

## **Транскраниальная оксиметрия в периоперационной диагностике церебральной ишемии у больных с поражением сосудов брахиоцефального ствола.**

Б.И. Караваев, А.В. Гавриленко, Н.Ю. Золичева.

РНЦХ РАМН, Москва.

Больные с атеросклеротическим поражением сосудов головного мозга представляют собой одну из основных групп риска по церебральной ишемии. Особенно высок этот риск в ходе операции каротидной эндартерэктомии, что обусловлено исходной ишемизацией головного мозга, сопутствующими заболеваниями, чаще всего гипертонической болезнью, временным прекращением кровотока по внутренней сонной артерии, а так же возможной эмболией [1,2, 3, 4, 8,]. В этой связи значительно возрастает роль до операционной оценки степени ишемии головного мозга, что имеет значение в выборе тактики операции и анестезиологического пособия. Для контроля церебральной ишемии в ходе каротидной эндартерэктомии предложено использование динамического контроля неврологического статуса больного (операции выполняемые в условиях местной анестезии [8]), ЭЭГ, соматосенсорных вызванных потенциалов, давления в сосуде выше места окклюзии, транскраниальную доплерографию [9,12]. К сожалению, каждому из этих методов присущи свои достаточно серьезные недостатки, основным из которых является относительно высокая вероятность получения фальш-негативных или фальш-позитивных результатов. Кроме того, у части больных в ходе операции рекомендуется проведение церебральной противоишемической защиты (фармакологическая протекция или гипотермия), что затрудняет интерпретацию данных любых электрофизиологических методов. Поэтому использование церебральной оксиметрии для мониторингового контроля состояния церебральной оксигенации открывает определенные перспективы у этих больных [16, 17].

### **Материалы и методы.**

Обследовано 38 больных с мультифокальным атеросклерозом с поражениями сонных артерий. Среди них 36 мужчин и 2 женщины. Средний возраст больных составил  $54 \pm 8,5$  года. Из них: 28 больных со стенозами (от 50 до 75%) внутренних сонных артерий и у 6 - стеноз сочетался с патологической извитостью внутренних сонных артерий. Диагноз поставлен на основании экстра- и интракраниальной доплерографии, дуплексного сканирования и рентгеноконтрастной ангиографии.

У 32 больных была гипертоническая болезнь с цифрами артериального давления 176\105 мм.рт.ст. Все больные в до операционном периоде осмотрены невропатологом - патологических знаков не выявлено.

Церебральная оксиметрия (ЦО) осуществлялась аппаратом INVOS 3100 фирмы SOMANETICS США. Датчик ЦО располагали на не волосистой части головы в лобно-височной области с ипси- и контрлатеральной сторон. Насыщение головного мозга кислородом ( $rSO_2$ ) в до- и послеоперационном (1 и 3-5 п\о сутки) периодах определяли в покое, в положении лежа при дыхании атмосферным воздухом и кислородом и с ортостатической пробой. Интраоперационно исследование церебральной оксиметрии проводилось в мониторинг режиме на стороне хирургического вмешательства.

#### Метод церебральной оксиметрии.

В основе метода церебральной оксиметрии (ЦО) лежит принцип оптической спектроскопии с применением инфракрасного света с диапазоном от 650 до 1100 нм. Световой луч этого диапазона с одной стороны проникает через скальп, кости свода черепа и мозговое вещество. С другой стороны этот диапазон света избирательно поглощается специфическими молекулами хромофоров, к которым относятся окси- и дезоксигемоглобин, цитохром-С-оксидаза и некоторые другие. Однако, следует отметить, что содержание окси- и дезоксигемоглобина в мозговой ткани в десятки раз превосходит содержание всех других хромофоров. Поэтому данный метод позволяет оценивать главным образом кислородный статус гемоглобина находящегося в сосудах исследуемой области головного мозга, что сближает его с методом пульсовой оксиметрии, хорошо знакомым всем врачам [7, 8]. Морфометрические исследования головного мозга показали, что примерно 85 % объема сосудистого русла мозга приходится на венозные сосуды, 10 % - на артерии и около 5 % на капилляры [10]. Из этого следует, что метод ЦО позволяет оценивать оксидативный статус (насыщение гемоглобина кислородом) главным образом в крови церебральных венозных сосудов.

Что же дает определение степени насыщения гемоглобина кислородом в венозной крови для диагностики церебральной ишемии и гипоксии? Снижение объемного кровотока в ткани (ишемия) или пониженное содержание кислорода в притекающей артериальной крови (гипоксия) формируют тканевой дефицит кислорода. Известно, что одним из первых компенсаторных механизмов, направленных на ликвидацию тканевого дефицита  $O_2$ , является увеличение его экстракции из протекающей крови. Результатом повышенной тканевой экстракции кислорода является неизбежное снижение со-

держания кислорода в оттекающей венозной крови, и, прежде всего, той его фракции, которая связана с гемоглобином. Следовательно, метод ЦО улавливает именно этот процесс и позволяет оценить его количественно - по проценту насыщения гемоглобина кислородом. Результаты исследования на здоровых испытуемых без внутричерепной патологии показали, что нормальные величины этого показателя ( $rSO_2$ ) лежат в пределах 70 - 80 % [5,6,11,13,14,15].

Накануне операции всем больным, с целью премедикации, назначали антигистаминные препараты, транквилизаторы. За 1 час до операции в/м вводили промедол (0,3 мг\кг), димедрол (0,3 мг\кг), атропин (0,005 мг\кг) и, при необходимости, Н-2 блокаторы, гормоны. Для индукции использовали методику пролонгированного вводного наркоза, обращая особое внимание на предупреждение как гипотензии, в первую очередь, так и гипертензионной реакции на интубацию. Для индукции использовали реланиум в дозах 0,07-0,1 мг\кг или дормикум 0,05-0,1 мг\кг, кетамин (1- 2 мг\кг), фентанил 0,0045 мг\кг, панкурониум бромид 0,1 мг\кг.

Анестезию поддерживали ингаляцией  $N_2O:O_2$  в отношении 2:1, дополнительным подключением фторотана 0,6 об.%, дробным введением фентанила. ИВЛ проводили в режиме умеренной гипервентиляции ( $pCO_2A$  32-34 мм.рт.ст.). Выделение сонных артерий часто сопровождается раздражением каротидного синуса и вагуса, что может вызвать выраженную брадикардию, нарушения ритма, гипотензионную реакцию. Для предупреждения этого орошали операционную рану 1% раствором лидокаина. Перед основным этапом операции проводили 5-ти минутную пробу с пережатием сонной артерии на стороне операции для определения компетентности Веллизијевого круга. При отсутствии изменений на ЭЭГ переходили к основному этапу операции, повышая при этом артериальное давление на 10-20% от исходного уровня. С целью профилактики тромбоза, перед пережатием сосуда вводился гепарин.

Во время анестезии осуществляли постоянный контроль ЭКГ, ЭЭГ, АД прямым методом, проводилась пульсоксиметрия и капнография.

#### **Результаты исследования.**

У всех обследуемых до операции больных (38) в покое было выявлено снижение насыщения гемоглобина кислородом крови коры головного мозга на стороне поражения по сравнению с контралатеральной стороной ( $rSO_2$  -  $60,8 \pm 4,6$  % и  $66 \pm 4,9$  % соответственно,  $p=0,04$ ). Причем, при двухстороннем поражении  $rSO_2$  было ниже там, где определялся больший процент стеноза. Однако, корреляционный анализ не выявил, в

условиях покоя, достоверной зависимости ( $r=0,231$ )  $rSO_2$  от процента стенозирования ВСА.

При проведение этим больным физиологических нагрузок - ортостатическая проба и ингаляция кислорода определились 4 варианта изменения насыщения кислородом гемоглобина крови коры головного мозга.

**Первый вариант** отмечен у 15 больных, средний возраст  $51\pm 3,4$  лет, и характеризовался сниженным  $rSO_2$  на стороне поражения ( $54\pm 2,3\%$  - что является ниже нижней границы разброса нормы, для этого возраста), по сравнению с контралатеральной стороной ( $61\pm 1,5\%$   $p=0,02$ ) соответственно, при отсутствие реакции на ортостатическую пробу и ингаляцию кислорода. Этот вариант оксиграммы был характерен для больных с монолатеральным стенозом сонных артерий не менее 60%.

**Второй вариант** оксиграммы обнаружен нами у 10 больных в возрасте от 49 до 60 лет с монолатеральным стенозом ВСА от 70% и более. Все эти больные поступили в клинику с жалобами на головокружение при изменении положения тела. Оксиграмма при исследовании в покое характеризовалась у них, как и в первом варианте, межполушарной асимметрией  $rSO_2$ . В реакции на ортостатическую пробу отмечено снижение средних значений  $rSO_2$  на 10,8% ( $p=0,02$ ) от исходного уровня на стороне поражения.

**Третий вариант** оксиграммы выявлен у больных ( $n=8$ ) с билатеральным поражением внутренних сонных артерий, при стенозе одной из них больше 60%. При этом поражение сонных артерий с обеих сторон сочеталось со стенозом одной или обеих позвоночных артерий. При этом стеноз мог быть даже до 40%. Состояние этих больных характеризовалось головокружениями связанными, как правило, с физическими или эмоциональными нагрузками. Причем пациенты не связывали это с изменением артериального давления.

При церебральной оксиметрии выявлено, что наряду с межполушарной асимметрией ( $\Delta rSO_2$   $4,2\pm 1,1\%$ ) и отрицательной ортостатической пробой происходит увеличение насыщения кислородом гемоглобина крови коры головного мозга с обеих сторон при ингаляции кислорода в среднем на 17,4% ( $p=0,02$ ) по сравнению с исходным уровнем  $rSO_2$ . Следует отметить, что изменения средних значений  $rSO_2$  происходили в пределах разбросы нормы.

**Четвертый вариант** церебральной оксиграммы выявлен у 5 больных в возрасте от 64 до 73 лет. В анамнезе у 4 из них перенесенный ишемический инсульт. 3<sup>е</sup> больных отмечали повторные ишемические атаки, характеризующиеся кратковременной поте-

рей сознания с появлением очаговой симптоматики. При обследовании у всех больных выявлено двухстороннее атеросклеротическое поражение экстракраниальных сосудов головного мозга с вовлечением в процесс паравертебральных артерий.

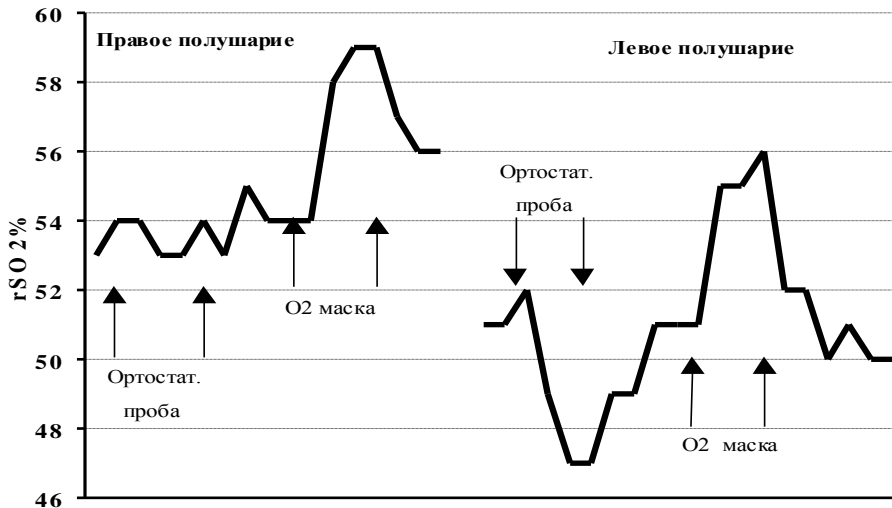


Рисунок 1. Динамика rSO<sub>2</sub> у больного С. 72 года при ингаляции кислорода и ортостатической пробе.

При церебральной оксиметрии у этих больных отмечалось снижение насыщения гемоглобина кислородом крови коры головного мозга ниже значений характерных для этой возрастной группы на стороне наибольшего поражения сосудов брахиоцефального ствола в ответ на изменение положения тела. При ингаляции кислорода отмечалось увеличение rSO<sub>2</sub> с обеих сторон. Средние цифры не приводятся в связи с малым количеством наблюдений. Иллюстрацией к вышесказанному является церебральная оксиграмма больного С. 72 лет с диагнозом: стеноз ОСА 70% и позвоночной артерии 70% справа и стеноз ВСА 80% и позвоночной артерии 50% слева (Рисунок 1).

Необходимо подчеркнуть, что в условиях покоя даже при выраженном стенозе ВСА значения rSO<sub>2</sub> могут быть в пределах нормальных значений. Были так же больные, у которых при наличии стеноза ВСА от 50 до 70%, значения rSO<sub>2</sub> оставались в пределах нормальных значений и при физиологических нагрузках. Однако, если в ответ на ортостатическую пробу значения rSO<sub>2</sub> оказывались ниже нижней границы нормы, есть все основания предполагать декомпенсация кровообращения в пораженной гемисфере.

Для детальной оценки динамики rSO<sub>2</sub> во время каротидной эндактерэктомии вся операция была разделена на 7 этапов (Табл.1). Снижение rSO<sub>2</sub>, по сравнению с исход-

ными значениями, наблюдалось во время пробного пережатия ВСА и в период основного этапа в среднем на 14,4% ( $p=0,02$ ) и 11,2% ( $p=0,02$ ), соответственно.

Таблица 1.

Динамика  $rSO_2$  и физиологических параметров организма на этапах операции: Каротидная эндартерэктомия. ( $n=32$ ,  $M\pm\delta$ ).

Показатели. Этапы.	$rSO_2\%$	$sO_2\%$	АД ср. мм.рт.ст.	$pCO_2$ Ал мм.рт.ст.	ЧСС	$SpO_2\%$
1	58,2±8,8	40,8±8,7	102,9±22	30,1±4	63,1±33	97±2
2	59,0±9,9	39,7±10	97,1±20	31,7±2	57,2±27	99±3
3	50,5±8**	48,9±8*	103,1±14	30,6±3	58,8±28	96±2
4	58,4±9,3	40,6±9,4	103,7±11	32,1±3	62,0±21	99,±2
5	52,5±7**	46±6,9**	106,5±13	30,9±3	56,8±27	99±4
6	60,4±7,7	38,4±7,9°	101,6±21	32,4±3	62,±33	98±3
7	59,1±7,1	39,5±7,2	95,8±16,3	32,5±3	63±35	98±2

Примечание: \* $p=0,01$ , \*\* $p=0,02$ , ° $p=0,04$ .

Этапы операции: 1. Исход, до кожного разреза. 2. До пережатия ВСА. 3. Во время пробного пережатия ВСА. 4. После пробного пережатия ВСА. 5. Основной этап. 6. Через 2 мин. После ревазуляризации. 7. Окончание операции.

Экстракция кислорода кортикальным отделом головного мозга повышалась по сравнению с исходным значением в период пробного пережатия ВСА на 18,8% ( $p=0,001$ ) и основного этапа на 13,7% ( $p=0,002$ ). При этом нами не обнаружено изменений значений АД ср, альвеолярного напряжения углекислого газа, числа сердечных сокращений и величины насыщения кислородом артериальной крови ( $SpO_2$ ).

В исходе (1этап) имела место прямая умеренная корреляционная зависимость между показателями  $SpO_2$  и  $rSO_2$  ( $r=0,573$ ,  $p=0,4$   $n=32$ ), а в период реперфузии (6 этап) - между  $rSO_2$  и напряжением углекислоты в альвеолярном газе ( $r=0,631$ ,  $p=0,02$   $n=32$ ). Наличие весьма умеренной корреляции между  $rSO_2$  и напряжением углекислоты в альвеолярном газе свидетельствует о наличие нарушений ауторегуляции сосудов головного мозга, что отличается от мнения (Bailey H et al 1999).

В первые послеоперационные сутки не происходит изменений  $rSO_2$  как в оперированной стороне, так и в интактной. Вместе с тем отмечается снижение на 66% величины межполушарной асимметрии по сравнению с до операционными значениями (Рис.2).

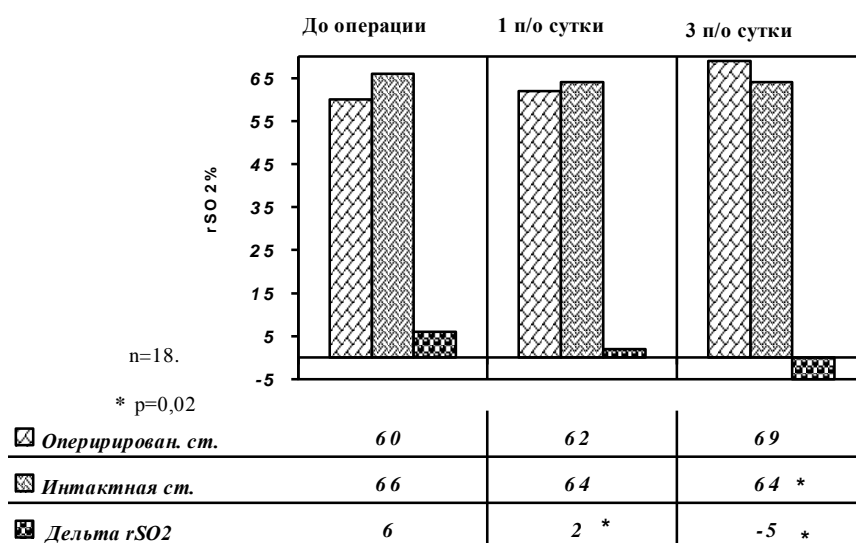


Рисунок 2. Динамика  $rSO_2$  в периоперационном периоде.

К третьему послеоперационному дню отмечено повышение на 15%  $rSO_2$  на стороне операции по сравнению с до операционными значениями ( $p=0,02$ ), в то время как насыщение гемоглобина кислородом крови коры головного мозга в интактной стороне остается неизменным.

Изменяется значение межполушарной асимметрии  $\Delta rSO_2$ . Это факт свидетельствует с одной стороны об эффективности хирургического вмешательства, а с другой стороны есть все основания предполагать, что это увеличение происходит в ущерб кровоснабжению интактного полушария, о чем свидетельствует отрицательное значение  $\Delta rSO_2$  на третьи послеоперационные сутки.

#### Выводы:

Церебральная оксиметрия является простым и надежным методом диагностики ишемии и гипоксии головного мозга у больных с поражениями сосудов головного мозга.

Использование физиологических проб при исследовании динамики регионарной оксигенации головного мозга у этих больных дооперационном периоде дает представление о компенсаторных возможностях; и позволяет прогнозировать течение операции. Повышение  $rSO_2$  при ингаляции кислорода свидетельствует о хронической церебральной гипоксии и кислородном долге. Снижение  $rSO_2$  при ортостатической пробе свидетельствует о гемодинамически значимом поражении сонных артерий

3. Во время операции церебральная оксиметрия дает возможность в реальном времени оценить степень церебральной ишемии как во время пробного пережатия, так и при проведении основного этапа, своевременно принять решение о необходимости использования внутреннего шунта и после завершения реконструктивного этапа операции тотчас же оценить эффективность реваскуляризации головного мозга.

4. В послеоперационном периоде у больных с двухсторонними поражениями сонных артерий происходит снижение насыщения головного мозга кислородом на не оперированной стороне, что может быть расценено как перераспределение кровотока в пользу оперированной гемисферы.

### **Литература.**

1. Dobljar D.D., Lim Y.C., McDowell H. Temporal relationship between transcranial doppler velocity and near infrared cerebral spectroscopy during carotid endarterectomy. // ASA Annual Meet. 1994. p.49-50.
2. Duffy C., Manninen P., Chan A. Comparison of cerebral oximetry and evoked potentials in carotid endarterectomy.// J. NS Anesth. 1995. V.7 No 4 p.303.
3. Kirkpatrick P.J., Smielewski P., Whitfield P.C. An observational study of near-infrared spectroscopy during carotid endarterectomy.// J.Neurosurg. 1995. V.82 No 5 p.756-763.
4. Mascia M.F., McGraw D.J., Camporesi E.M. The use of near infrared cerebral oximetry in awake carotid endarterectomy.// ASA Annual Meet. 1994. p.22.
5. Williams I.M., Picton A., Farrel A. Light-reflective cerebral oximetry and jugular bulb venous oxygen saturation during carotid endarterectomy.// Br.J.Surg. 1994. V. 81 No 9 p. 1291-1295.
6. Tripp L.L., McCloskey K., Arnold A.A. Psychophysiological effects of graded hypoxia as measured by cerebral oxymetry and EEG P300.// Int.Symp.Aviat. Psychology.1994. p.177.
7. Temper K.K., Barker S.J. Pulse oximetry. // Anesthesiology. 1989. V. 70, No 1 ,p.98-108.
8. Yelderman M. Pulse oximetry. // In: Monitoring in anesthesia and critical care medicine. 2<sup>nd</sup> ed. Ed. C.D.Blit. Churchill Livingstone. 1990. p.417-427.
9. Mchedlishvili G.I. Arterial behavior and blood circulation in the Brain. // New York. Plenum Press. 1986. P.56-57.
10. McCormick P.W., Stewart M., Goetting M.G. Regional cerebrovascular oxygen saturation measured by optical spectroscopy in humans.// Stroke. 1991. V. 22 No 5 p. 596-602.



11. McCormick P.W., Stewart M., Goetting M.G. Noninvasive cerebral optical spectroscopy for monitoring cerebral oxygen delivery and hemodynamics.// Crit.Care Med. 1991. V.19 No 1 p. 89-97.
12. McCormick P.W., Stewart M., Lewis G. Intracerebral penetration of infrared light. Technical note.// J.Neurosurg. 1992. V.76 No 2 p. 315-318.
13. O'Shea J., Bederson J.B. Simultaneous bilateral cerebral oxymetry in normals and patients with unilateral supratentorial tumors.// AANS Meet.1994. San Diego.1994. p.5
14. Pollard V., DeMelo E., Deyo D.J. Generation and validation of an algorithm for brain oxygen monitoring.// Anesth.Analg. 1994. V. 78 No 2(S) p. S343.
15. Pollard V., Prough D.S., De Melo A.E. Validation in volunteers of a near-infrared spectroscope for monitoring brain oxygenation in vivo. // Anesth. Analg. 1996. V. 82 No 2 p. 269-277.
16. Williams I.M., McCollum. Cerebral oximetry in carotid endarterectomy and acute stroke.// In: Surgery for Stroke. Eds. R.M.Greenhalgh, L.H.Hollier. W.B.Saunders Co. 1993. P.129-138.
17. Doblzar D.D., McDowell H. // The Annual Meet. Am.Soc.Neurophysiol. 1994. P.32-33.
18. Mason P.F., Dyson E.H., Sellars V. The assessment of cerebral oxygenation during carotid endarterectomy utilising near infrared spectroscopy.// Eur. J.Vasc.Surg. 1994. V. 8 No 8 p. 590-595.
19. Bailey H., Santora T., Trooskin S., Kaplan, L.J. Hyperdynamic Cardiac performance may fall to support Cerebral Oxygen Consumption during Sepsis // MCP-Hahnemann School of Medicine, Philadelphia, PA 19129 Critical Care Medicine 1999, 27(1):A85, (Supplement)

#### РЕФЕРАТ

В настоящее время периоперационному мониторингу ишемии головного мозга при операциях на брахиоцефальных артериях придают большое значение как в нашей стране, так и за рубежом. Существуют несколько методик интраоперационного мониторинга: транскраниальная доплерография, электроэнцефалография, соматосенсорные вызванные потенциалы, пункционное измерение внутрисосудистого давления и др. Однако, не все указанные методики отвечают критериям информативности, достоверности и безопасности исследования. К числу методик, отвечающим этим требованиям относится неинвазивная церебральная оксиметрия. Исследование проводилось с использованием аппарата INVOS 3100 фирмы SOMANETICS (США). В основе метода церебральной оксиметрии лежит принцип оптической спектроскопии с применением инфракрасного света с диапазоном от 650 до 1100 нм. Мониторирование выполнено на

38 пациентах с поражениями брахиоцефальных артерий. Результаты исследований убедительно доказали высокую информативность и безопасность указанного метода.