

Intensive therapy in pediatrics. Moscow: Meditsina; 1995; t. 1: 39—68.

14. Uglitskih A.K., Kon I.Ya., Ostreykov I.F. et al. *Provision of essential nutrients and energy for artificial nutrition in children in the ICU. Materialy Pyatogo mezhdunarodnogo kongressa "Parenteralnoe i enteralnoe pitanie"*. M., 2001: 82. (in Russian)
15. Grant J.P. Nutritional support in critical ill patients. *Ann. Surg.* 1994; 220 (5): 610—6.
16. Koletzko B., Goulet O., Hunt J., Krohn K., Shamir R. For the Parenteral Nutrition Guidelines Working Group. Guidelines on Paediatric Parenteral Nutrition of the European Society of Pa-

diatric Gastroenterology, Hepatology and Nutrition (ESPGHAN) and the European Society for Clinical Nutrition and Metabolism (ESPEN), Supported by the European Society of Paediatric Research (ESPR). *J. Pediatr. Gastroenterol. Nutr.* 2005; 41 (Suppl. 2): S1—87.

17. Wachtler P., Konig W., Senkal M., Kemen M., Koller M. Influence of a total parenteral nutrition enriched with omega-3 fatty acids on leukotriene synthesis of peripheral leukocytes and systemic cytokine levels in patients with major surgery. *J. Trauma.* 1997; 42: 191—8.

Received. Поступила 15.05.14

© КОЛЛЕКТИВ АВТОРОВ, 2014

УДК 616.1-053.2-07:616.831-008.922.1

Алексеева Е.А., Александров А.Е., Шарков С.М., Басаргина Е.Н., Сугак А.Б., Иванов А.П.

ВЛИЯНИЕ НАРУШЕНИЙ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ НА ОКСИГЕНАЦИЮ ГОЛОВНОГО МОЗГА У ДЕТЕЙ

Научный центр здоровья детей РАН, 119991, Москва, Ломоносовский просп., 2, стр. 1

Представлены данные возможности использования неинвазивного церебрального оксиметра для оценки изменений показателей оксигенации головного мозга, фракции изгнания и ударного объема относительно возрастных норм у детей с дилатационной кардиомиопатией.

Ключевые слова: *церебральный оксиметр; церебральная оксигенация; дети; дилатационная кардиомиопатия.*

EFFECT OF CARDIOVASCULAR DISORDERS ON CEREBRAL OXYGENATION IN CHILDREN

Alekseeva E.A., Aleksandrov A.E., Sharkov S.M., Basargina E.N., Sugak A.B., Ivanov A.P.

Scientific Centre of Children's Health of the Russian Academy of Medical Sciences, 119991, Moscow, Russian Federation

The article deals with data of cerebral oximeter INVOS Somanetics (US) used for comparison the degree of brain oxygenation reduction, ejection fraction and stroke volume relative to age norms in children with dilated cardiomyopathy.

Key words: *cerebral oximeter; children, dilated cardiomyopathy.*

Уровень церебрального метаболизма, степень оксигенации и состояние тканевого дыхания головного мозга являются основополагающими показателями нормальной жизнедеятельности и определяются сложными и многокомпонентными процессами. Одним из них является насыщение головного мозга кислородом крови, которое зависит от его доставки к тканям и потребления клетками. Данные процессы регулируются системной и регионарной гемодинамикой, а именно средним АД, сердечным выбросом, общим содержанием кислорода в артериальной крови. При патологических состояниях, сопровождающихся гипоксией, необходим мониторинг регионарной оксигенации головного мозга. Одним из наиболее перспективных методов оценки гемодинамики тканей головного мозга является метод церебральной оксиметрии (ЦО).

Для правильной и своевременной интерпретации данных о нарушениях оксигенации головного мозга, необходимо знать патофизиологические изменения, лежащие в основе данных процессов, и физиологические параметры, влияющие на доставку и потребление кислорода, что, безусловно, важно для обоснованной и адекватной помощи детям с подобными состояниями [1, 2].

Доставка и потребление кислорода клетками головного мозга определяются следующими факторами [3].

1) Среднее АД (САД).

Адекватное церебральное перфузионное давление (ЦПД) — важный фактор, оказывающий влияние на церебральную оксигенацию. Основной составляющей ЦПД является САД. При угрозе гипоксических состояний пациенту следует поддерживать перфузию тканей с учетом САД, адекватного для каждого конкретного пациента в зависимости от возрастной нормы.

2) Углекислота (CO₂).

Мощным регулятором мозгового кровотока является уровень напряжения CO₂ в артериальной крови. На каждый миллиметр изменения напряжения CO₂ величина мозгового кровотока, по данным литературы, изменяется примерно на 69%. Возрастание напряжения CO₂ в крови (гиперкапния) сопровождается значительным расширением мозговых сосудов, а гипокапния их сужением.

3. Сердечный индекс (СИ).

Под СИ понимают количество крови, выбрасываемой сердцем в сосуды в единицу времени. Ослабление возможностей сердца по перекачиванию крови ведет к снижению СИ, что, безусловно, отрицательно сказывается на показателях церебральной оксигенации (rSO₂).

4. Кислородная емкость крови.

Этот показатель зависит от концентрации в крови гемоглобина. Снижение гемоглобина в крови приводит к снижению доставки кислорода к тканям в том числе головного мозга и следовательно к снижению показателя rSO₂.

Информация для контакта:

Алексеева Елена Александровна;

Correspondence to:

Alekseeva E.A.; e-mail: elenasevagina@yandex.ru

Таблица 1

Распределение обследованных больных по возрасту и характеру основной патологии

Патология	Возраст		Всего
	до 10 лет	старше 10 лет	
Педиатрическая	10	14	24
Кардиологическая	6	5	11
Итого ...	16	19	35

Таблица 2

Нормы функциональных параметров сердца в зависимости от массы тела ребенка (Иванов А.П., Сугак А.Б., 2006)

Масса тела, кг	Ударный объем, мл	Фракция изгнания, %
Менее 10	10,7 ± 4,3	71,2 ± 5,3
10—19	27,9 ± 9,3	67,4 ± 3,7
20—29	37,6 ± 5,9	66,6 ± 4,7
30—39	46,3 ± 6,1	67,5 ± 3,4
40—49	52,0 ± 6,6	68,5 ± 3,0
50—59	55,7 ± 5,7	67,4 ± 3,7
60—69	59,2 ± 6,1	65,6 ± 2,4
Более 70	66,2 ± 3,5	63,9 ± 1,8

5. Температура тела.

Колебания температуры тела, сопровождающиеся ознобом, приводят к значительному увеличению потребления кислорода клетками головного мозга [2, 3].

6. Системная оксигенация артериальной крови.

При наличии легочной или сердечной патологии может наблюдаться неадекватное поступление кислорода в легочный кровоток, а соответственно и к клеткам головного мозга, что, безусловно, проявляется гипоксией и отражается на значениях церебральной оксигенации.

Таким образом, каждый из перечисленных патофизиологических процессов имеет большое влияние на адекватную оксигенацию клеток головного мозга. Одним из важнейших параметров, безусловно, является функциональное состояние сердечно-сосудистой системы, для оценки которого наиболее часто применяют методы стандартной ЭхоКГ (эхокардиографии) и радиоизотопной ангиографии, при помощи которых определяются наиболее информативные и чувствительные показатели функции миокарда: фракция выброса (ФВ) и ударный объем (УО) [3, 6, 9].

При нарушении функциональных параметров сердечно-сосудистой системы (ССС) перечисленные выше показатели могут снижаться, что способствует развитию гипоксических состояний у детей. В настоящее время имеются данные о влиянии изменений показателей ССС на кислородный статус головного мозга, однако в основном они относятся к сердечно-сосудистой хирургии у взрослых пациентов, а в педиатрической практике немногочисленны и носят разрозненный характер (так, например, Быстрова Ю.Р. и соавторы оценивали адекватность церебральной перфузии на различных этапах операции с использованием искусственного кровообращения и определяли зависимость изменений насыщения кислорода коры головного мозга от параметров центральной гемодинамики), что и послужило целью проведения исследования.

Таблица 3

Показатели церебральной оксигенации у здоровых детей в разных возрастных группах

Показатель	1-я группа (0—1 год)	2-я группа (1—3 года)	3-я группа (3—10 лет)	4-я группа (> 10 лет)
Левое полушарие — L, %	62,5 ± 1,57	70,3 ± 2,47	69,6 ± 1,44	73,8 ± 1,98
Правое полушарие — R, %	64,3 ± 1,85	70,1 ± 2,28	69,4 ± 1,78	73,8 ± 2,06

Материал и методы. С целью выявления закономерности оксигенации головного мозга в зависимости от УО и ФВ мы провели эхокардиографическое исследование сердца с помощью ультразвукового аппарата VIVID S6 фирмы General Electric по общепринятой методике. Снимались показатели ФВ по Тейхольцу, частоты сердечных сокращений (ЧСС) и УО. Эффективный сердечный выброс рассчитывали по доплеровской кривой потока из аорты в 5-камерной позиции. УО вычисляли как среднее значение из 3 циклов.

Параллельно с ультразвуковым исследованием проводили определение изменений регионарного насыщения кислородом головного мозга (rSO₂) с помощью оксиметра INVOS Somanetics.

После подключения датчика к прибору на экран в постоянном режиме выводился показатель rSO₂ с левого и правого полушарий. После включения и автоматического тестирования значения оксигенации головного мозга выводили отдельно с правого и левого полушарий на двухцветный дисплей и обновляли каждые 5 с [1].

Нами были обследованы 35 детей в возрасте от 6 мес до 17 лет. Все пациенты находились в покое на спонтанном адекватном дыхании воздухом.

Распределение обследованных больных по возрасту и характеру основной патологии представлены в табл. 1.

Из обследуемых детей у 11 выявлена сердечная патология в виде дилатационной кардиомиопатии (ДКМП), основными характерными ЭхоКГ-признаками которой являются резкое увеличение размеров камер сердца, уменьшение амплитуды и скорости систолидиастолических движений миокарда, уменьшение показателей УО крови и ФВ левого желудочка вследствие дилатации левых и правых отделов сердца и снижения сократимости миокарда. 24 ребенка не имели кардиологического заболевания и их патология имела иной характер (см. табл. 1).

Полученные с помощью ультразвукового исследования показатели функциональных параметров сердца сравнивались с нормативами в зависимости от массы тела пациента, которые были разработаны сотрудниками НИЦЗД РАМН.

Нормы функциональных параметров сердца в зависимости от массы тела ребенка представлены в табл. 2 [9].

Показатели ЦО, полученные с помощью оксиметра сравнивали с данными у здоровых детей в зависимости от возраста. Разработанные в НИЦЗД РАМН показатели церебральной оксигенации у здоровых детей в разных возрастных группах представлены в табл. 3 [1].

Как видно из табл. 3, различия между показателями правого и левого полушария имеются у детей только 1-го года жизни [1]. Результаты, полученные в ходе обследования пациентов, внесены в базу данных Microsoft Excel и статистически обработаны в пакете программы Statistica 6.0.

В группе детей, не имеющих кардиологической патологии, все показатели (ЧСС, ФИ, УО и rSO₂) находились в пределах возрастных норм, лишь у двух детей с патологией легких (врожденный порок развития) показатели церебральной оксигенации были снижены на 2 и 3% от возрастной нормы, что, по-видимому, связано с хронической гипоксией.

Таблица 4

Степень снижения показателей ФИ, УО и ЦО относительно возрастных норм у детей с ДКМП

Степень снижения ФВ, ед.	Степень снижения УО, %	ЧСС, %	Степень снижения ЦО (rSO ₂), %
0,33	N	Увеличение на 15%	15
0,10	N	Увеличение на 10%	8
0,15	20	N	10
0,16	62	N	25
0,19	8	Увеличение на 5%	20
0,22	41	N	25
0,54	40	N	27
0,47	40	N	25
0,46	40	N	25
0,51	60	N	27
0,16	10	N	6

Примечание. N — возрастная норма.

У детей с ДКМП изменения показателей фракции изгнания (ФИ), УО, ЧСС и церебральной оксигенации (ЦО) головного мозга относительно возрастных норм представлены в табл. 4 [4, 6—8].

Как видно из табл. 4, у большинства детей наблюдалось уменьшение показателей ФВ (от 0,1 до 0,54 ед.) и УО крови (от 8 до 60%), что является характерным для различных степеней ДКМП. Данные ЧСС у большинства обследуемых оставались в пределах нормы, однако наблюдаемое у 3 детей увеличение ЧСС или синусовая тахикардия, нередко встречающаяся у пациентов с ДКМП, совместно с большим конечно-диастолическим объемом является компенсаторной и обеспечивает достаточные значения УО даже при низкой ФВ. Как и показатели ФВ, данные ЦО снижены в разной степени у всех обследованных пациентов с ДКМП. У 4 детей с наибольшим снижением показателей ФИ (на 0,46—0,54 ед.) и снижением УО (от 40 до 60%) отмечалось ожидаемое нами максимальное снижение показателей rSO₂ (от 25 до 27% соответственно).

Таким образом, в проведенном нами исследовании выявлена прямая зависимость показателей церебральной оксигенации от изменений показателей ФИ и УО сердца.

Снижение rSO₂ при сохраняющемся нормальном значении УО и незначительном ослаблении ФИ свидетельствует о развивающейся гипоксии головного мозга даже при относительной стабильности функциональных параметров ССС и церебральная гемодинамика реагирует первой, что, безусловно, нужно учитывать при лечении детей с кардиологической патологией и, в частности, пациентов с ДКМП. Необходимо включать в план мониторинга и ведения данных пациентов наряду с основными методами обследования и церебральную оксигенацию, а также при проведении анестезиологического пособия и ведения в отделении интенсивной терапии детей с изменениями

функциональных параметров ССС, необходим мониторинг оксигенации головного мозга. При снижении степени оксигенации головного мозга необходимо проводить адекватную и своевременную коррекцию гипоксических состояний.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алексеева Е.А., Александров А.Е., Шарков С.М. Возрастные особенности церебральной оксиметрии у детей. *Российский педиатрический журнал*. 2012; 5: 17—9.
2. Akselrod S., Gordon D., Madwed J. B. et al. Hemodynamic regulation: Investigation by spectral analysis. *Am. J. Physiol.* 1985; 249: H867—75.
3. Школьникова М.А. *Лекции по кардиологии детского возраста*.
4. Amory D., Li J., Wang T., Asinas R., Kalatzis M. S. Noninvasive, continuous assessment of cerebral oxygenation using near infrared spectroscopy. *Anesthesiology*. 1992; 77: 3A.
5. Elliot P., Andersson B., Arbustini E. et al. Classification of the cardiomyopathies: a position statement from the European society of cardiology working group on myocardial and pericardial diseases. *Eur. Heart J.* 2008; 29: 270—6.
6. Затицян В.П. Эхокардиографическая оценка различных вариантов кардиомиопатий в пренатальном периоде. *Ультразвуковая и функциональная диагностика*. 2002; 2: 26—33.
7. Azevedo V.M., Albanesi Filho F.M., Santos M.A., Castier M.B., Tura B.R. Prognostic value of chest roentgenograms in children with idiopathic dilated cardiomyopathy. *J. Pediatr.* (Rio J.). 2004; 80 (1): 71—6.
8. Topuzoglu G., Erbay A.R., Karul A.B., Yensel N. Concentrations of copper, zinc, and magnesium in sera from patients with idiopathic dilated cardiomyopathy. *Biol. Trace. Elem. Res.* 2003; 95 (1): 11—7.
9. Сугак А.Б. *Ультразвуковая анатомия здорового ребенка* / Под ред. И.В. Дворяковского. М.: ООО «Фирма СТРОМ»; 2009: 105—38.

REFERENCES

1. Alekseeva E.A., Aleksandrov A.E., Sharkov S.M. Age characteristics of cerebral oximetry in children. *Rossiyskiy pediatricheskiy zhurnal*. 2012; 5: 17—9. (in Russian)
2. Akselrod S., Gordon D., Madwed J. B. et al. Hemodynamic regulation: Investigation by spectral analysis. *Am. J. Physiol.* 1985; 249: H867—75.
3. Shkolnikova M.A. *Lectures on Pediatric Cardiology*. (in Russian)
4. Amory D., Li J., Wang T., Asinas R., Kalatzis M. S. Noninvasive, continuous assessment of cerebral oxygenation using near infrared spectroscopy. *Anesthesiology*. 1992; 77: 3A.
5. Elliot P., Andersson B., Arbustini E. et al. Classification of the cardiomyopathies: a position statement from the European society of cardiology working group on myocardial and pericardial diseases. *Eur. Heart J.* 2008; 29: 270—6.
6. Zatikyan V.P. Echocardiographic assessment of various cardiomyopathies in prenatal. *Ul'trazvukovaya i funktsional'naya diagnostika*. 2002; 2: 26—33. (in Russian)
7. Azevedo V.M., Albanesi Filho F.M., Santos M.A., Castier M.B., Tura B.R. Prognostic value of chest roentgenograms in children with idiopathic dilated cardiomyopathy. *J. Pediatr.* (Rio J.). 2004; 80 (1): 71—6.
8. Topuzoglu G., Erbay A.R., Karul A.B., Yensel N. Concentrations of copper, zinc, and magnesium in sera from patients with idiopathic dilated cardiomyopathy. *Biol. Trace. Elem. Res.* 2003; 95 (1): 11—7.
9. Sugak A.B. *Ultrasound Anatomy of a Healthy Child*. Moscow: ООО «Firma STROM»; 2009: 105—38. (in Russian)

Received. Поступила 29.04.14