

## ЦЕРЕБРАЛЬНАЯ ОКСИМЕТРИЯ У ПАЦИЕНТОВ С СИНДРОМОМ ГИПОПЛАЗИИ ЛЕВЫХ ОТДЕЛОВ СЕРДЦА ПОСЛЕ ОПЕРАЦИИ НОРВУД I

Кривобоков Н.В., Сакалов В.В., Головенко А.С., Бойко С.Н., Труба Я.П., Карпенко В.Г., Лазоришинец В.В.

*ГУ «Национальный институт сердечно-сосудистой хирургии имени Н.М. Амосова НАМН»  
(Киев)*

В данном исследовании мы проанализировали использование метода церебральной оксиметрии у пациентов с синдромом гипоплазии левых отделов сердца в первые 48 часов после операции Норвуд-I. Выявлена зависимость между показателями ближней инфракрасной спектроскопии головного мозга и госпитальной летальностью. Низкое церебральное насыщение кислородом является предиктором неблагоприятного исхода у таких пациентов.

**Ключевые слова:** *церебральная оксиметрия, операция Норвуд-I, врожденные пороки сердца.*

Ближняя инфракрасная спектроскопия (БИС) впервые была использована более 30 лет назад для оценки церебрального насыщения кислородом ( $cSaO_2$ ) [1]. Луч в ближнем инфракрасном диапазоне (700–1100 нм) способен проникать глубже по сравнению с видимым светом, что позволяет применять его для оценки более глубоких тканей. Церебральный мониторинг является методом оценки  $cSaO_2$ , который становится все более распространенным в предоперационном, интраоперационном и послеоперационном периоде ведения пациентов со сложными врожденными пороками сердца [2–5]. Отношения между данными БИС и прогнозом сложных хирургических процедур у новорожденных – таких, как процедура Норвуда, – еще плохо изучены. Мы исследовали отношения между  $cSaO_2$  и результатами раннего послеоперационного периода у таких пациентов.

В 1980 году Норвуд и коллеги [6] впервые сообщили о первом опыте хирургической коррекции синдрома гипоплазии левых отделов сердца (СГЛОС). Первый этап при СГЛОС по-прежнему имеет высокий риск осложнений и большую смертность [7–8]. Ли и его коллеги [4] недавно показали корреляцию  $cSaO_2$  с систолическим артериальным давлением, системным насыщением крови, системным кровотоком и способностью доставки кислорода. Более важной является возможность иметь постоянную оценку  $cSaO_2$ . Этот вид мониторинга может предупредить о дополнительных причинах сердечно-сосудистых нарушений. Низкое насыщение ЦНС в раннем послеоперационном периоде связано с более высоким риском побочных эффектов. Зная эти факторы, мы можем предупредить развитие нежелательных осложнений.

Tweddell и коллеги [8] описывают мониторинг системного  $SVO_2$  с катетеров в послеоперационном ведении операции Норвуд-I. Эти исследователи показали, что  $SVO_2$  коррелирует с клиническим результатом и может использоваться в будущем для функциональной оценки состояния центральной нервной системы (ЦНС) [8]. В недавнем исследовании Kirshbom и коллеги [4] БИС сравнивали с насыщением крови кислородом в пробах из верхней полой вены, полученным при катетеризации правого желудочка пациента. Оно показало, что  $cSaO_2$  тесно связано с насыщением верхней полой вены у па-

циентов с этим ВПС. Так как показатель  $SVO_2$  коррелирует с выживаемостью, то можно предположить, что  $cSaO_2$  будет также прогнозировать исход операции Норвуд-I. Оценка  $cSaO_2$  при БИС имеет преимущество по сравнению с  $SVO_2$ , поскольку является неинвазивным методом, она может позволить непрерывно мониторировать этот показатель и быстро реагировать на него, так как не используется венозный доступ и риск тромбоза венозных сосудов отсутствует.

Пациенты с шунтом ВТ Норвуд-I, как правило, имеют более низкий средний  $cSaO_2$  по сравнению с RV-PA-шунтами. Причины более низкой  $cSaO_2$  могут быть объяснены известными различиями в легочном и системном кровотоке (Qp и Qs) у этих пациентов. Майер и его коллеги ранее показали более высокое отношение легочного по отношению к системному кровотоку для ВТ-шунта при операции Норвуд в сравнении с RV-PA-шунтом [5].

**Цель исследования** – выявить корреляцию неблагоприятного исхода у больных с СГЛОС после операции Норвуд-I с уровнем  $cSaO_2$ , измеряемым БИС в первые 48 часов после операции.

**Материал и методы.** Ретроспективно было проанализировано 19 новорожденных с СГЛОС, которым была проведена операция Норвуд-I в период с 2010 по 2012 год. Пациентам была выполнена одна из модификаций операции Норвуд-I с анастомозом Блэлок-Тауссиг (шунт ВТ; 13 пациентов) или шунтом Сано из правого желудочка в легочную артерию (RV-PA шунт; 6 пациентов).

Церебральное насыщение кислородом измерялось с помощью Somanetics INVOS (INVOS Somanetics, Troy, MI). Датчик воспроизводит луч с длиной волны 730 и 810 нм с оценкой поглощения и отражения, обеспечивая постоянное мониторирование регионального насыщения гемоглобина кислородом в коре головного мозга (ГМ). Датчики размещаются по обе стороны лба, и результаты отображаются на прикроватном мониторе.

Послеоперационное ведение пациентов – в отделении интенсивной терапии (ОИТ). Инотропная поддержка, как правило, включала милринон (0,5–1,0 мкг/кг/мин.) и средние дозы допамина (5–10 мкг/кг/мин.), при необходимости подключался адреналин (0,01–0,1 мкг/кг/мин.). Все пациенты, выезжающие из операционной с разведенной грудной клеткой, получали миорелаксанты и находились на пролонгированной искусственной вентиляции легких (ИВЛ). Параметры ИВЛ регулировались для получения  $pCO_2$  от 35 до 45 мм рт.ст. Диапазон  $FiO_2$  составляет 21–50% для большинства пациентов, поддержание системного насыщения кислородом ( $So_2$ ) – от 75% до 85%. Гематокрит поддерживается между 40% и 50%. Проанализированы данные БИС после Норвуд-I в течение первых 48 часов послеоперационного периода.

**Результаты и их обсуждение.** Средняя продолжительность пребывания в ОИТ для всей группы составила 18,3 дней (от 6 до 68), среднее время ИВЛ – 10,3 дня (от 2 до 48). Летальность – 13 случаев, что составляет 68%. Среднее  $cSaO_2$  для всей когорты составляло 51%, 50%, 63% и 59% в послеоперационный период на 1, 4, 24 и 48 час соответственно. Рис. 1 показывает среднее  $cSaO_2$  для всех пациентов в течение первых 48 послеоперационных часов.

Существовала статистически значимая разница между средней  $cSaO_2$  в группе с неблагоприятным исходом и остальными пациентами. Группа с неблагоприятным исходом имела средний  $cSaO_2$ , в первые 48 часов после операции 52,8% по сравнению с 60,8% в когорте благоприятных результатов. Рис. 2 показывает среднее  $cSaO_2$  в течение первых 48 часов для двух групп (неблагоприятные результаты по сравнению с хорошим исходом).

Также просматривалась тенденция к повышению лактата (8,6 (2,7–18,6) ммоль/л), связанная с последующим неблагоприятным исходом, однако не было обнаружено никакой корреляции между уровнем лактата и  $cSaO_2$ . Не было статистически значимой раз-

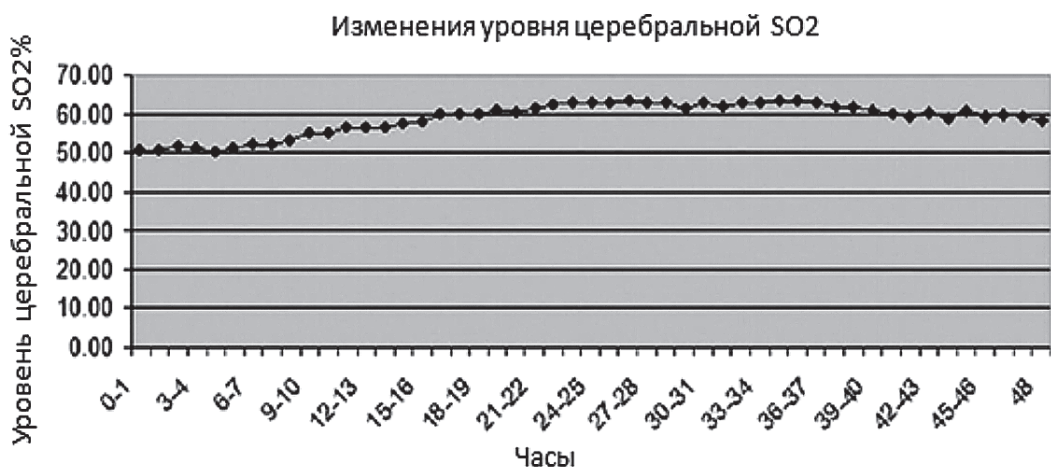


Рис 1. Уровень церебральной оксигенации, измеряемой БИС, в сопоставлении с послеоперационным временем после операции Норвуд-I.

График представляет данные всех 19 пациентов (хороший результат и неблагоприятный исход)

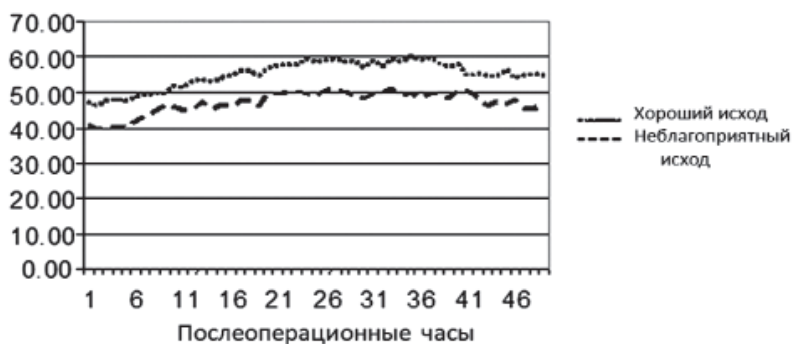


Рис 2. Насыщение коры головного мозга с помощью БИС, разделенное на хорошие и неблагоприятные исходы по группам в зависимости от времени после операции. Пациенты с хорошими результатами (точечная линия) имели более высокий средний  $cSaO_2$  в течение первых 48 часов после операции по сравнению с пациентами с неблагоприятными исходами (пунктирная линия).

ницы  $cSaO_2$  у пациентов, которые выезжали из операционной с разведенной грудиной, и у пациентов со сведенной грудиной.

Во время исследования пациентам была проведена одна из модификаций операции Норвуд-I: анастомоз Блэлок-Тауссиг (13 пациентов) или шунт Сано из правого желудочка в легочную артерию (6 пациентов; табл. 1).

Прослеживалась тенденция к снижению насыщению кислородом ГМ у пациентов с шунтом ВТ (54,6%) по сравнению с RV-PA-шунтом (60%). Данные оксигенации ГМ приведены в табл. 2.

Таблица 1

## Характеристика пациентов

Среднее значение веса пациентов (диапазон)	3,150 кг (2–4.1)
Среднее значение возраста на момент операции (диапазон)	5,4 дня (2–21)
Варианты модификаций операций: - BT shunt - RV to PA conduit	13/19 6/19
Кол-во пациентов, с разведенной грудной клеткой по выезду из операцион.	17/19
Средний уровень лактата (диапазон), mmol/L	8,6 (2,7–18,6)
Среднее кол-во дней проведенных в интенсивной терапии (диапазон)	17,3 (4,7–67,3)
Среднее кол-во дней искусственной вентиляции легких (диапазон)	9,9 (2,2–47,9)

BT = Blalock-Taussig (анастомоз Блэлок-Тауссиг); PA = Легочная артерия; RV = Правый желудочек

Таблица 2

## Показатели насыщения кислородом ГМ с помощью БИС

Послеоперационные часы: - 1 час - 4 часа - 24 часа - 48 часов	51±7,5 50±9,4 63±10,2 59±8,1
Тип аортопульмонального соединения: - Blalock-Taussig shunt - RV-PA conduit	54,58±4,11 59,98±7,84
Исход: - благоприятный - неблагоприятный	60,77±5,91 52,75±9,93
Данные церебрального насыщения, усредненные, на послеоперационное время, на источник легочного кровотока, а также на послеоперационные результаты хорошие по сравнению с неблагоприятными.	

PA = легочная артерия; RV = правый желудочек

**Выводы.** Низкое церебральное насыщение кислородом, измеряемое БИС, является предиктором последующего неблагоприятного исхода у больных с СГЛОС после операции Норвуд-I. Мониторинг церебрального насыщения после процедуры Норвуд обеспечивает дополнительную гемодинамическую информацию, которая может быть использована как часть послеоперационного ведения таких пациентов.

Ретроспективный характер исследования при относительно небольшой выборке пациентов, конечно, может исказить полученные результаты. Необходимы дальнейшие исследования, чтобы определить изменения в оперативной тактике и послеоперационном ведении, направленные на повышение уровня  $sSaO_2$  с целью улучшения результатов операции Норвуд-I.

## Литература

1. Jobsis F.F. Noninvasive, infrared monitoring of cerebral and myocardial oxygen sufficiency and circulatory parameters // Science. – 1977. – Vol. 198. – P. 1264–1267.
2. Hayashida M., Kin N., Tomioka T., et al. Cerebral ischaemia during cardiac surgery in children detected by combined monitoring of BIS and near-infrared spectroscopy // Br J Anaesth. – 2004. – Vol. 92. – P. 662–669.
3. Nollert G, Jonas R, Reichart B. Optimizing cerebral oxygenation during cardiac surgery: a review of experimental and clinical investigations with near infrared spectrophotometry // Thorac Cardiovasc Surg. – 2000. – Vol. 48. – P. 247–253.
4. Li J., Van Arsdell G., Zhang G., et al. Assessment of the relationship between cerebral and splanchnic oxygen saturations measured by near-infrared spectroscopy and direct measurements of systemic haemodynamic variables and oxygen transport after the Norwood procedure // Heart. – 2006. – Vol. 92. – P. 1678–1685.
5. Hoffman G., Stuth E., Jaquiss R., et al. Changes in cerebral and somatic oxygenation during stage 1 palliation of hypoplastic left heart syndrome using continuous regional cerebral perfusion // J Thorac Cardiovasc Surg. – 2004. – Vol. 127. – P. 223–233.
6. Norwood W.I., Kirklin J.K., Sanders S.P. Hypoplastic left heart syndrome: experience with palliative surgery // Am J Cardiol. – 1980. – Vol. 45. – P. 87–91.
7. Jacobs J.P., O'Brien S.M., Chai P.J., et al. Management of 239 patients with hypoplastic left heart syndrome and related malformations from 1993 to 2007 // Ann Thorac Surg. – 2008. – Vol. 85. – P. 1691–1697.
8. Tweddell J.S., Ghanayem N.S., Mussatto K.A., et al. Mixed venous oxygen saturation monitoring after stage 1 palliation for hypoplastic left heart syndrome // Ann Thorac Surg. – 2007. – Vol. 84. – P. 1301–1311.

## ЦЕРЕБРАЛЬНА ОКСИМЕТРІЯ У ПАЦІЄНТІВ ІЗ СИНДРОМОМ ГІПОПЛАЗІЇ ЛІВИХ ВІДДІЛІВ СЕРЦЯ ПІСЛЯ ОПЕРАЦІЇ НОРВУД I

Кривобоков М.В., Сакалов В.В., Головенко А.С., Бойко С.Н., Труба Я.П., Карпенко В.Г., Лазоришинець В.В.

В даному дослідженні ми проаналізували використання методу церебральної оксиметрії у пацієнтів із синдромом гіпоплазії лівих відділів серця в перші 48 годин після операції Норвуд-I. Виявлена залежність між показниками ближньої інфрачервоної спектроскопії головного мозку та госпітальною летальністю. Низьке церебральне насичення киснем є предиктором несприятливого результату в таких пацієнтів.

**Ключові слова:** *церебральна оксиметрія, Норвуд-I, вроджені вади серця.*

## CEREBRAL OXIMETRY IN PATIENTS WITH HYPOPLASTIC LEFT HEART SYNDROME AFTER NORWOOD-I OPERATION

Kryvobokov N.V., Sakalov V.V., Golovenko O.S., Boyko S.N., Karpenko V.G., Truba Y.P., Lazoryshynets V.V.

In this study we have analyzed method of cerebral oxymetry in patients with hypoplastic left heart syndrome in first 48 hours after Norwood-I operation. Correlation was found between near infrared spectroscopy data and hospital mortality. Low cerebral oxygen saturation is a predictor of poor outcome in such patients.

**Key words:** *congenital heart diseases, cerebral oximetry, Norwood I.*