

УДК 616.135 – 053.1 – 089 – 06 – 084

ПРОФИЛАКТИКА ЦЕРЕБРАЛЬНЫХ ОСЛОЖНЕНИЙ ПРИ КОРРЕКЦИИ ВРОЖДЕННОЙ ДЕФОРМАЦИИ ДУГИ АОРТЫ

Аракелян В.С., Иванов А.А.

*Научный центр сердечно-сосудистой хирургии им. А.Н. Бакулева, РАМН, Москва,
e-mail: info@heart-house.ru*

Статья посвящена современным аспектам профилактики неврологических осложнений при операциях по поводу редкого врожденного порока развития сердечно-сосудистой системы – врожденной деформации дуги аорты, сопровождающимися пережатием дуги аорты, в т.ч. проксимальнее левой общей сонной артерии. Описаны основные компоненты формирования нарушений мозгового кровообращения на этапе пережатия аорты, роль механизма ауторегуляции. Оценено значение гипотермии, вспомогательного искусственного кровообращения, селективной перфузии ветвей дуги аорты в предупреждении нарушений мозгового и спинального кровообращения.

Ключевые слова: врожденная деформация дуги аорты, кинкинг аорты, неврологические осложнения

CEREBRAL COMPLICATIONS PROPHYLAXIS IN CORRECTION OF CONGENITAL DEFORMATION OF THE AORTIC ARCH

Arakelyan V.S., Ivanov A.A.

*Bakoulev Center for Cardiovascular Surgery Russian Academy of Medical Sciences, Moscow,
e-mail: info@heart-house.ru*

The article is devoted modern aspects of prophylaxis of neurologic complications at operations concerning rare congenital developmental anomaly of cardiovascular system – the congenital deformation of the aortic arch accompanied by cross-clamping of the arch of the aorta proximal to the left common carotid artery. The basic components of formation of cerebral circulatory injury at the stage of aortas cross-clamping and the role of autoregulation mechanism are described. The article concerns the importance of hypothermia, auxiliary artificial blood circulation, selective perfusion of branches of the aortic arch in the prevention of infringements of cerebral and spinal blood circulation.

Keywords: congenital deformation of the aortic arch, kinking of aorta, neurologic complications

Современная сердечно-сосудистая хирургия позволяет радикально излечивать большинство врожденных и приобретенных пороков сердца и сосудов, что обуславливают необходимость более фундаментального изучения редко встречаемых в клинике пороков развития сердца и сосудистого русла. Однако остаются разделы, в которых испытывают значительные трудности даже хирургические клиники с большим опытом. Это касается аневризм грудной аорты, особенно включающих ее дугу. В настоящее время на фоне улучшения диагностики этих заболеваний отмечается рост числа оперативных вмешательств по поводу аневризм [2, 4]. Это объясняется как улучшением диагностической базы, так и появившейся настороженностью врачей многих специальностей, повышением количества дегенеративных повреждений стенки аорты, в т.ч. и наследственного характера.

Среди аневризм грудной аорты особое место занимает врожденная патология дуги и нисходящей аорты. Врожденная деформация дуги аорты (ВДДА) – это врожденный порок аорты, который характеризуется удлинением, извитостью и перегибами дуги аорты при патологическом строении ее стенки. Описание аневризмы дистального отдела дуги и/или нисходящей грудной аорты на

фоне ее многочисленных изгибов, извитости встречается в работах многих иностранных и отечественных авторов [1, 3, 5, 6]. Единичные наблюдения не позволяли авторам делать какие-либо заключения относительно закономерностей развития, характерных клинических проявлений и вариантов хирургического лечения врожденной деформации дуги и нисходящей аорты. Единичные публикации говорят о неблагоприятном прогнозе для пациентов без оперативного лечения в отдаленные сроки наблюдения [7].

Располагаясь в дистальном отделе дуги аорты или начальном отделе нисходящей аорты, ВДДА часто вызывает необходимость пережатия ветвей дуги аорты при выполнении хирургического вмешательства. Это диктует необходимость особого отношения к профилактике неврологических осложнений. Высокая толерантность головного мозга к пережатию сонной артерии при проведении ультразвуковой доплерографической пробы не всегда означает интраоперационную безопасность пациента, особенно в молодом возрасте, когда ткани особенно чувствительны к ишемии [5, 6]. Целью работы послужило оценка возможностей различных методов защиты мозга при операциях по поводу ВДДА, сопрово-

ждающихся пережатием экстракраниальных артерий.

Материалы и методы исследования

В основу работы положен анализ 54 клинических наблюдений пациентов с ВДДА, оперированных в отделении артериальной патологии НЦССХ им. А.Н. Бакулева РАМН в период с 1960 по 2010 год. Это является наибольшим мировым опытом для одного лечебного учреждения.

Средний возраст больных составил $20,8 \pm 13,2$ лет, причем до 30 лет было более 70% больных. Соотношение женщин и мужчин 1:1.

Основными инструментальными методами диагностики являлись рентгенконтрастная ангиография и, в последние годы, компьютерная ангиография с контрастированием и построением 3D-реконструкций. Распределение пациентов по локализации было следующим: локальное поражение аорты между левой общей сонной и подключичной артериями – 18 человек (33,3%), с вовлечением устья подключичной артерии и начального отдела нисходящей аорты – 27 больных (50%), дистальнее левой подключичной артерии – 9 больных (16,7%). Аневризмы аорты, развившиеся в области извитой аорты, отмечены у 88% больных, а у пациентов старше 20 лет – в 100% случаев. Средний размер аневризм составил для дистальной части дуги аорты $66,4 \pm 12,7$ мм (мах 120 мм), для нисходящей грудной аорты $58,3 \pm 9,2$ (мах 96 мм). Признаки компрессионного воздействия на окружающие органы и ткани отмечены только у 14 из 45 пациентов (31,1%) – 11 больных с аневризмами дистальной части дуги аорты и 3 пациентов с аневризмой нисходящего отдела аорты.

Важное значение придавалось особенностям отхождения брахиоцефальных ветвей. Абберантное отхождение правой подключичной артерии (*a.luzoria*) отмечено у 4 больных, в 2 случаях наблюдалось отхождение гипоплазированной левой позвоночной артерии от дуги аорты, отхождение левой ОСА от брахиоцефального ствола у 1 пациента, гипоплазия левой подключичной артерии у 3 пациентов. Также у 3 пациентов выявлена умеренная гипоплазия нисходящей аорты.

Нарушение пульсации артерий левой верхней конечности (ослабление или отсутствие) отмечено у 26 больных, т.е. каждый второй пациент имеет нарушение кровотока в бассейне левой подключичной артерии. Нарушение кровотока по правой подключичной артерии не является характерным для врожденной деформации дуги аорты. Выявленная у 4 пациентов *a.luzoria* вызывала нарушение кровотока по артериям правой верхней конечности только в 2 случаях. Таким образом, 18,5% пациентов с ВДДА, кроме необходимости пережатия ветвей дуги аорты во время операции, имеют разного рода отклонения в развитии брахиоцефальных ветвей.

Из сопутствующих пороков выявлены: коарктация аорты – 10 случаев, ДМЖП – 2 пациента, тетрада Фалло, подклапанный стеноз аорты, открытое овальное окно по 1 случаю (27,7%).

Все пациенты были оперированы. В условиях гипотермии оперировано 34 пациента, нормотермии – 6 больных, с использованием метода вспомогательного искусственного кровообращения – 14 больных (левожелудочковый обход и при необходимости с селективной перфузией левой общей сонной и подключичной артерий). Аорта проксимальнее левой общей сонной артерии пережималась у 17 пациентов.

Учитывая, что 50% пациентов имели врожденную деформацию дистального отдела дуги аорты с переходом на нисходящую грудную аорту и, следовательно, у этих больных имелось вовлечение в процесс устья левой подключичной артерии, потребовавшее реконструкции у 27 человек. В 16 случаях выполнена резекция начального сегмента подключичной артерии с ее протезированием и реплантацией протеза конец в бок протеза или нисходящей аорты (рис. 1). У 7 пациентов после резекции измененного участка подключичной артерии удалось без натяжения реплантировать артерию в бок протеза. Одномоментное протезирование общей сонной и подключичной артерии бифуркационным протезом выполнено у 1 пациента как следствие прорезывания швов в области проксимального анастомоза, потребовавшее перекладывания анастомоза сразу дистальнее брахиоцефального ствола (операция в условиях гипотермии, ОНМК не отмечено). Одномоментное протезирование 2 подключичных артерий при *a.luzoria*, отходившей на границе измененной и нормальной грудной аорты, выполнено в 1 случае в условиях искусственного кровообращения и селективной перфузии обеих артерий (рис. 2). В 2 случаях артерия была перевязана в связи с отсутствием ретроградного кровотока (гипоплазия артерии, тромбоз на фоне расслоения артерии) без развития послеоперационной ишемии верхней конечности или стилл-синдрома.

Учитывая высокий риск пережатия аорты проксимальнее брахиоцефального ствола, возможность прорезывания швов на измененной стенке аорты и высокую вероятность продления разреза аорты на восходящий отдел у больного с врожденной деформацией нисходящей грудной аорты и сопутствующей атрезией дистальной части дуги, начинающейся сразу от левой общей сонной артерии, в 1 случае применялся гипотермический циркуляторный арест. Использовалась двунаправленная перфузия восходящей аорты и бедренной артерии с раздельной канюляцией полых вен. Кровообращение остановлено при 18°C , время ареста 48 мин. Послеоперационный период протекал без осложнений, церебральных и спинальных нарушений не отмечено.

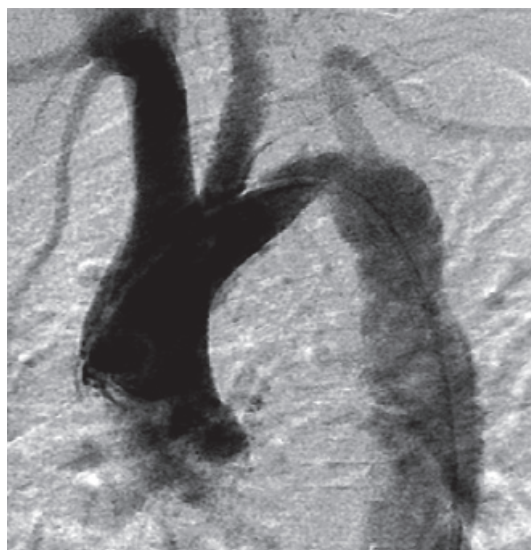
Результаты исследования и их обсуждение

Редко встречающаяся патология сердечно-сосудистой системы, особенно врожденные пороки развития, вызывают повышенное внимание специалистов в определении тактики лечения, особенностей операционного пособия. Эти аспекты, как правило, индивидуальны и основываются на оценке результатов как доступных методов исследования, так и совокупного опыта лечебного учреждения в лечении сложных видов патологии сердечно-сосудистой системы. У пациентов с ВДДА очень важно оценить расположение ветвей дуги аорты по отношению к ее кинкингу, возможную необходимость пережатия сонной артерии, вероятность возникновения интраоперационных осложнений и перехода на полную гипотермическую остановку кровообращения. Планирование защиты головного мозга должно

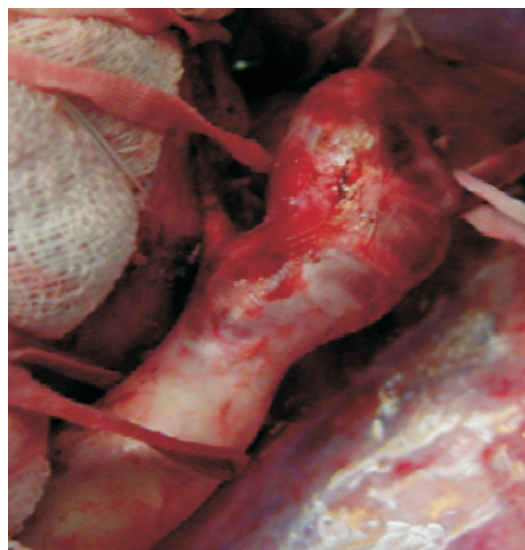
учитывать фактор артериальной гипертензии на этапе пережатия аорты, необходимость пережатия ветвей дуги, возможность развития деклампинг-гипотензии.

Применение гипотермии в хирургии аорты имеет длительную историю и основано на изменении интенсивности обмена веществ в ответ на снижение температуры тела. С каждым градусом потребность в энергии снижается на 6–7% и поэтому даже умеренная гипотермия обеспечивает приемлемый уровень защиты почек и внутренних

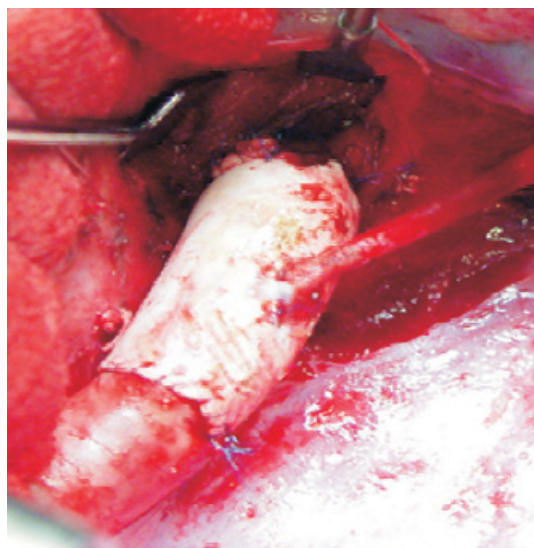
органов при пережатии аорты. Гипотермия также снижает вероятность повреждения нейронов, но гарантировать достаточный уровень обмена веществ не может. Таким образом, со стороны головного мозга минимальный безопасный временной уровень пережатия ветвей дуги аорты определить не всегда возможно. Применение вспомогательного искусственного кровообращения позволяет проводить адекватную перфузию ветвей дуги аорты, предупреждая развитие ишемии клеток головного мозга.



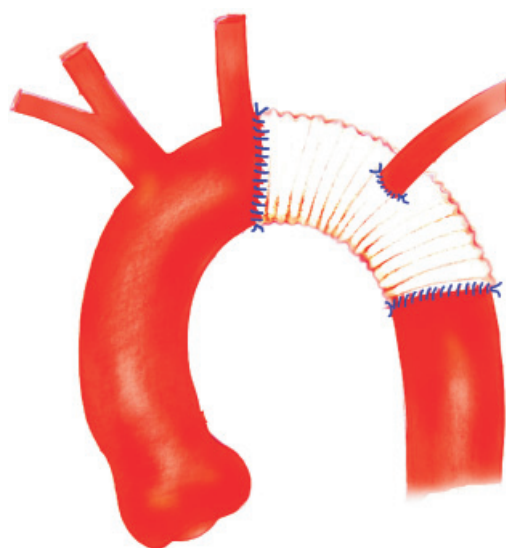
а



б



в



г

Рис. 1. Реконструкция дистального отдела дуги аорты при ВДДА пациента И.: а – аортограмма, б, в – интраоперационные фотографии этапов операции, д – схема проведенного вмешательства

Из 45 пациентов с локализацией врожденной деформации аорты в дистальном отделе дуги у 17 больных потребовалось

пережатие аорты между брахиоцефальным стволом и левой общей сонной артерией, т.е. практически в каждом третьем случае.

Среднее время пережатия левой общей сонной артерии составило $30,53 \pm 9,15$ мин (от 12 до 70 мин) для больных, оперированных в условиях гипотермии. В условиях нормотермии сонная артерия пережималась 1 раз на 30 мин без развития неврологических осложнений (пациент с сопутствующей коарктацией аорты). Острое нарушение мозгового кровообращения отмечено у 2 больных, оперированных в условиях

гипотермии, что от 14 случаев пережатия без перфузии составляет 14,3%. При этом оба пациента имели отрицательную пробу с пережатием по данным ультразвуковой доплерографии. Интраоперационно особенностей основного этапа операции не было, время пережатия аорты проксимальнее сонной артерии составило 55 и 25 мин, кровопотеря при операциях была умеренная (300 и 500 мл).

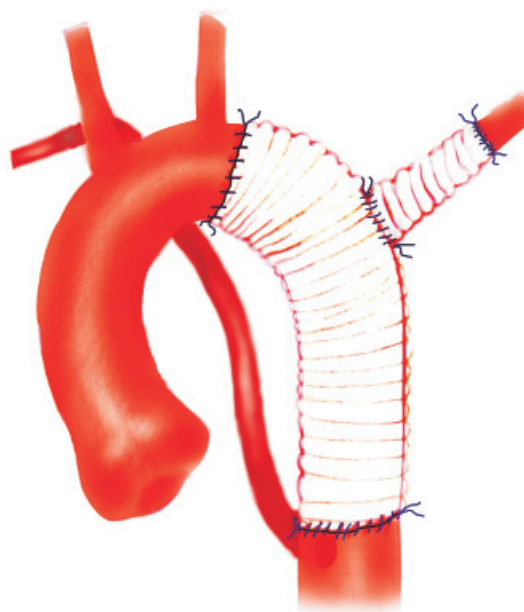


Рис. 2. Данные аортографии и схема вмешательства пациента с аневризмой дистального отдела дуги аорты на фоне ВДДА и *a. lusoria*

В 3 случаях применялась селективная перфузия левой общей сонной и подключичной артерий при операциях со вспомогательным искусственным кровообращением. У данной группы пациентов неврологических осложнений не отмечено. Отсутствие временного фактора на этапе наложения анастомозов несомненно способствует качеству их выполнения. При этом снижается вероятность повторного пережатия для наложения герметизирующих швов и, следовательно, повторных гемодинамических «качелей» в сосудах головного мозга. Из специфических осложнений у этой группы больных необходимо отметить завоздушивание контура в одном случае вследствие разгерметизации с попаданием воздуха в магистраль, ведущую в левую общую сонную артерию. На фоне остановленного кровотока воздух удален, восстановлена перфузия. Время остановки 3 мин, неврологических осложнений не было.

Несмотря на современные успехи медицины в области сердечно-сосудистой хирургии, риск развития интраоперационных неврологических осложнений при пережатии

ветвей дуги аорты остается высоким. Вопросы профилактики нарушений мозгового кровообращения во время операций на грудной аорте остаются актуальными и в настоящее время, т.к. это формирует не только значительную часть операционной смертности, но и радикально влияет на качество жизни у перенесших вмешательство. Главным и универсальным повреждающим агентом в механизме формирования нарушения мозгового кровообращения является гипоксия нейронов головного мозга с последующим ишемическим повреждением структур клеток. Являясь метаболически активным органом, мозг получает до 15% сердечного выброса. При этом в сером веществе мозговой кровотока в 4 раза интенсивнее, чем в белом, и составляет до 80 мл/100 г/мин [9].

Важнейшим моментом, регулирующим мозговой кровотока, является механизм ауторегуляции, обеспечивающий постоянное показателем перфузии мозга при колебаниях артериального давления от 50 до 150 мм рт. ст. [10]. Основными факторами, регулирующими мозговой кровотока, являются уровень CO_2 и pH в сосудах го-

лового мозга. Снижение парциального давления CO_2 на 1 мм рт. ст. уменьшает интенсивность церебрального кровотока на 1–2 мл/100 г/мин, а падение PaCO_2 от 20 до 40 мм рт. ст. снижает величину мозгового кровотока вдвое. Острая гипервентиляция с гипокарбией менее 20 мм рт. ст. может привести к выраженной ишемии головного мозга, вызванной вазоконстрикцией [8].

Во время пережатия ветвей дуги аорты происходит резкое, внезапное снижение артериального давления в магистральных сосудах головного мозга. Возможности ауторегуляции в данном случае выражены ограничены. Время пережатия может варьироваться в больших пределах – от 5–10 мин до пережатия свыше 1 часа. Гипоперфузии особенно уязвимы конечные сосудистые регионы мозга, где ишемия появляется раньше и выражена интенсивнее. При этом идет накопление CO_2 и нарастание ацидоза, что также снижает интенсивность церебрального кровотока. Кроме того, накопление недоокисленных продуктов вызывает отек, что, в свою очередь, может дополнительно усилить нарушение перфузии тканей мозга, особенно в кортикальных слоях.

Применение вспомогательного искусственного кровообращения с селективной перфузией головного ветвей дуги аорты позволяет нивелировать эти процессы. В начале перфузии мозговой кровоток даже усиливается вследствие гемодилуции. При параллельном использовании гипотермии метаболическая активность нейронов снижается примерно на 5–7% с каждым градусом. Ауторегуляция сосудов головного мозга остается постоянной при изменениях перфузионного давления, несмотря на его неп пульсирующий характер, умеренную гипотермию и гемодилуцию [10].

Одним из основных осложнений операций с использованием искусственного кровообращения является церебральная материальная эмболия. Воздух, фрагменты атеросклеротических бляшек, жировые пузырьки, микротромбы неотъемлемая часть использования аппаратов искусственного кровообращения. Особенно часто встречается материальная эмболия у пациентов с распространенным атеросклерозом и поражением восходящей аорты. В целом, любое воздействие на восходящую и дугу аорты может вызвать эмболию. Использование фильтров, мембранных оксигенаторов снижает количество эмболических инцидентов.

В группе больных с врожденной деформацией дуги аорты более 70% пациентов были моложе 20 лет. Сопутствующая ишемическая болезнь на фоне атеросклеротического поражения коронарных артерий от-

мечена только у 1 пациента. Поэтому риск материальной эмболии у данной категории пациентов минимальный.

Таким образом, вспомогательное искусственное кровообращение позволяет выполнять оперативное лечение этой сложной группы больных с высокой степенью защиты от ишемического повреждения нейронов головного мозга. Возможность селективной перфузии левой общей сонной и подключичной артерий позволяет пережимать дугу аорты проксимальнее этих ветвей и накладывать анастомозы в удобных условиях без временного прессинга. Тщательное соблюдение протокола операции позволяет как существенно уменьшить вероятность развития тяжелых неврологических осложнений в раннем послеоперационном периоде, так и предупредить фатальные осложнения в отдаленные сроки.

Список литературы

1. Бураковский В.И., Бокерия Л.А. Сердечно-сосудистая хирургия. – М.: Медицина, 1989.
2. Покровский А.В. Клиническая ангиология. – Т. 1. – М.: Медицина, 2004. – 808 с.
3. Acikel U., Ugurlu B., Hazan E., Salman E. Cervical aortic arch. A case report. – *Angiology*, 1997. – Jul; 48(7). – P. 659–62.
4. Crawford E.S., Svensson L.G., Coselli J.S. Surgical treatment of aneurysm and/or dissection of the ascending aorta, transverse aortic arch, and ascending aorta and transverse aortic arch. Factors influencing survival in 717 patients // *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* – 1989. – №98. – P. 659–74.
5. Dossche K.M., Schepens M.A., Morshuis W.J. et al. Antegrade selective cerebral perfusion in operations on the proximal thoracic aorta // *Ann. Thorac. Surg.* – 1999. – № 67(6): 1904310. – discussion 1919-21,
6. Hagl C., Ergin M.A., Galla J.D. Neurological outcome after ascending aorta – aortic arch operations: effect of brain protection on highrisk patients // *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* – 2001. – №121. – P. 1107–21.
7. Ikonomidis J.S., Robbins R.C. Cervical aortic arch with pseudocoarctation: presentation with spontaneous rupture // *Ann Thorac Surg.* – 1999. – Jan; 67(1). – P. 248–50.
8. Kass I.S. Physiology and metabolism of the brain and spinal cord / Kass I.S. // *Handbook of Neuroanesthesia* / Eds P. Newfield, J.E.Cottrel; 3rd edition. – Philadelphia: Lippincott W&W, 1999. – P. 3–19.
9. Okada E. Theoretical and experimental investigation of near-infrared light propagation in a model of the adult head / E.Okada, M. Firbank, M. Schweiger et al. // *Appl. Optics.* – 1997. – Vol. 36, №1. – P. 21–31.
10. Lassen N.A. Physiology of cerebral blood flow / N.A. Lassen, M.S. Christensen // *Brit. J. Anesth.* – 1976. – Vol. 48, №8. – P. 719–734.

Рецензенты:

Ковалев С.А., д.м.н., профессор, зав. отделением кардиохирургии №2 ГУЗ «Воронежская областная клиническая больница №1», г. Воронеж;

Ольшанский М.С., д.м.н., врач отделения рентгенохирургических методов диагностики и лечения ГУЗ «Воронежская областная клиническая больница №1», Воронеж.

Работа поступила в редакцию 24.06.2011.