детей с функциональной активностью ПП было показано увеличение уровней Fe, соотношений α -токоферол/Zn, α -токоферол/ДК. Это свидетельствует не только об активации процессов ПОЛ, но и о подключении различных звеньев АОЗ, как ферментативного (СОД), так и нефер-

Таблица 1
Распределение обследованных детей с функциональной активностью левого полушария (ЛП) и правого полушария (ПП)

Группы	1 группа (ЛП)		2 группа (ПП)		Все	
	n	%	n	%	n	%
Мальчики	27	60	19	42	46	100
Девочки	18	40	14	58	32	100
Все	45	100	33	100	78	100

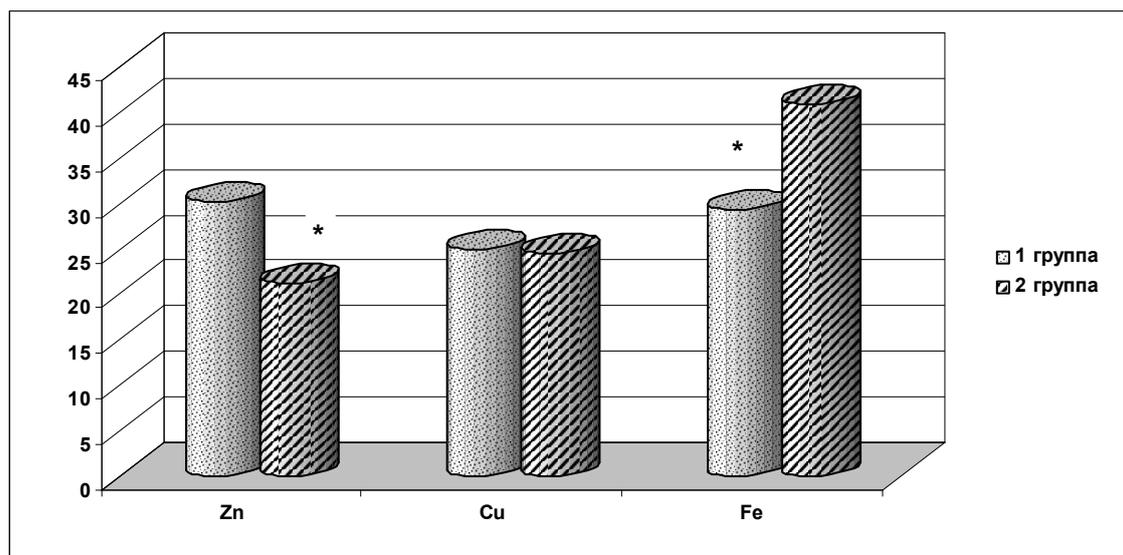


Рис. 1. Содержание биоэлементов (мкмоль/л) в сыворотке крови детей с функциональной активностью ЛП (1 группа) и ПП (2 группа) (* – $P < 0,05$).

ментативного (α -токоферол, Zn), что сохраняет баланс между ПОЛ и АОЗ.

Процессы ПОЛ необходимы для нормального функционирования организма. Они обеспечивают работу цепи переноса электронов при микросомальном окислении. Через стадию образования липидов в клетках осуществляется образование желчных кислот из холестерина, синтез стероидных гормонов, простагландинов, которые участвуют в регуляции работы сердечно-сосудистой, эндокринной, нервной и половой систем.

В биологических мембранах клетки содержатся субстраты ПОЛ – ненасыщенные жирные кислоты, холестерол, а также катализаторы процесса, содержащие ионы Fe^{2+} . В нормально функционирующих клетках скорость ПОЛ ограничена структурным фактором и антиоксидантами. Процесс ПОЛ в биологических мембранах имеет аутокаталитический, самоускоряющийся характер, который осуществляется по цепному свободнорадикальному механизму. Очень существенна высокая токсичность продуктов ПОЛ, которые приводят в первую очередь к поражению мембран клетки.

Инициатором свободнорадикального окисления могут быть реакции, связанные с изменением валентности металла (Cu^{2+} , Fe^{2+}). Ионы Fe^{2+} принимают участие в реакциях иницирования, разветвления и спонтанного прерывания цепи. Таким образом, ионы Fe^{2+} и Cu^{2+} выполняют двойную роль в реакциях ПОЛ: с одной стороны, способствуют развитию процесса, с другой – ингибируют его. Конечный эффект зависит от концентрации ионов Fe^{2+} в системе.

В биологических системах более характерной для Fe^{2+} в клетках является прооксидантная функция. Спонтанный обрыв цепи, при котором образующиеся продукты являются нетоксичными или менее токсичными может происходить при взаимодействии радикалов с антиоксидантами, к

которым относятся в первую очередь вещества, способные в малых дозах тормозить ПОЛ. Наряду с антиоксидантным действием α -токоферола, хорошо известна и роль Zn, входящего в число огромного количества ферментов, и прежде всего активизирующего Zn, Cu-СОД. МЭ и МаЭ, являясь биологически активными компонентами нервной ткани, играют важную роль в тех сложных биохимических процессах, которые обеспечивают химическую основу деятельности ЦНС [8, 15]. Большинство исследований, касающихся элементарного обмена, подтверждают их очень тесные антагонистические и синергетические взаимоотношения. Эти отношения могут меняться, прежде всего, в зависимости от целостности клеточных мембран и степени стабильности межмембранного транспорта химических элементов. Это объясняет активное участие МЭ и МаЭ в системе ПОЛ-АОЗ. Взаимоотношения показателей системы ПОЛ-АОЗ у детей с функциональной активностью ЛП представлены на рисунке 2.

Полученные данные свидетельствуют о сложности и сбалансированности системы ПОЛ-АОЗ у детей с функциональной активностью ЛП. Устойчивость системы определяется многофакторностью компонентов и их взаимодействием. Определена положительная корреляция между показателями ДК – α -токоферол ($r = 0,71$). Как следует из полученных данных, в системе ПОЛ-АОЗ важная роль принадлежит Na, Ca, Zn. Значимость Na определяется активным перераспределением его во всех исследованных биосубстратах и включением как в процессы ПОЛ, так и АОЗ. Увеличение концентрации ДК сопряжено с повышением уровня сывороточного Na ($r = 0,97$) и Ca ($r = 0,62$). Удаление Na регулируется мочой ($r = 0,85$) при снижении содержания Na в волосах ($r = -0,74$). В то же время отношения Ca и Na с α -токоферолом складываются с обратным знаком, а именно

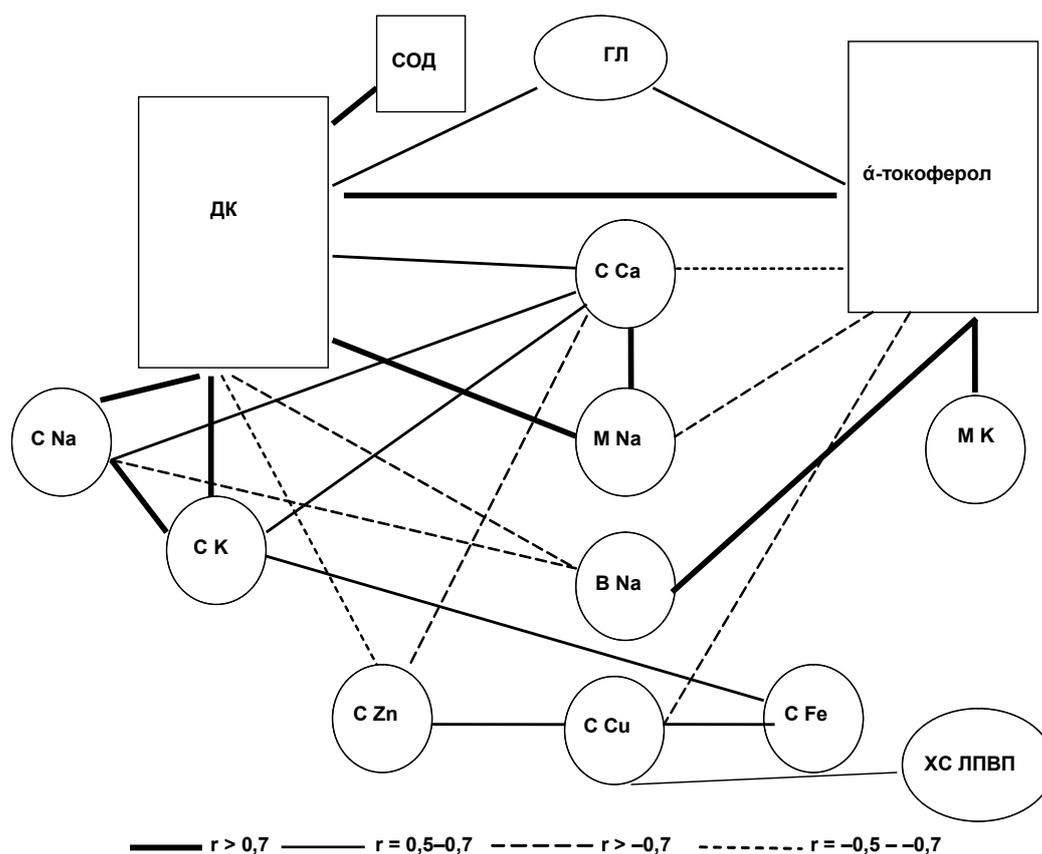


Рис. 2. Корреляционные взаимосвязи показателей в системе ПОЛ-АОЗ (С – сыворотка крови, М – моча, В – волосы) у детей с функциональной активностью ЛП.

увеличение концентрации α -токоферола сопровождается уменьшением концентрации Са в сыворотке ($r = -0,57$), Na в моче ($r = -0,92$) и увеличением Na в волосах ($r = 0,82$). Одновременно с концентрацией ДК в сыворотке крови увеличивается К ($r = 0,83$), а уровень К в моче повышается с увеличением концентрации α -токоферола ($r = 0,86$). Вероятно такая динамика К обусловлена его компенсаторной функцией при повышении уровня Na. Это позволяет сохранять физиологический баланс Na/К. Нарушение этого соотношения будет приводить к избытку Na в организме. Положительная корреляция в сыворотке Na и Са ($r = 0,71$) и отрицательная связь Са с α -токоферолом ($r = -0,57$), поддерживают баланс и Na/Са отношений. Таким образом, α -токоферол, вероятно, задействован и в регуляции Са/Na обмена. В этом отношении роль α -токоферола и Zn сходна, поскольку последний также регулирует уровень МаЭ в сыворотке крови детей с функциональной активностью ЛП. Закономерно изменяются соотношения МЭ с ДК и α -токоферолом. При увеличении концентрации прооксидантов Cu и Fe снижается концентрация α -токоферола ($r = -0,62$ и $r = -0,57$ соответственно). При росте первичных продуктов ПОЛ-ДК снижается концентрация Zn ($r = -0,67$), соответственно, увеличивается концентрация Zn, Cu-СОД, Противовоспалительные свойства СОД и ее высокая антирадикальная ак-

тивность рассматриваются как важный фактор неспецифической резистентности организма. Поскольку эти процессы энергоемки, они требуют значительных затрат такого субстрата как глюкоза, уровень которой закономерно увеличивается одновременно с концентрациями ДК и α -токоферола ($r = 0,57$ и $r = -0,66$ соответственно).

Активную часть системы ПОЛ-АОЗ у детей с функциональной активностью ЛП представляют сывороточные показатели Fe, Cu, Zn (рис. 3). Так же как и в 1-й группе, Fe и Cu, выступая в роли прооксидантов, имеют отрицательные корреляционные связи с α -токоферолом ($r = -0,47$ и $r = -0,74$ соответственно). Выведение Na мочой находится так же под контролем α -токоферола ($r = -0,92$). Отличает эту систему от показателей детей 1 группы положительная корреляционная связь слабой силы ДК и Cu ($r = -0,38$) и включение сывороточного Mg ($r = -0,56$).

Система ПОЛ-АОЗ у детей с функциональной активностью ЛП представляет собой сложный, многофакторный и межсистемный альянс различных компонентов, обуславливающих ее гомеостатичность. В нее входят ферментативные и неферментативные звенья, к числу которых относятся МЭ и МаЭ. АОЗ обеспечивает баланс между такими показателями, как α -токоферол, ДК, Са/Mg и Na/К соотношения. Ключевыми компонентами в этой системе являются Zn, Са, Na. Наиболее зна-

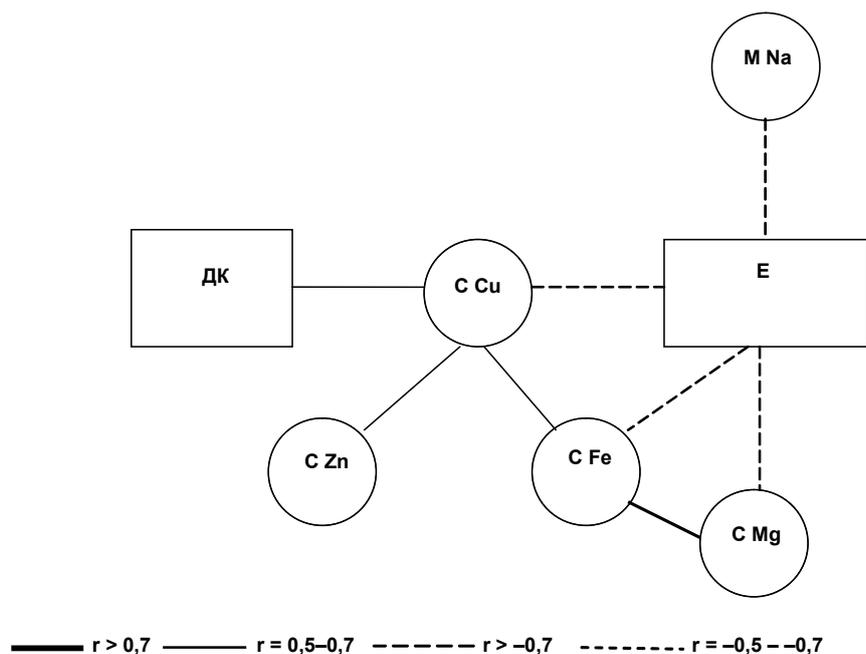


Рис. 3. Корреляционные взаимосвязи показателей в системе ПОЛ-АОЗ (С – сыворотка крови, М – моча, В – волосы) у детей с функциональной активностью ПП.

чимым в регуляции баланса элементного состава является Zn, регулирующий обмен К/Na и Ca/Mg отношений. Увеличение концентрации первичных продуктов ПОЛ, приводящее к изменению структуры мембран, способствует росту уровня Са и Na. Снижение их концентраций происходит одновременно с ростом уровня α -токоферола и Zn. Такое разнообразие межсистемных связей в организме детей 1-й группы, свидетельствует о возможности быстрого метаболического ответа на различные предъявляемые требования, что хорошо согласуется с более сложными морфо-физиологическими особенностями структуры ЛП.

Таким образом, вероятно, мы можем говорить о различной степени регуляции активности системы ПОЛ-АОЗ и участия в ней МЭ и МаЭ в зависимости от индивидуально-типических особенностей мозга ребенка, вносящих вклад в уровень регуляторных процессов и адаптивности организма с учетом ФАГМ. Таким образом, организация левого полушария морфологически и функционально сложнее правого, что и обеспечивает его более разнообразную и быструю реакцию особенно на эмоциональные воздействия.

ЛИТЕРАТУРА

1. Абрамов В.В. Асимметрия нервной, эндокринной и иммунной систем / В.В. Абрамов, Т.Я. Абрамова. – Новосибирск: Наука, 1996. – 97 с.
2. Бианки В.Л. Механизмы парного мозга / В.Л. Бианки. – Л.: Наука, 1989. – 263 с.
3. Боголепова И.Н. Структурная асимметрия корковых формаций мозга человека / И.Н. Боголепова, Л.И. Малофеева. – М.: Изд-во РУДН, 2003. – 155 с.

4. Брагина Н.Н. Функциональная асимметрия человека / Н.Н. Брагина, Т.А. Доброхотова. – М.: Медицина, 1981. – 288 с.

5. Вартамян Г.А. Химическая симметрия и асимметрия мозга / Г.А. Вартамян, Б.И. Клементьев. – М.: Медицина, 1991. – 190 с.

6. Гаврилов В.Б. Определение ДК в сыворотке крови / В.Б. Гаврилов, Н.И. Мишкорудная // Лаб. дело. – 1983. – № 3. – С. 33–36.

7. Гонтова И.А. Асимметрия реакции гиперчувствительности замедленного типа у мышей / И.А. Гонтова, В.В. Абрамов, В.А. Козлов // Бюллетень экспериментальной биологии и медицины. – 2003. – Т. 135, № 1. – С. 80–82.

8. Громова О.А. Нейрохимия макро- и микроэлементов. Новые подходы к фармакотерапии / О.А. Громова. – М.: «Алев-В», 2001. – 272 с.

9. Дзятковская Е.Н. Здоровье и образование / Е.Н. Дзятковская, В.И. Нодельман, З.И. Востротина. – Иркутск: ИГПУ, 1998. – 380 с.

10. Дзятковская Е.Н. Коррекция организации ментальных структур ребенка как принцип профилактики и реабилитации: Дис. ... докт. биол. наук, 1998. – 336 с.

11. Клебанов Г.И. Оценка АОА плазмы крови с применением желточных липопротейдов / Г.И. Клебанов, И.В. Бабенкова, Ю.О. Теселкин // Лаб. дело. – 1988. – № 5. – С. 59–60.

12. Лурия А.Р. Основы нейропсихологии / А.Р. Лурия. – М.: МГУ, 1973. – 374 с.

13. Осипова Е.В. Изучение биоэлементного состава сыворотки крови в связи с межполушарными отношениями / Е.В. Осипова, Е.Н. Дзятковская, Л.И. Колесникова // Бюллетень экспериментальной биологии и медицины. – 1999. – Т. 125, № 4. – С. 34–37.

14. Перельмутер В.М. Исходная морфофункциональная асимметрия надпочечников у мышей СВА/Ласу / В.М. Перельмутер, Ю.М. Падеров // Бюллетень экспериментальной биологии и медицины. — 2004. — Т. 137, № 4. — С. 444–446.
15. Райцес В.С. Нейрофизиологические основы действия микроэлементов / В.С. Райцес. — Л.: Медицина, 1981. — 152 с.
16. Симерницкая Э.Г. Мозг человека и психические процессы в онтогенезе / Э.Г. Симерницкая. — М.: МГУ, 1985. — 189 с.
17. Симерницкая Э.Г. Нейропсихологическая методика экспресс-диагностики «Лурия-90» / Э.Г. Симерницкая. — М., 1991. — 34 с.
18. Фарбер Д.А. Принципы системной структурно-функциональной организации мозга и этапы ее формирования / Д.А. Фарбер // Структурно-функциональная организация развивающегося мозга. — Л.: Наука, 1990. — С. 168–177.
19. Хавезов И. Атомно-абсорбционный анализ / И. Хавезов, Д. Цалев. — Л.: Химия, 1983. — 142 с.
20. Хомская Е.Д. Нейропсихология / Е.Д. Хомская. — М.: Изд-во МГУ, 1987. — 240 с.
21. Vogen J.E. The other side of the brain: An oppositional mind // Bull. Los Angeles Neurol. Soc. — 1969. — Vol. 34. — P. 135–162.
22. Geschwind N. Cerebral lateralization: Biological mechanisms, associations and pathology. 1. Hypothesis and program of research / N. Geschwind, A.M. Galaburda // Arch. Neurol. — 1985. — Vol. 42, N 5. — P. 428–459.
23. Goyer R.A. Role of helating agents for prevention, intervention and treatment of exposures to toxic metals // Environ. Health Perspect. — 1995. — Vol. 103, N 11. — P. 1048–1052.
24. Hickok C. Discourse deficits following right hemisphere damage in deaf signers / C. Hickok, M. Wilson, K. Klark // Brain Lang. — 1999. — Vol. 66, N 2. — P. 233.
25. Le May M. Asymmetries of the cerebral hemispheres on computed tomograms / M. Le May, D.K. Kido // J. Comput. Assist. Tomogr. — 1978. — Vol. 2. — P. 471–476.
26. Misra H.P. The role of superoxide anion in the autoxidation of epinephrine and a simple assay for superoxide dismutase / H.P. Misra, J. Fridovich // J. Biol. Chem., 1972. — Vol. 247. — P. 3170–3175 // в модификации М. Sun, S. Zigman An improved spectrophotometric assay for superoxide dismutase based on epinephrine autoxidation // Anal. Biochem., 1978. — Vol. 90, N 1. — P. 81–89.
27. Taylor S.L. Sensitive fluoremetric method for tissue tocopherol analysis / S.L. Taylor, M.P. Lamden, A.L. Tappel // Lipids. — 1976. — Vol. 11. — P. 530–538 // в модификации Р.Ч. Черняускене, З.З. Варшакявичене, П.С. Грибаускас Одновременное определение концентраций витаминов Е и А в сыворотке крови // Лаб. дело. — 1984. — № 6. — С. 362–365.
28. Wada J. Cerebral hemispheric asymmetry in humans / J. Wada, R. Clarke, A. Hamm // Arch. Neurol. — 1975. — Vol. 32. — P. 239–246.