

11. Szilagyi D. E., Smith R. F., DeRusso F. J., Elliot J. P., Sherrin F. W. Contribution on abdominal aneurysmectomy to prolongation of life // *An. surg.* – 1966. – № 164. – P. 678–699.
12. Perko M. J., Nurgard M., Herzog T. M., Skov Olsen P., Schroeder T. V., Pettersson G. Unoperated aortic aneurysm: a survey of 170 patients // *An. thorac. surg.* – 1995. – № 59. – P. 1204–1209.
13. The Marstrand workshop-group thoracoabdominal aortic aneurysms with special reference to technical problems and complications // *European journal of vascular surgery.* – 1993. – № 7–6. – P. 725–730.
14. Coselli J. Si., LeMaire S. Ai. Descending and thoracoabdominal aortic aneurysms / Lh. Cohn, ed. // *Cardiac surgery in the adult.* – New York: McGraw-Hill., – 2008. – P. 1277–1298.
15. LeMaire S. A., Miller C. C. III, Conklin L. D., et al. A new predictive model for adverse outcomes after elective thoracoabdominal aortic aneurysm repair // *An. thorac. surg.* – 2001. – № 71. – P. 1233.
16. Spiridonov A. A., Tutov E. G., Arakelyan V. S., Pryad S. I., Dorofeev A. N., Stoiko M. I. Surgical treatment strategy of thoracoabdominal aortic aneurysm // *J. ang. vasc. sugr.* – 2001. – Vol. 7. № 1. – P. 37.
17. Бокерия Л. А. Хирургия аневризм грудного и торакоабдоминального отделов аорты / Л. А. Бокерия, В. С. Аракелян. – М.: НЦ ССХ, 2010. – С. 188–196.
18. Gott VL. Heparinized shunt for thoracic vascular operations // *An. thorac. surg.* – 1972. – № 14. – P. 291–320.
19. Coselli Joseph S. Left heart bypass during descending thoracic aneurysm repair // *Reply. an. thorac. surg.* – 2005. – № 79. – P. 1825.
20. Schepens Marc A. A., Defauw Jo J. A. M., Hamerlijnck Ruben P. H. M and Vermeulen Freddy E. E. Use of left heart bypass in the surgical repair of thoracoabdominal aortic aneurysms // *Annals of vascular surgery.* – Vol. 9. № 4. – P. 327–338.
21. Borst H. G., Frank G., Schaps D. Treatment of extensive aortic aneurysms by a new multiple-stage approach // *J. thorac. cardiovasc surg.* – 1988. – № 95. – P. 11.
22. Kouchoukos N. T., Masetti P., Murphy S. F. Hypothermic cardiopulmonary bypass and circulatory arrest in the management of extensive thoracic and thoracoabdominal aortic aneurysms // *Semin thorac cardiovasc surg.* – 2003. – № 15. – P. 333.
23. Harmik J. Soukiasian, Sharo S. Raissi; Thomas Kleisli, Alan T. Lefor, Gregory P. Fontana, Lawrence S. C. Czer, Alfredo Trento. Total circulatory arrest for the replacement of the descending and thoracoabdominal aorta // *Arch. surg.* – 2005. – № 140 (4). – P. 394–398.
24. Von Segesser, Ludwig K. Perfusion techniques during surgery of the thoracic and thoraco-abdominal aorta: the veno-arterial bypass // *MMCTS.* – 2007. – P. 25–35.
25. Joseph S. Coselli, Jovan Bozinovski and Catherine Cheung. Hypothermic circulatory arrest: safety and efficacy in the operative treatment of descending and thoracoabdominal aortic aneurysms // *The annals of thoracic surgery.* – March, 2008. – Vol. 85. Issue 3. – P. 956–964.
26. London M., Hollenberg M., Wong M. G., et al. Intraoperative myocardial ischemia: localization by continuous 12-lead electrocardiography // *Anesthesiology.* – 1988. – № 69. – P. 232–241.
27. Ouriel K., Shortell C. K., Green R. M., DeWeese J. A. Intraoperative autotransfusion in aortic surgery // *J. vasc. surg.* – 1993. – № 18. – P. 16–22.
28. Marini C. P., Grubbs P. E., Toporoff B., et al. Effect of sodium nitroprusside on spinal cord perfusion and paraplegia during aortic cross-clamping // *An. thorac. surg.* – 1989. – № 47. – P. 379–383.
29. Woloszyn T. T., Marini C. P., Coons M. S., Nathan I. M., Jacobowitz I. J., Cunningham J. N. Cerebrospinal fluid drainage does not counteract the negative effect of sodium nitroprusside on spinal cord perfusion pressure during aortic cross-clamping // *Cur. surg.* – 1989. – № 46. – P. 489–492.
30. Marini C. P., Nathan I. M., Efron J., Cohen J. R. Effect of nitroglycerin and cerebrospinal fluid drainage on spinal cord perfusion pressure and paraplegia during aortic cross-clamping // *J. surg. res.* – 1997. – № 70. – P. 61–65.
31. Ryan T., Mannion D., O'Brien W., Grace P., Bouchier-Hayes D., Cunningham A. J. Spinal cord perfusion pressure in dogs after control of proximal aortic hypertension during thoracic aortic cross-clamping with esmolol or sodium nitroprusside // *Anesthesiology.* – 1993. – № 78. – P. 317–325.
32. Simpson J. I., Eide T. R., Schiff G. A., et al. Isoflurane versus sodium nitroprusside for the control of proximal hypertension during thoracic aortic cross-clamping: effects on spinal cord ischemia // *J. cardiothorac. vasc. anesth.* – 1995. – № 9. – P. 491–496.
33. Mutch W. A., Thomson I. R., Teskey J. M., Thiessen D., Rosenbloom M. Phlebotomy reverses the hemodynamic consequences of thoracic aortic cross-clamping: relationships between central venous pressure and cerebrospinal fluid pressure // *Anesthesiology.* – 1991. – № 74. – P. 320–324.
34. Chiesa R., Melissano G., Marrocco-Trischitta M. M., et al. Spinal cord ischemia after elective stent-graft repair of the thoracic aorta // *J. vasc. surg.* – 2005. – № 42. – P. 11.
35. Gawenda M., Brunkwall J. Device-specific outcomes with endografts for thoracic aortic aneurysms // *J. cardiovasc. surg. (Torino).* – 2005. – № 46. – P. 113.
36. Leurs L. J., Bell R., Degrieck Y., et al. Endovascular treatment of thoracic aortic diseases: combined experience from the EUROSTAR and United kingdom thoracic endograft registries // *J. vasc. surg.* – 2004. – № 40. – P. 670.
37. Makaroun M. S., Dillavou E. D., Kee S. T., et al. Endovascular treatment of thoracic aortic aneurysms: results of the phase II multicenter trial of the GORE TAG thoracic endoprosthesis // *J. vasc. surg.* – 2005. – № 41. – P. 1

Поступила 05.03.2013

В. С. АРАКЕЛЯН, В. Г. ПАПИТАШВИЛИ, А. К. ЖАНЕ, И. Н. ЩАНИЦЫН

ПРОФИЛАКТИКА ПЕРИОПЕРАЦИОННЫХ ОСЛОЖНЕНИЙ ПРИ ОПЕРАЦИЯХ НА ГРУДОПОЯСНИЧНОМ ОТДЕЛЕ АОРТЫ

*ФГБУ Научный центр сердечно-сосудистой хирургии им. А.Н. Бакулева РАМН,
Россия, 121552, г. Москва, Рублевское шоссе, 135*

Аневризмы грудного и торакоабдоминального отделов аорты остаются одной из сложнейших проблем в сосудистой хирургии. Современное развитие диагностики, принципов ведения интраоперационного периода и послеоперационной помощи позволило существенно снизить летальность и расширить показания для операции. Несмотря на применение различных методов защиты, риск периоперационных осложнений остается высоким. В представленном обзоре литературы описаны методы профилактики и лечения основных периоперационных осложнений при операциях на грудном и торакоабдоминальном отделах аорты.

Ключевые слова: аорта; аневризмы грудной и торакоабдоминальной аорты, хирургия, анестезиологическое пособие, защита спинного мозга, дистальная аортальная перфузия, искусственное кровообращение с частичным сердечно-легочным обходом.

V. S. ARAKELYAN, V. G. PAPITACHVILI, A. K. ZHANE, I. N. CHANICYN, I. V. SIRADZE

PREVENTION PERIOPERATIONS COMPLICATIONS FROM THE OPERATIONS IN THE BREASTLUMBAR DEPARTMENT OF THE AORTA

*Ri Scientific centre of cardiovascular surgery of them. A. N. Bakuleva RAMN,
Russia, 121552, Moscow, Rublevskoe shosse, 135*

Aneurysms of the thoracic and thoracoabdominal aorta remain one of the most complicated problems in vascular surgery. Modern development of diagnostics, principles of intra-operation period and the post-op care possible to substantially reduce mortality and extend indications for the operation. Despite the use of different methods of protection, the risk of perioperations complications is high. In the literature review describes the methods of prevention and treatment of major perioperations complications from the operations in the thoracic and torako-the Department of abdominal aorta.

Key words: aorta; aneurysm of the thoracic and thoracoabdominalis of the aorta; surgery; anesthesia; protection of the spinal cord; distal aortic perfusion; artificial blood circulation with a partial cardio-pulmonary bypass.

Аневризмы грудного и торакоабдоминального отделов аорты остаются одной из сложнейших проблем в сосудистой хирургии. Современное развитие диагностики, принципов ведения интраоперационного периода и послеоперационной помощи позволило существенно снизить летальность и расширить показания для операции. Несмотря на применение различных методов защиты, риск периоперационных осложнений остается высоким. М. Е. DeBakey и соавторы, проанализировав результаты 659 операций, выявили, что большинство случаев интраоперационных осложнений и смертности при резекции аневризм нисходящего отдела грудной аорты было обусловлено кардиальными осложнениями (48%), интраоперационным кровотечением (14,4%), легочными осложнениями (14,4%) и разрывами других частей аорты (16,3%). В структуре причин поздней смертности преобладали кардиальные причины (30,6%) [1].

Кардиальные осложнения

По данным литературы, в 49% случаев болезни сердца явились причиной смерти в раннем послеоперационном периоде после реконструкции ТААА и в 34% – в позднем [2, 3].

Перед операцией необходимо выявить степень кардиального риска. Существуют 4 группы риска, которые основываются на шкале риска Detsky-Goldman [4, 5] (в которой учитываются возраст, наличие нарушений ритма, сердечной недостаточности, стенокардии, инфаркта миокарда, изменений на ЭКГ и др.), результатах нагрузочных проб, количестве пораженных сегментов аорты и условиях операции. Шкала риска подразумевает соответствующий риск развития сердечных осложнений и кардиальной смерти. Так, в III классе риск кардиальной смерти составляет 2%, а риск осложнений, опасных для жизни, – 11%; в IV классе – 56% и 22% соответственно. При IV классе операция проводится только по жизненным показаниям.

Перед операцией используются различные скрининговые исследования функции сердца. Трансторакальная эхокардиография позволяет определить дисфункцию желудочков и клапанов. Сканирование миокарда с добутаминовой нагрузкой помогает выявить ИБС. При асимптомных аневризмах и поражении

нескольких коронарных артерий на первом этапе производят реваскуляризацию миокарда. При возможности производят эндоваскулярную ангиопластику. Если при пережатии аорты будет затрагиваться левая подключичная артерия, то пациентам, у которых для реваскуляризации коронарных артерий использовалась левая внутренняя грудная артерия, перед основной операцией необходимо выполнять сонно-подключичное шунтирование слева [6].

Дисфункция почек

Частота развития почечной недостаточности после репарации нисходящей грудной аорты составляет около 25%, причем 8% из них требуется гемодиализ. К факторам риска развития послеоперационной почечной недостаточности относятся следующие: возраст более 50 лет, предшествующая почечная дисфункция, длительная почечная ишемия, назначение более 5 единиц эритроцитарной массы или собранной аутологичной отмытой крови (Cell-Saver), нестабильность гемодинамики, диффузный атеросклероз [7, 8]. Таким образом, многофакторный характер повреждения требует комплексного подхода к защите почек.

Ведутся споры по поводу защитного действия дистальной перфузии при пережатии аорты. Godet и соавт. [7] отметили снижение частоты развития почечной недостаточности при использовании дистальной аортальной перфузии; по данным других авторов, наоборот, было отмечено увеличение частоты развития почечной недостаточности [8].

Были предложены и другие методы предотвращения почечной дисфункции, включающие селективную перфузию почечной артерии оксигенированной кровью [8]. М. J. Jacobs и соавторы считают, что селективная перфузия почечной артерии при операциях на нисходящей грудной аорте приведет к непрерывному образованию мочи в течение всей процедуры и снизит частоту развития послеоперационной почечной недостаточности [9]. Однако при многофакторном анализе результатов 234 операций Safi с соавт. пришли к выводу, что селективная кровяная нормотермическая перфузия явилась одним из факторов, вызывающих и поддерживающих острую послеоперационную почечную недостаточность [10]. Авторы связали это с наличием

непульсирующего потока во время перфузии, что приводит к подавлению ренин-ангиотензиновой системы и увеличению почечной вазоконстрикции [11].

В то же время при перфузии почечной артерии гипотермическим кристаллоидным раствором обеспечивается местная гипотермия, и метаболические потребности почек снижаются [12]. Селективная гипотермия почек позволяет в значительной степени защитить их функции: при температуре паренхимы 30° С снижается потребность в кислороде до 40%, при 20° С – до 15%, при 10° С – менее чем до 5% [13, 14].

Методика селективной гипотермии почек. Две канюли вводятся в почечные артерии. Перфузатом является раствор Рингера с маннитолом (12,5 г/л) и метилпреднизолоном (125 мг/л), охлажденный до 4° С. Из отдельного кардиотомического резервуара роликовым насосом раствор вводится болюсно в объеме от 400 до 600 мл. С целью достижения температуры почки 15° С требуется введение от 1,0 до 1,5 л кристаллоидного раствора. Необходимо избегать введения больших объемов из-за потенциальной опасности развития гиперволемии и глубокой системной гипотермии [15].

Защиту почек при операциях на нисходящей грудной аорте также можно обеспечить медикаментозными средствами. Nicolson и соавт. назначали маннитол в дозе 0,3 г/кг непосредственно перед пережатием аорты [16]. Не было выявлено различий в послеоперационных значениях мочевины крови, концентрации сывороточного креатинина и клиренса креатинина между группой больных, получавших маннитол, и контрольной группой. У пациентов, получавших маннитол, наблюдались больший диурез в первый послеоперационный день и меньшее субклиническое поражение клубочков и канальцев. Данные об эффективности фуросемида в качестве нефропротективного препарата немногочисленны. Naegle с соавторами не выявили никаких различий между группами пациентов, получавших фуросемид и получавших плацебо, по послеоперационным значениям клиренса креатинина, но было выявлено значительное увеличение частоты развития гипокалиемии при назначении фуросемида [17].

Назначение допамина в низкой дозе (1–3 мкг/кг/мин) приводит к дилатации афферентной артериолы и увеличению почечного кровотока, независимо от его сердечных эффектов. Введение допамина во время пережатия аорты приводит к значительному повышению выведения с мочой натрия и калия, увеличению клиренса креатинина и объема мочи [18].

Кровопотеря

В большинстве случаев аневризм нисходящей грудной аорты во время или после операции развивается коагулопатия. Причинами этого являются дилуционная коагулопатия, качественная дисфункция тромбоцитов, действие гепарина и фибринолиз. Качественный и количественный дефицит тромбоцитов является самой частой причиной периперационного кровотечения, что, как правило, обусловлено экстракорпоральным кровообращением и гипотермией [19].

Частота реопераций по поводу кровотечений составляет 8%. Серьезную проблему представляют легочные кровотечения, которые чаще всего возникают после отсложения спаяк легкого [20].

Определение ПТИ (протромбиновый индекс), АЧТВ (активированное частичное тромбопластиновое время), фибриногена и тромбоцитов необходимо осу-

ществлять каждые 20 минут. Коррекцию нарушений свертываемости проводят на протяжении всей операции. С целью подавления фибринолиза некоторые авторы используют транексамовую кислоту [21]. Необходимо иметь в распоряжении достаточное количество альбумина, плазмы и криопреципитата. При низком количестве тромбоцитов производится адекватная коррекция тромбомассой.

При кровоточивости линии анастомоза рекомендуется накладывать дополнительные швы на тефлоновых прокладках без пережатия аорты. Для локального гемостаза можно применять микрофибриллярный коллаген или «Суржицел» (нетканый рассасывающийся гемостатический материал). В настоящее время практически все авторы отказались от использования таких препаратов, как декстраны или желатиноль, усугубляющих коагулопатию. Аутогемотрансфузия должна осуществляться постоянно вне зависимости от нарастающего риска геморрагических осложнений.

Необходимо использовать антифибринолитики в периперационном периоде. По сравнению с плацебо назначение транексановой кислоты и ингибиторов протеиназ (апротинин) при операциях на грудной аорте приводило к снижению периперационных кровотечений с последующим уменьшением переливаний эритроцитарной массы и снижением общего количества аллогенных трансфузий [21]. Апротинин представляет собой неспецифический ингибитор протеиназ, который ингибирует плазмин, тромбин, трипсин и тканевый и плазменный калликреин. К тому же апротинин предотвращает активацию тромбоцитарных рецепторов тромбина (PAR-1,3,4) и тромбоцитарных гликопротеиновых рецепторов (GPIbIIa и GPIIb/IIIa) [22].

Для остановки кровотечений после ИК, связанных с некорригируемой коагулопатией, можно применять рекомбинантный препарат человеческого активированного фактора свертывания VII – «НовоСэвен». Введенный в стандартной дозе препарат вызывает повышение уровня активированного фактора свертывания VII в плазме крови, за счет чего обладает гемостатическим действием. По данным клинических наблюдений эффективность препарата «НовоСэвен» при хирургических вмешательствах составляет в среднем 89% [23]. Однако, кроме единичных сообщений, серьезных исследований применения «НовоСевена» при операциях на аорте с использованием ИК не проводилось.

Легочные осложнения

Факторами риска развития легочных осложнений являются следующие: длительная ИВЛ, кровотечение из поврежденного левого легкого, баротравма, манипуляционные травмы. Большинству пациентов перед операцией проводят спирометрию и определяют газовый состав артериальной крови. Прогностически неблагоприятными факторами являются ОФВ (объем форсированный выдоха за первую секунду) < 1,0 л и pO_2 < 45 мм рт. ст. [6].

При нарушении функции внешнего дыхания перед операцией проводится соответствующее лечение с помощью бронхорасширяющих препаратов, муколитиков, отхаркивающих средств. Для снижения давления в малом круге кровообращения назначаются ингибиторы АПФ [24]. Пациентам рекомендуется воздерживаться от курения в течение нескольких недель перед операцией. Рекомендованы ранняя активизация и физиотерапия после операции. Пациенты с

нарастающими значениями креатинина имеют высокий риск развития легочных осложнений [25].

Осложнения со стороны ЖКТ

Всем больным на догоспитальном этапе проводят ФЭГДС. При наличии в анамнезе язвенной болезни желудка или двенадцатиперстной кишки или эрозивного гастрита за неделю до операции и в послеоперационном периоде больному профилактически назначаются блокаторы протонной помпы (омезопразол), антациды. При необходимости проводится заместительная терапия ферментными препаратами [24].

При обследовании пациента необходимо проводить боковую ангиографию для выявления патологии висцеральных артерий. Иногда стеноз или окклюзия висцеральных ветвей может стать серьезной проблемой во время операции. При поражениях дистальных отделов ВБА показано шунтирование, при поражении в устье – трансортальная эндартерэктомия. Большинство авторов согласны с мнением о необходимости коррекции значимых асимптомных стенозов ВБА.

Панкреатит является редким осложнением; он может быть следствием эмболии атероматозными массами. Ишемия печени может стать причиной коагулопатий. Поэтому подчеркивается важность быстрой реваскуляризации печени и кишечника. По окончании операции должен осуществляться пальпаторный контроль пульсации ЧС и ВБА, а при сомнительных случаях – выполняться доплерография и дуплексное сканирование.

После операции отмечается нарастание уровня молочной кислоты, связанное с неадекватной дистальной перфузией. В неосложненных случаях эти показатели нормализуются в течение недели, в противном случае можно предположить развитие ишемии органов пищеварения. Длительное пережатие аорты также приводит к повышению уровня амилазы, который нормализуется через 4–6 дней. Доказано, что меньшее количество осложнений наблюдается в тех случаях, когда в первую очередь реваскуляризируются печень и кишечник, а потом – межреберные артерии [20].

Спинальные осложнения

Тяжелые неврологические нарушения после операций на грудном отделе аорты являются, по-видимому, самыми грозными осложнениями и для пациента, и для врача. Частота ишемии спинного мозга при операциях на торакоабдоминальном отделе аорты ранее достигала 8–16% [3, 56], а в настоящее время она составляет от 1% до 13% [26, 27].

К факторам риска периоперационного поражения спинного мозга относят экстренную операцию, расхождение, распространенный патологический процесс, длительный период пережатия аорты, разрыв аорты, уровень пережатия аорты, возраст пациента и патологию почек в анамнезе. Высокая частота спинальных осложнений при реконструктивных операциях на аорте объясняется анатомическими особенностями кровоснабжения СМ, гемодинамическими нарушениями и геморрагическими осложнениями во время операции.

Кровоснабжение спинного мозга

Сосуды, кровоснабжающие спинной мозг, могут быть подразделены на 2 взаимосвязанных бассейна: внутренний и наружный. Внутренний бассейн представлен одной передней и двумя задними спиналь-

ными артериями, которые располагаются в передней срединной борозде и задних столбах соответственно. Внешний бассейн представлен радикуломедуллярными артериями, которые должны обеспечивать питание внутреннего бассейна. Радикулярные артерии сопровождают спинномозговые нервы и могут отдавать медуллярные ветви, которые и по обеспечивают циркуляцию во внутреннем бассейне. Сами медуллярные артерии имеют высокую вариабельность как по месту отхождения, так и распространенности. Фактически в кровоснабжении внутреннего бассейна спинного мозга участвуют 7 или 8 радикуломедуллярных артерий.

Шейный и верхнегрудной отделы спинного мозга кровоснабжаются в основном позвоночными артериями. Нижняя грудная и поясничная части спинного мозга кровоснабжаются 3–5 передними радикулярными артериями, самая важная из которых – артерия Адамкевича. Эта крупная артериальная ветвь, которая является основой кровоснабжения грудопоясничного отдела аорты, была описана в 1882 г. польским анатомом Adamkiewicz [28]. Обычно ее называют *arteria radicularis magna*, *great radiculomedullary arteria* или артерия Адамкевича.

Артерия Адамкевича проникает в спинномозговой канал между Т9–Т12 в 75–85% случаев [29]. Свыше чем у 36% людей артерия Адамкевича оказывается единственной магистралью в питании нижней половины СМ [30] (по данным J. L. Corbin, более чем в 40% [31]).

При облитерации межреберных артерий (например, при пристеночном тромбозе) или при их пережатии во время операции основная роль в кровоснабжении спинного мозга переходит к коллатералям, которыми могут служить внутренние грудные артерии [32], поясничные артерии, околопозвоночные сосуды, артерии околоостистых мышц и тазовое кровообращение (а. hypogastrica).

Методы защиты спинного мозга

В экспериментах было показано, что перфузионное давление в спинном мозге, т. е. кровоток спинного мозга, равняется разнице между артериальным давлением и давлением СМЖ [33]. Таким образом, ишемия спинного мозга может быть индуцирована системной гипотензией во время операции, гипотензией в дистальной аорте во время ее пережатия и хирургических манипуляций, рассечения главных передних спинномозговых артерий, чрезмерного повышения давления СМЖ или послеоперационной гипотензией или гипоксемией. Исходя из этого, стратегия защиты спинного мозга включает 3 направления: поддержание артериального давления в спинном мозге; минимизация давления СМЖ; уменьшение повреждения спинного мозга после ишемического инсульта (таблица).

Идентификация критических межреберных артерий

Kieffer с соавт. показали, что риск неврологических осложнений возрастает, когда к области реконструкции примыкают критические межреберные артерии [34]. Williams с соавт. показали тенденцию к снижению неврологических осложнений при сохранении межреберных артерий проксимальнее или дистальнее области реконструкции [35]. Для идентификации критических сосудов применяются различные методы, однако спинальная ангиография является трудоемкой, длительной и часто приводит к спинальным осложнениям, интраоперационный люмбографический метод не нашел широкого применения. КТ-ангиография и МР-ангио-

Методы защиты спинного мозга

1. Поддержка спинального кровотока

Идентификация критических межреберных артерий
Дооперационная селективная ангиография, КТ/МРТ-ангиография
Интраоперационное мониторирование вызванных потенциалов
Поддержание адекватной перфузии дистальных отделов аорты
Пассивные временные обходные шунты
Левожелудочковый обход
ИК с частичным сердечно-лёгочным обходом
Полное ИК с гипотермической остановкой кровообращения
Имплантация критических межреберных артерий
Введение сосудорасширяющих препаратов в спинномозговой канал

2. Дренирование спинномозговой жидкости

3. Защита спинного мозга от ишемии

Гипотермия
Системная
Пассивная (умеренная)
Активная (умеренная или глубокая при ИК)
Регионарная
Изолированная перфузия сегмента аорты
Эпидуральная гипотермия
Лекарственные средства

рафия широко используются [36, 37], но не обладают высокой чувствительностью.

Интраоперационное мониторирование вызванных потенциалов

Хотя методы защиты продолжают развиваться и детали их применения могут различаться в разных клиниках, мониторинг вызванных потенциалов стал уже общепринятым, так как дает возможность сразу же вмешаться при появлении каких-либо нарушений вызванных потенциалов, отражающих неврологическое поражение.

Мониторирование вызванных потенциалов оценивает способность длинных трактов спинного мозга передавать импульс во время пережатия аорты. Применяются соматосенсорные вызванные (ССВП) и двигательные вызванные потенциалы (ДВП). При мониторинге вызванных соматосенсорных потенциалов используются стимулирующие электроды, которые располагают над периферическими нервами нижних конечностей, и регистрирующие электроды, которые располагают над соответствующей гемисферой головного мозга. При мониторинговании моторных вызванных потенциалов применяется стимуляция двигательных корешков или двигательных нейронов, а регистрация ведется с периферических мышц. Обычно снижение амплитуды или увеличение латентности указывает на нарушение в проведении, вызванное либо физиологическими (например, гипотензией или глубокой гипотермией), либо патофизиологическими (ишемия спинного мозга) факторами. По электродам на верхних конечностях можно проводить сопутствующий контроль над разными системными факторами, такими как действие анестетиков, гипотермия, гиповолемия, и другими.

Мониторинг ССВП более удобен, чем ДВП, так как менее чувствителен к анестетикам и допускает использование парализующих препаратов, однако имеет

свои ограничения. ССВП зависят только от целостности чувствительных путей: заднего и латерального столбов, а при операциях на аорте ишемическое повреждение, как правило, затрагивает передний моторный столб. В противоположность этому ДВП образуются за счет стимуляции моторной зоны коры и снимаются на уровне спинного мозга, периферических нервов или мышц [38]. Так как ответная реакция пропорциональна количеству простимулированных двигательных нейронов, эти вызванные потенциалы очень чувствительны к нейромышечной блокаде и анестетикам.

Исследования показали, что мониторинг ССВП ассоциирован с замедленной регистрацией ишемии по сравнению с транскраниальным мониторингом ДВП, а также с высокой частотой ложноотрицательных и ложноположительных результатов [39, 40].

В исследовании Dong и соавт. была продемонстрирована большая чувствительность мониторинга ДВП по сравнению с мониторингом ССВП при реконструкции нисходящей аорты у 56 пациентов [41]. В настоящее время исследование ДВП является самым чувствительным и специфичным методом определения критических сегментарных артерий [41, 42].

Если после манипуляций на сегментарных артериях появляются острые изменения вызванных потенциалов, нужно оптимизировать гемодинамику (например, повысить артериальное давление и/или дистальное перфузионное давление). Если это не приводит к улучшению, хирург должен попытаться реимплантировать межреберные или поясничные артерии в критической области или произвести эндартерэктомия, чтобы предотвратить ишемический инсульт спинного мозга. Такой схемой пользуется большинство хирургов. Однако недавно группа исследователей продемонстрировала более эффективный способ идентификации критических сегментарных артерий. Авторы предложили

вводить в пережатый участок аорты около 300–450 охлажденной крови (4° С) и в течение 3 минут наблюдать за изменениями амплитуды вызванных потенциалов. Если амплитуда снижалась более чем на 50%, то все артерии, отходящие от пережатого участка, реимплантировались. Если же амплитуда существенно не менялась – артерии перевязывались [43].

Поддержание адекватной перфузии спинного мозга

Для кровоснабжения дистальных отделов аорты используют различные методы экстракорпоральной перфузии, которые обсуждались выше. Минимальное дистальное артериальное давление должно составлять 60 мм рт. ст. для обеспечения адекватного кровотока в спинном мозге, тогда как максимальное проксимальное артериальное давление должно быть около 90–100 мм рт. ст. [44]. Адекватная перфузия спинного мозга должна подтверждаться наличием вызванных соматосенсорных либо двигательных потенциалов.

Как говорилось выше, позвоночные артерии вносят свой вклад в кровоснабжение передней части спинного мозга. Проксимальная гипертензия может увеличить этот вклад позвоночных артерий в кровоснабжение спинного мозга, также как и коллатеральный кровоток. Другие методы поддержания артериального кровотока в спинном мозге включают быструю реимплантацию критических межреберных артерий в аортальный протез. Из-за риска развития синдрома обкрадывания спинного мозга нужно избегать назначения вазодилататоров.

Реконструкция межреберных артерий

С практической точки зрения, реимплантация сегментарных артерий технически трудно осуществимая процедура, которая увеличивает время пережатия аорты, и может быть не выполнима в случаях выраженного атероматозного поражения либо острого расслоения устьев артерий. Acher с соавт. показали, что при длительном пережатии аорты реимплантация межреберных артерий является ненужной процедурой, и правильнее перевязывать все артерии, при этом общая частота неврологических осложнений составляет 3% [45]. Тем не менее, по мнению большинства авторов, выключение критических сегментарных артерий из кровоснабжения спинного мозга имеет решающее значение в патогенезе ишемических повреждений спинного мозга.

Интракавальное введение папаверина также было описано в качестве метода, вызывающего расширение артерий спинного мозга и, таким образом, увеличивающего спинномозговой кровоток [46].

Дренирование спинномозговой жидкости

Рациональность мониторингирования давления и дренирование СМЖ основываются на теоретическом положении, что, когда давление СМЖ превышает венозное спинномозговое давление, достигается критическое давление закрытия и наступает венозный коллапс. Таким образом, ПДСМ представляет собой разницу между давлением в спинальных артериях и давлением самой СМЖ. Мета-анализ 8 исследований показал снижение послеоперационных неврологических осложнений при дренировании СМЖ ($p < 0,0001$) [47]. Дренирование СМЖ – простой и относительно безопасный метод, который в комбинации с другими мероприятиями является эффективным.

Техника дренирования СМЖ

Катетер 18-го размера (18-gauge) устанавливается в спинномозговой канал между 2-м и 3-м поясничными позвонками. Катетер через тройник присоединяют к монитору для контроля давления и дренирования СМЖ во время операции и в послеоперационном периоде (2–3 дня). Давление СМЖ поддерживается на уровне не выше 10 мм рт. ст. При проведении дренирования СМЖ возможны следующие осложнения: головная боль, развитие спинномозговой или эпидуральной гематомы, воспалительная реакция, менингиты и длительное истечение СМЖ. К тому же попадание крови в субарахноидальное пространство может привести к спазму сосудов и уменьшению кровоснабжения спинного мозга [48].

Гипотермия

Первоначально высказывалась теория о том, что гипотермия обеспечивает защиту нейронов за счет снижения скорости метаболических реакций в мозге. Последние экспериментальные данные объясняют значительную нейрональную защиту слабой гипотермией снижением выброса возбуждающих нейромедиаторов, снижением образования свободных радикалов, уменьшением постишемического отека и стабилизацией кровотока в ЦНС. Чем больше охлаждать спинной мозг, тем больше могут быть периоды толерантности к ишемии. Глубокая гипотермия может приводить к фибрилляции предсердий и желудочков.

Гипотермия легко достигается пассивным охлаждением в холодной операционной комнате при основном разрезе. Охлажденные покрывала и несогретые растворы для внутривенного введения также способствуют охлаждению (пассивная гипотермия). Если используется экстракорпоральный контур, то с помощью теплообменника можно регулировать температуру тела (активная гипотермия).

Описаны две разновидности регионарной гипотермии: прямое введение охлажденного раствора в эпидуральное пространство/спинномозговой канал или в изолированный сегмент грудной аорты, от которого отходят критические сегментарные ветви [49].

В клинической практике для предупреждения параличей с успехом применяется эпидуральное охлаждение. Cambria с соавт. вводили 4° С физиологический раствор через эпидуральный катетер, расположенный между 11-м и 12-м грудными позвонками. Пациентам ($n=70$) вводили 1442 ± 718 мл раствора, и температура СМЖ была снижена до 24° С, в то время как температура тела поддерживалась на уровне 34° С. Хотя такая методика приводила к повышению давления СМЖ, авторами было показано значимое снижение частоты развития послеоперационного неврологического дефицита [50].

Лекарственные средства

Для многих фармакологических веществ проводилась оценка защитного действия при ишемическом или реперфузионном повреждении спинного мозга. Целью использования барбитуратов и профилактики гипергликемии служат снижение метаболизма нейронов и повышение толерантности спинного мозга к ишемии. [51] Использование метилпреднизолона позволяет защитить спинной мозг до и после пережатия аорты [52, 53]. Механизм этого защитного действия до конца не ясен, но он

может быть связан с уменьшением отека спинного мозга и уменьшением свободных радикалов. Подобным образом использовался маннитол для коррекции ишемического поражения спинного мозга. Предполагается, что маннитол действует похожим образом, что и метилпреднизолон. Необходимо дальнейшее исследование эффективности различных лекарственных препаратов для защиты спинного мозга во время операций на грудной аорте.

Хирургия аневризм грудного и торакоабдоминального отделов аорты в настоящее время является одним из труднейших и нерешенных разделов сердечно-сосудистой хирургии, поскольку сопряжена с высокой частотой осложнений, связанных с ишемическими повреждениями органов во время пережатия аорты. К настоящему времени при реконструктивных операциях на нисходящем и торакоабдоминальном отделах аорты разработаны различные методы защиты внутренних органов, применение которых позволило существенно снизить частоту осложнений и летальность при операции.

ЛИТЕРАТУРА

1. Lawrie G. M., Earle N., DeBaakey M. E. Evolution of surgical techniques for aneurysms of the descending thoracic aorta: twenty-nine years experience with 659 patients // J. card. surg. – 1994. – Nov. № 9 (6). – P. 648–661.
2. Panneton J. M., Hollier L. H. Basic data underlying clinical decision making. Nondissecting thoracoabdominal aortic aneurysms: Part I // An. vasc. surg. – 1995. – № 9. – P. 503.
3. Svensson L. G., Crawford E. S., Hess K. R., et al. Thoracoabdominal aortic aneurysms associated with celiac, superior mesenteric, and renal artery occlusive disease: methods and analysis of results in 271 patients // J. vasc. surg. – 1992. – № 16. – P. 378.
4. Goldman L., Caldera D. L., Nussbaum S. R., Southwick F. S., Krogstad D., Murray B., Burke D. S., O'Malley T. A., Goroll A. H., Caplan C. H., Nolan J., Carabello B., Slater E. E. Multifactorial index of cardiac risk in noncardiac surgical procedures // N. engl. j. med. – 1977. – Oct. 20. № 297 (16). – P. 845–850.
5. Detsky A. S., Abrams H. B., Forbath N., Scott J. G., Hilliard J. R. Cardiac assessment for patients undergoing noncardiac surgery. A multifactorial clinical risk index // Arch. intern. med. – 1986. – № 146. – P. 2131–2134.
6. Coselli J. Si., LeMaire S. Ai. Descending and thoracoabdominal aortic aneurysms / Lh. Cohn, ed // Cardiac surgery in the adult. – New York: McGraw-Hill, 2008. – P. 1277–1298.
7. Godet G., Fleron M. H., Vicaut E., et al. Risk factors for acute postoperative renal failure in thoracic or thoracoabdominal aortic surgery: a prospective study // Anesth. analg. – 1997. – № 85. – 1227–1232.
8. Svensson L. G., Coselli J. S., Safi H. J., Hess K. R., Crawford E. S. Appraisal of adjuncts to prevent acute renal failure after surgery on the thoracic or thoracoabdominal aorta // J. vasc. surg. – 1989. – № 10. – P. 230–239.
9. Jacobs M. J., de Mol B. A., Legemate D. A., Veldman D. J., de Haan P., Kalkman C. J. Retrograde aortic and selective organ perfusion during thoracoabdominal aortic aneurysm repair // Eur. j. vasc. endovasc. surg. – 1997. – № 14. – P. 360–366.
10. Safi H. J., Harlin S. A., Miller C. C., et al. Predictive factors for acute renal failure in thoracic and thoracoabdominal aortic aneurysm surgery // J. vasc. surg. – 1996. – № 24. – P. 338–345.
11. Joob A. W., Dunn C., Miller E., Freedlender A., Kron I. L. Effect of left atrial to left femoral artery bypass and renin-angiotensin system blockade on renal blood flow and function during and after thoracic aortic occlusion // J. vasc. surg. – 1987. – № 5. – P. 329–335.
12. Matthew N. Levy oxygen consumption and blood flow in the hypothermic, perfused kidney // Am. j. physiol. – 1959. – № 197. – P. 1111–1114.
13. Harvey R. B. Effects of temperature on function of isolated dog kidney // Am. j. physiol. – 1959. – № 197. – P. 181–186.
14. Semb G., Krog J., Johansen K. Renal metabolism and blood flow during local hypothermia, studied by means of renal perfusion in situ // Acta. chir. scand. suppl. – 1960. – 253. – P. 196–202.
15. Koksoy, Cuneit, LeMaire, Scott A., Curling, Patrick E., Raskin, Steven A., Schmittling, Zachary C., Conklin, Lori D., Coselli, Joseph S. Renal perfusion during thoracoabdominal aortic operations: cold crystalloid is superior to normothermic blood // An. thorac. surg. – 2002. – № 73. – P. 730–738.
16. Nicholson M. L., Baker D. M., Hopkinson B. R., Wenham P. W. Randomized controlled trial of the effect of mannitol on renal reperfusion injury during aortic aneurysm surgery // Br. j. surg. – 1996. – № 83. – P. 1230–1233.
17. Hager B., Betschart M., Krapf R. Effect of postoperative intravenous loop diuretic on renal function after major surgery // Schweiz. med. wochenschr. – 1996. – № 126. – P. 666–673.
18. Salem M. G., Crooke J. W., McLoughlin G. A., Middle J. G., Taylor W. H. The effect of dopamine on renal function during aortic cross clamping // An. r. coll. surg. engl. – 1988. – № 70. – P. 9–12.
19. De Figueiredo L. F., Coselli J. S. Individual strategies of hemostasis for thoracic aortic surgery // J. card. surg. – 1997. – № 12. – P. 222–228.
20. The marstrand. Workshop-group thoracoabdominal aortic aneurysms with special reference to technical problems and complications // European journal of vascular surgery. – 1993. – № 7–6. – P. 725–730.
21. Casati V., Sandrelli L., Speziali G., et al. Hemostatic effects of tranexamic acid in elective thoracic aortic surgery: a prospective, randomized, double-blind, placebocontrolled study // J. thorac. cardiovasc. surg. – 2002. – № 123. – P. 1084–1091.
22. Day J. R., Punjabi P. P., Randi A. M., et al. Clinical inhibition of the seven-transmembrane thrombin receptor (PAR1) by intravenous aprotinin during cardiothoracic surgery // Circulation. – 2004. – № 110. – P. 2597–2600.
23. Shapiro A. D., Gilchrist G. S., Hoots W. K., Cooper A., Gastineau D. A. Prospective, randomised trial of two doses of fviia (novoseven) in haemophilia patients with inhibitors undergoing surgery // Thromb haemost. – 1998. – № 80. – P. 773–778.
24. Spiridonov A. A., Tutov E. G., Arakelyan V. S., Pryad S. I., Dorofeev A. N., Stoiko M. I. Surgical treatment strategy of thoracoabdominal aortic aneurysm // J. ang. vasc. sugr. – 2001. – Vol. 71. – P. 37.
25. Christian D. Etz., Gabriele Di Luozzo, Ricardo Bello, Maximilian Luehr, Muhammad Z. Khan, Carol A. Bodian, Dr. Tel., Randall B. Griep, Konstadinos A. Plestis, Pulmonary complications after descending thoracic and thoracoabdominal aortic aneurysm repair: predictors, prevention, and treatment // An. thorac. surg. – 2007. – № 83. – P. 870–876.
26. Joseph S. Coselli, Jovan Bozinovski and Catherine Cheung hypothermic circulatory arrest: safety and efficacy in the operative treatment of descending and thoracoabdominal aortic aneurysms // The annals of thoracic surgery. – March 2008. – Vol. 85. Issue 3. – P. 956–964.
27. Michael J., Jacobs and Werner P. I. Mess. The role of evoked potential monitoring in operative management of type I and type II thoracoabdominal aortic aneurysms // Seminars in thoracic and cardiovascular surgery. – 2003. – Vol. 15. № 4 (october). – P. 353–364.
28. Adamkiewicz A. Die blutgefasse des menschlichen ruckenmarkes. II. Teil. die gefasse der ruckenmarkoberfläche // S B Hiedelberg akad wiss. – 1882. – № 85. – P. 101–130.
29. Savader S. J., Williams G. M., Trerotola S. O. et al. Preoperative spinal artery localization and its relationship to postoperative neurologic complications // Radiology. – 1993. – № 189. – P. 165–171.
30. Скоромец А. А., Скоромец А. П., Скоромец Т. А., Туссен Т. П. Спинальная ангионеврология: Руководство для врачей. – СПб. – М.: МЕДпресс-информ, 2003. – 608 с.
31. Corbin J. L. Anatomie et pathologie artérielles de la moelle. – Paris: Masson, 1961.

32. Giglia J. S., Zelenock G. B., D'Alecy L. G. Prevention of paraplegia during thoracic aortic cross-clamping: importance of patent internal mammary arteries // J. vasc. surg. – 1994. – № 19. – P. 1044–1051.
33. HoUier L. H. Protecting the brain and spinal cord // J. vasc. surg. – 1987. – № 5. – P. 524–528.
34. Kieffer E., Richard T., Chiras J., Godet G., Cormier E. Preoperative spinal cord arteriography in aneurysmal disease of the descending thoracic and thoracoabdominal aorta: preliminary results in 45 patients // An. vasc. surg. – 1989. – № 3. – P. 34–46.
35. Williams G. M., Perler B. A., Burdick J. F. et al. Angiographic localization of spinal cord blood supply and its relationship to postoperative paraplegia // J. vasc. surg. – 1991. – № 13. – P. 23–35.
36. Kudos K., Terae S., Asano T., Oka M., Kaneko K., Ushikoshi S., Miasaka K. Anterior spinal artery and artery of Adamkiewicz detected by using multidetector row CT // Am. j. neuroradio. – 2003. – № 24. – P. 13–17.
37. Yamada N., Okita Y., Minatoya K., Tagusari O., Ando M., Takamiya M., Kitamura S. Preoperative demonstration of the Adamkiewicz artery by magnetic resonance angiography in patient with descending or thoracoabdominal aortic aneurysms // Eur. j. cardiothorac. surg. – 2000. – № 18. – P. 104–111.
38. Juvonen T., Biancari F., Rimpilainen J., et al. Strategies for spinal cord protection during descending thoracic and thoracoabdominal aortic surgery: up-to-date experimental and clinical results-a review // Scand cardiovasc. j. – 2002. – № 36. – P. 136–160.
39. Meylaerts S. A., Jacobs M. J., Iterson V. V., et al. Comparison of transcranial motor evoked potentials and somatosensory evoked potentials during thoracoabdominal aortic aneurysm repair // An. surg. – 1999. – № 230. – P. 742–749.
40. Crawford E. S., Mizrahi E. M., Hess K. R., et al. The impact of distal aortic perfusion and somatosensory evoked potential monitoring on prevention of paraplegia after aortic aneurysm // J. thorac. cardiovasc. surg. – 1988. – № 95. – P. 357–367.
41. Dong C. J., Mac Donald D. B., Janusz M. T. Intraoperative spinal cord monitoring during thoracic and thoracoabdominal aneurysm surgery // An. thorac. surg. – 2002. – № 74. – P. 1873–1876.
42. Van Dongen E. P., Schepens M. A., Morshuis W. J., et al. Thoracic and thoracoabdominal aortic aneurysm repair: Use of evoked potential monitoring in 118 patients // J. vasc. surg. – 2001. – № 34. – P. 1035–1040.
43. Etz, ChMakoto Hamaishi, Kazumasa Orihashi, Shinga Takahashi et al. Transcranial motor-evoked potentials following intra-aortic cold blood infusion facilitates detection of critical supplying artery of spinal cord // Eur. j. cardio-thorac. sur. – 2008. – № 33. – P. 695–699.
44. Laschinger J. C. Spinal cord injury following surgical correction of acute aortic disruption // Semin. thorac. cardiovasc. surg. – 1992. – № 4. – P. 217–222.
45. Acher C. W., Wynn M. M., Hoch J. R., Popic P. I., Archibald J., Turnipseed W. D. Combined use of cerebral spinal fluid drainage and naloxone reduces the risk of paraplegia in thoraco-abdominal aneurysm repair // J. vasc. surg. – 1994. – № 19. – P. 236–248.
46. Svensson L. G., Stewart R. W., Cosgrove D. M. III, et al. Intrathecal papaverine for the prevention of paraplegia after operation on the thoracic or thoracoabdominal aorta // J. thorac. cardiovasc. surg. – 1988. – № 96. – P. 823–829.
47. Cina C. S., Abouzahr L., Arena G. O., et al. Cerebrospinal fluid drainage to prevent paraplegia during thoracic and thoracoabdominal aortic aneurysm surgery: a systematic review and meta-analysis // J. vasc. surg. – 2004. – № 40. – P. 36.
48. Roland P. S., Marple B. F., Meyerhoff W. S., Mickey B. Complications of lumbar spinal fluid drainage // Otolaryngol. head. neck. surg. – 1992. – № 107. – P. 564–569.
49. Fehenbacher J., McCready R., Hormuth D. et al. One-stage segmental resection of extensive thoracabdominal aneurysms with left-sided heart bypass // J. vasc. surg. – 1993. – № 18. – P. 366–371.
50. Cambria R. P., Davison J. K., Zannetti S., et al. Clinical experience with epidural cooling for spinal cord protection during thoracic and thoracoabdominal aneurysm repair // J. vasc. surg. – 1997. – № 25. – P. 234–241.
51. Hollier L. M., Money S., Naslund T. et al. Risk of spinal cord dysfunction in patients undergoing thoracoabdominal aortic replacement // Am. j. surg. – 1992. – № 164. – P. 210–214.
52. Bracken M. B., Shepard M. J., Collins W. F. et al. A randomized controlled trial of methylprednisolone or naloxone in the treatment of acute spinal cord injury // NEJM. – 1990. – № 322. – P. 1405–1411.
53. Woloszyn T. T., Marini C. P., Coons M. S., et al. Cerebrospinal fluid drainage and steroids provide better spinal cord protection during aortic cross-clamping than does either treatment alone // An. thorac. surg. – 1990. – № 49. – P. 78–82.

Поступила 05.03.2013

**Ю. С. ВИННИК, Л. В. КОЧЕТОВА, А. Б. КУЛИКОВА, Ю. А. НАЗАРЬЯНЦ,
Р. А. ПАХОМОВА, М. Н. КУЗНЕЦОВ, Е. С. ВАСИЛЕНЯ**

УЛЬТРАЗВУКОВАЯ ДЕНСИТОМЕТРИЯ В ДИАГНОСТИКЕ ОСТЕОАРТРОПАТИИ У БОЛЬНЫХ САХАРНЫМ ДИАБЕТОМ

*Кафедра общей хирургии Красноярского государственного медицинского университета
им. проф. В. Ф. Войно-Ясенецкого,
Россия, 660022, г. Красноярск, ул. Партизана Железняка, 1.
Тел. 8-392-71-29-70. E-mail: Vikto-potapenk@yandex.ru*

Поражение нижних конечностей – одно из тяжелейших осложнений сахарного диабета, приводящее к нейроостеоартропатии. Синдром диабетической стопы значительно снижает качество жизни больных. По различным данным, от 20% до 50% всех госпитализаций больных сахарным диабетом связано с поражением стоп.

Ключевые слова: минеральная плотность кости, синдром диабетической стопы, диабетическая остеоартропатия.

**Yu. S. VINNIK, L. V. KOCHETOVA, A. B. KULIKOVA, Yu. A. NAZARYANC,
R. A. PAHOMOVA, M. N. KUZNETSOV, Ye. S. VASILENY**