

Антеградна селективна перфузія головного мозку при операціях на дузі аорти у немовлят

Труба Я. П., Бойко С. М., Головенко О. С., Прокопович Л. М., Бешляга В. М., Лазоришинець В. В.

ДУ «Національний інститут серцево-судинної хірургії імені М. М. Амосова НАМН» (Київ)

На сьогоднішній день питання про ідеальну стратегію захисту головного мозку при корекції дуги аорти у немовлят в аспектах рівня гіпотермії, об'ємної швидкості перфузії, гемодилуції, типу канюляції та безпечної тривалості перфузії залишається відкритим.

Мета роботи – провести ретроспективний аналіз та оцінити безпечність та ефективність антеградної селективної церебральної перфузії при корекції дуги аорти у немовлят.

Матеріали та методи. З 2010 по 2016 рік в ДУ «НІССХ імені М. М. Амосова НАМН» послідовно було прооперовано 33 дитини віком до одного року з вродженими вадами серця, що потребували корекції дуги аорти в умовах штучного кровообігу та антеградної селективної церебральної перфузії. Вік пацієнтів на момент операції становив від 1 дня до одного року (середній вік $18 \pm 6,5$ діб), маса тіла – від 2,1 до 10 кг (середня маса $4,8 \pm 1,9$ кг).

Результати. Використання церебральної оксиметрії дозволило оцінити оксигенацію головного мозку при проведенні антеградної селективної церебральної перфузії. За даними датчиків спектроскопії зниження сатурації нижче 40% за період антеградної церебральної перфузії зафіксовано не було. Як на госпітальному етапі, так і у віддаленому періоді за клінічними даними не відмічалось функціональних неврологічних порушень, а за даними нейросонографії були відсутні ознаки органічних змін головного мозку.

Висновки. За нашим досвідом, антеградна селективна церебральна перфузія є безпечним і ефективним методом захисту головного мозку при операціях на дузі аорти у немовлят, зводячи до мінімуму неврологічні ускладнення як у ранньому, так і у віддаленому післяопераційному періоді.

Ключові слова: антеградна селективна церебральна перфузія, гіпоплазія дуги аорти, неврологічні ускладнення.

Оптимальний метод захисту головного мозку має вкрай важливе значення при корекції складних вроджених вад серця (ВВС), особливо при необхідності корекції дуги аорти у новонароджених та немовлят. Таким методом традиційно вважався циркуляторний арешт в умовах глибокої гіпотермії, який упродовж багатьох років мав широке застосування. Негативним моментом при таких операціях є період зупинки кровообігу, під час якого виникає висока вірогідність неврологічних ускладнень. У зв'язку із цим протягом останніх двох десятиліть запропоновано різноманітні методи захисту головного мозку при корекції складних ВВС [1]. Вперше в дитячій кардіохірургії безперфузійний метод захисту головного мозку, який застосовували в умовах зупинки кровообігу при глибокій гіпотермії, був використаний у 1953 р. F. Lewis і M. Tauffic [2]. Метод гіпотермічного захисту головного мозку знижує інтенсивність метаболічних процесів в організмі і сприяє підвищенню толерантності до гіпоксії. Але даний метод ускладнювався високою летальністю та порушенням мозкового кровообігу. Т. Kimura зі співавторами в 1994 р. запропонував метод періодичної перфузії

головного мозку в поєднанні з глибокою гіпотермією [3, 4], а Т. Asou у 1996 р. – метод безперервної перфузії головного мозку [5, 6]. Відтоді було запропоновано та впроваджено багато різноманітних методик для постійного захисту головного мозку під час проведення операцій на дузі аорти. Тим не менше питання про ідеальну стратегію захисту головного мозку в аспектах рівня гіпотермії, об'ємної швидкості перфузії, гемодилуції, типу канюляції та безпечної тривалості перфузії залишається відкритим [7, 8].

Мета роботи – провести ретроспективний аналіз та оцінити безпечність та ефективність антеградної селективної церебральної перфузії при корекції дуги аорти у немовлят.

Матеріали та методи. З 2010 по 2016 рік в ДУ «НІССХ імені М. М. Амосова НАМН» послідовно було прооперовано 33 дитини віком до одного року із вродженими вадами серця, що потребували корекції дуги аорти в умовах штучного кровообігу та антеградної селективної церебральної перфузії. Вік пацієнтів на момент операції становив від 1 дня до одного року (середній вік $18 \pm 6,5$ діб), маса тіла – від 2,1 до 10 кг (середня ма-

Таблиця 1

Розподіл пацієнтів за типом ВВС

ВВС	n=33	%
Гіпоплазія лівих відділів серця	17	51,5
Гіпоплазія правих відділів серця, ТМС, гіпоплазія дуги аорти	1	3
Гіпоплазія дуги аорти (ізолювана)	3	9,1
Гіпоплазія дуги аорти, дефект міжшлуночкової перегородки	2	6,1
Гіпоплазія дуги аорти, аномалія Тауссіг-Бінг	2	6,1
Гіпоплазія дуги аорти, аортальний стеноз	1	3
Гіпоплазія дуги аорти, повна форма атріовентрикулярного септального дефекту	2	6,1
Перерив дуги аорти	4	12,1
Подвійна дуга аорти з гіпоплазією двох дуг	1	3

са $4,8 \pm 1,9$ кг). Пацієнтів чоловічої статі було 32 (69%), жіночої – 14 (31%). Розподіл пацієнтів за діагнозами представлено в табл. 1.

Всім пацієнтам у пологовому будинку та перед операцією проводили нейросонографію для виключення патологічних змін головного мозку. Крім того, на етапі підготовки до операції пацієнти були оглянуті невропатологом. За рекомендацією невропатолога у 12 (36,4%) пацієнтів було виконано комп'ютерну томографію, де були виключені анатомічні зміни головного мозку. З метою контролю адекватності перфузії на етапі реконструкції дуги аорти виконувалася катетеризація правої променевої артерії та однієї зі стегнових артерій для проведення прямої манометрії. Церебральне насичення киснем вимірювалося за допомогою апарату Somenetics INVOS. Датчик випромінює промінь з довжиною хвилі 730–810 нм, забезпечуючи постійне монітування регіонального насичення гемоглобіну киснем у корі головного мозку. Датчики розміщували по обидві сторони лобової ділянки, з відображенням результатів на моніторі.

Всі операції проводили через серединну стернотомію, що дозволяло мобілізувати всі сегменти дуги аорти та брахіоцефальні судини. Техніка канюляції залежала від типу ВВС. При гіпоплазії лівих відділів серця спочатку канюлювали відкриту артеріальну протоку, а на основному етапі реконструкції дуги аорти проводили переканюляцію через відсічену висхідну аорту в

брахіоцефальний стовбур. Альтернативним методом проведення антеградної селективної перфузії мозку при гіпоплазії лівих відділів серця є підшивання проксимальної частини майбутнього системно-легеневого анастомозу (судинний протез Gore-Tex діаметром 3,5 мм) в брахіоцефальний стовбур з подальшою канюляцією синтетичного протезу. На наш погляд, цей метод є більш прийнятним саме при операції Norwood I, оскільки при проведенні артеріальної канюлі в брахіоцефальний стовбур або при його безпосередній канюляції відбувається ушкодження внутрішньої оболонки судини, що може негативно вплинути на подальше функціонування системно-легеневого анастомозу. При ізолюваній гіпоплазії дуги аорти або в поєднанні з іншими ВВС канюляцію висхідної аорти виконували в зоні відходження брахіоцефального стовбура з подальшим проведенням канюлі безпосередньо в стовбур. При перериві дуги аорти проводили роздільну канюляцію висхідної аорти і низхідної аорти через відкриту артеріальну протоку. Канюляцію порожнистих вен проводили за стандартною методикою. Після початку ШК здійснювали охолодження пацієнта до $15-19$ °С. Після цього артеріальну канюлю проводили в брахіоцефальний стовбур і починали антеградну церебральну перфузію, знижуючи об'ємну швидкість перфузії до 20–30% від нормативної (50–60 мл/кг/хв.). У всіх випадках після перетискання аорти для захисту міокарда використовували кардіоплегічний розчин Бредшнайзера (Custodiol) з розрахунку 40 мл/кг. Для попередження повітряної емболії церебральних судин під час основного етапу герметизували турнікетом аортальну канюлю та перетискали ліву сонну та підключичну артерії. Після реконструкції дуги аорти і профілактики повітряної емболії артеріальну канюлю переводили з брахіоцефального стовбура у сформовану дугу аорти, при цьому відновлювали розрахункову системну перфузію і починали зігрівання пацієнта. На цьому етапі здійснювали корекцію супутніх ВВС. Усім пацієнтам застосовували модифіковану ультрафільтрацію крові (об'єм ультрафільтрації становив від 30 до 50 мл/кг).

Результати та обговорення. Використання церебральної оксиметрії дозволило оцінити оксигенацію головного мозку при проведенні антеградної селективної церебральної перфузії. Показники церебральної сатурації та середнє значення артеріального тиску на різних етапах операції представлено в табл. 2.

Таблиця 2

Сатурація венозної крові лобної ділянки шкіри та артеріальний тиск на різних етапах операції

Показник	Вихідні дані	Початок ШК	Антеградна перфузія	Кінець ШК	Кінець операції
SctO ₂ , %	65±2,6	61±2,1	57±4,3	59±5,7	68±3,2
АТ сер., мм рт. ст.	64±2,6	52±6,3	48±4,2	62±2,5	67±3,6

Таблиця 3

Показники інтраопераційного періоду

Показник	Середнє значення (\pm SD)
Тривалість операції (хв.)	234 \pm 46 (170–268)
Час ШК (хв.)	147 \pm 41 (115–286)
Час перетискання аорти (хв.)	91 \pm 27 (65–128)
Час антеградної церебральної перфузії	43 \pm 17 (32–65)
Температура охолодження тіла під час основного етапу (°C)	16,7 \pm 1,9 (14–19)

За даними датчиків спектроскопії параінфрачервоного діапазону, в зоні головного мозку зниження сатурації нижче 40% за період антеградної церебральної перфузії зафіксовано не було. Проте було відмічено зниження спланхітичної сатурації в період антеградної церебральної перфузії у 3-х пацієнтів. На момент другого забору крові, тобто перед пуском кровотоку в низхідну аорту, показники спланхітичної сатурації, за даними датчиків спектроскопії параінфрачервоного діапазону, відновилися до нормальних цифр, а в аналізах другого забору крові із нижньої порожнистої вени у всіх випадках венозна сатурація була вищою за 40%. В табл. 3 представлено середнє значення тривалості операції та її окремих етапів.

Неврологічний статус оцінювали як за клінічними даними, так і за допомогою інструментальних методів. За клінічними даними не відмічалось функціональних неврологічних порушень. Усім пацієнтам у післяопераційному періоді рутинно проводили нейросонографію. В жодному випадку не було відмічено ознак набряку головного мозку, гідроцефалії або геморагії. Віддалені результати простежені у 89% пацієнтів. Середній термін спостереження склав 26 місяців. Кожен пацієнт при повторному огляді був консультований невропатологом, а у терміни через 3 та 6 місяців після оперативного лікування проводили повторну нейросонографію. У віддаленому періоді за клінічними даними не відмічалось функціональних неврологічних порушень, а за даними нейросонографії були відсутні ознаки органічних змін головного мозку.

Новонароджені та немовлята з патологією дуги аорти належать до групи вкрай високого ризику періопераційних ускладнень і летального результату через тяжкість патології та складності технічного забезпечення операцій. Успіхи операцій із застосуванням гіпотермії у новонароджених і дітей раннього віку на початку 1970-х рр. заклали основу для використання гіпотермічного циркуляторного арешту, а в подальшому і церебральної перфузії при хірургічному лікуванні складних ВВС, що супроводжуються гіпоплазією дуги

аорти. Спираючись на восьмирічне дослідження групи вчених із Бостона про безпечний час тривання гіпотермічного циркуляторного арешту в 41 хвилину [1], деякі клініки продовжують успішно використовувати цей метод. Проте за останні роки антеградна селективна перфузія головного мозку з помірною або глибокою гіпотермією стала кращою стратегією в захисті головного мозку для дітей, які перенесли реконструктивні операції на дузі аорти. Безперервна перфузія головного мозку знижує до мінімуму частоту неврологічних ускладнень, хоча ступінь ушкодження органів і систем дистальніше дуги аорти залишається під питанням.

Як висновок, хочемо звернути увагу на те, що у своїй роботі ми не ставили завдання довести перевагу цього методу захисту головного мозку над іншими. Ця проблема є дискусійною і сьогодні. Хочемо лише зауважити, що за нашим досвідом антеградна селективна церебральна перфузія є безпечним і ефективним методом захисту головного мозку при операціях на дузі аорти у немовлят, зводячи до мінімуму неврологічні ускладнення як у ранньому, так і у віддаленому післяопераційному періоді.

Література

1. Neurological injury after neonatal cardiac surgery: a randomized, controlled trial of 2 perfusion techniques / Algra S. O., Jansen N. J., van der Tweel I. et al. // *Circulation*. – 2014. – Vol. 129. – P. 224–33.
2. The effect of duration of deep hypothermic circulatory arrest in infant heart surgery on late neurodevelopment: the Boston Circulatory Arrest Trial / Wypij D., Newburger J. W., Rappaport L. A. et al. // *J Thorac Cardiovasc Surg*. – 2003. – Vol. 126. – P. 1397–1403.
3. Effect of intermittent deep hypothermic circulatory arrest on brain metabolism / Kimura T., Muraoka R., Chiba Y. et al. // *J Thorac Cardiovasc Surg*. – 1994. – Vol. 108. – P. 658–63.
4. Regional low-flow perfusion provides cerebral circulatory support during neonatal aortic arch reconstruction / Pigula F. A., Nemoto E. M., Griffith B. P. et al. // *J Thorac Cardiovasc Surg*. – 2000. – Vol. 119. – P. 331–9.
5. Antegrade selective cerebral perfusion and moderate hypothermia in aortic arch surgery: clinical outcomes in elderly patients / Pacini D., Di Marco L., Leone A. et al. // *Eur J Cardiothorac Surg*. – 2012. – Vol. 42. – P. 249–53.
6. Innominate artery cannulation and antegrade cerebral perfusion for aortic arch reconstruction in infants and children / Nasirov T., Mainwaring R. D., Reddy V. M. et al. // *World J Pediatr Congenit Heart Surg*. – 2013. – Vol. 4. – P. 356–361.
7. Neurodevelopmental outcomes after regional cerebral perfusion with neuromonitoring for neonatal aortic arch reconstruction / Andropoulos D. B., Easley R. B., Brady K. et al. // *Ann Thorac Surg*. – 2013. – Vol. 95. – P. 648–54.
8. Consensus on hypothermia in aortic arch surgery / Yan T. D., Bannon P. G., Bavaria J. et al. // *Ann Cardiothorac Surg*. – 2013. – Vol. 2. – P. 163–8.

Antegrade Cerebral Perfusion During Aortic Arch Reconstruction in Infants

Truba Y., Boyko S., Golovenko A., Prokopovych L., Beshliaga V., Lazoryshynetz V.

National M.M. Amosov Institute of Cardiovascular Surgery National Academy of Medical Sciences of Ukraine

Today the question about the ideal strategy to protect the brain in the correction of the aortic arch in infants in the aspects of hypothermia, volumetric rate perfusion, hemodilution, such kanyulyatsiyi and safe duration of perfusion remains open.

Materials and methods. From 2010 to 2016 in the SI “NISSH Amosov AMS of Ukraine” series was operated on 33 children aged up to one year with congenital heart defects that required correction of the aortic arch under artificial circulation and antegrade selective cerebral perfusion. The patients’ age at the time of surgery ranged from 1 day to one year (mean age $18 \pm 6,5$ days), weight – from 2.1 to 10 kg (average weight of $4,8 \pm 1,9$ kg).

Results. The use of cerebral oximetry to assess possible brain oxygenation during selective antegrade cerebral perfusion. According spectroscopy sensors reduce saturation below 40% in antegrade cerebral perfusion were recorded. As the hospital stage and in the late period of clinical data was not found functional neurological disorders, and according to neurosonography were no signs of organic changes in the brain.

Conclusion. According to our experience antegrade selective cerebral perfusion is a safe and effective method of protecting the brain during operations on the aortic arch in infants minimizing neurological complications as early as in the remote postoperative period.

Key words: *antegrade selective cerebral perfusion, aortic arch hypoplasia, neurological complications.*

Антеградная селективная перфузия головного мозга при операциях на дуге аорты у младенцев

Труба Я. П., Бойко С. Н., Головенко А. С., Прокопович Л. М., Бешляга В. М., Лазоришинец В. В.

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

На сегодняшний день вопрос об идеальной стратегии защиты головного мозга при коррекции дуги аорты у новорожденных в аспектах уровня гипотермии, объемной скорости перфузии, гемодилюции, типа канюляции и безопасной продолжительности перфузии остается открытым.

Цель работы – провести ретроспективный анализ и оценить безопасность и эффективность антеградной селективной церебральной перфузии при коррекции дуги аорты у новорожденных.

Материалы и методы. С 2010 по 2016 год в ГУ «НИССХ имени Н. М. Амосова НАМН» было последовательно прооперировано 33 ребенка в возрасте до одного года с врожденными пороками сердца, требовавшими коррекции дуги аорты в условиях искусственного кровообращения и антеградной селективной церебральной перфузии. Возраст пациентов на момент операции составлял от одного дня до одного года (средний возраст $18 \pm 6,5$ дня), масса тела – от 2,1 до 10 кг (средняя масса $4,8 \pm 1,9$ кг).

Результаты. Использование церебральной оксиметрии позволило оценить оксигенацию головного мозга при проведении антеградной селективной церебральной перфузии. По данным датчиков спектроскопии, снижения сатурации ниже 40% за период антеградной церебральной перфузии зафиксировано не было. Как на госпитальном этапе, так и в отдаленном периоде по клиническим данным не отмечалось функциональных неврологических нарушений, а по данным нейросонографии отсутствовали признаки органических изменений головного мозга.

Выводы. Согласно нашему опыту, антеградная селективная церебральная перфузия является безопасным и эффективным методом защиты головного мозга при операциях на дуге аорты у новорожденных, сводящим к минимуму неврологические осложнения как в раннем, так и в отдаленном послеоперационном периоде.

Ключевые слова: *антеградная селективная церебральная перфузия, гипоплазия дуги аорты, неврологические осложнения.*