



# СПОСОБЫ КРОВЕСБЕРЕЖЕНИЯ ПРИ ОПЕРАЦИЯХ НА ПОЗВОНОЧНИКЕ У ДЕТЕЙ: ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

Г.Э. Ульрих

Санкт-Петербургская государственная педиатрическая медицинская академия

В обзоре литературы обобщены результаты исследований, посвященных способам кровесбережения при операциях на позвоночнике у детей. Дана критическая оценка преимуществ и недостатков каждой из методик. Отмечена наибольшая эффективность при сочетании нескольких способов у одного пациента, но при этом обращено внимание на риск ухудшения кровоснабжения спинного мозга и необходимость строгого мониторинга системной гемодинамики и транспорта кислорода.

**Ключевые слова:** кровесбережение, анестезия, операции на позвоночнике у детей.

BLOOD SAVING IN PEDIATRIC SPINAL SURGERY:  
LITERATURE REVIEW

G.E. Ulrikh

The analysis of literature data on blood saving in pediatric spinal surgery is presented in the review. The advantages and shortcomings of each method are critically evaluated. It is marked that the highest efficiency is achieved by combination of several methods in one patient. Special attention is paid to the risk of reducing spinal cord blood supply and necessity of thorough monitoring of systemic hemodynamics and oxygen transport.

**Key words:** blood saving, anesthesia, pediatric spinal surgery.

Hir. Pozvopoc. 2005;(1):91–94.

Операции по коррекции деформации позвоночника являются одними из наиболее травматичных в ортопедии и сопровождаются значительной кровопотерей. Кровопотеря у детей в зависимости от метода лечения и длительности операции находится в пределах 30–40 % объема циркулирующей крови (ОЦК) и обычно не превышает 60 % [8, 39]. У взрослых она может достигать 70–80 % ОЦК [1]. Несмотря на совершенствование хирургической техники, объем кровопотери при операциях на позвоночнике за последние 25 лет существенно не изменился [35], а причины кровопотери, выявленные в начале развития вертебральной хирургии, остаются практически такими же, как и раньше: объем травмируемых тканей, длительность операции, повторные операции, нерациональная хирургическая тактика, уровень артериального и венозного давления [16, 26, 34, 35].

К способам снижения кровопотери относятся совершенствование хирургической техники и тактики, инфильтрация тканей эпинефрином; профилактика повышения внутрибрюшного давления, анестезия с пониженным давлением крови.

Обсуждение хирургической техники и тактики выходит за рамки нашей работы. Однако следует отметить, что действия хирурга позволяют в ряде случаев существенно снизить кровопотерю. Среди них – выбор варианта коррекции с меньшей травматизацией тканей у конкретного больного, более точное отслоение надкостницы, сдавление кровотокающей ткани, применение инфильтрации тканей эпинефрином [31]. J.W. Brodsky et al. [10] обращают внимание на то, что хирургическая тактика и время операции больше влияют на сокращение кровопотери, чем уровень артериального давления.

Ограничение экскурсии грудной клетки в положении лежа на животе

требует более высокого давления на вдохе при ИВЛ, что ведет к повышению среднего внутрилегочного давления [5, 6]. Это затрудняет венозный возврат крови к сердцу и отток из венозной сети позвоночника. Последнее может увеличивать интраоперационную кровопотерю.

Повышение венозного давления в сосудах органов брюшной полости увеличивает сброс крови через коллатеральные вены позвоночника и влияет на объем кровопотери [36]. С.К. Park [29] сравнил объем кровопотери и величину внутрибрюшного давления при операциях на позвоночнике в положении лежа на животе в группах с укладкой на узкую и широкую раму Вилсона (Wilson). Внутрибрюшное давление исследователь измерял с помощью баллона, установленного в прямой кишке. Отмечена высокая степень корреляции между кровопотерей и давлением в прямой кишке. Потеря крови была достоверно выше на фоне увеличения

внутрибрюшного давления при укладке на узкой раме Вилсона. Подъем внутрибрюшного и соответственно венозного давления исключает особая укладка на специальном операционном столе [29, 36]. Эффективность таких столов заключается в создании нескольких опор для тела, позволяющих передней брюшной стенке провиснуть. При отсутствии специального оборудования аналогичных результатов можно достичь применением набора валиков или надувного круга [5, 6]. Дополнительные снижение внутрибрюшного давления обеспечивают применением миорелаксации.

Гипотензивная анестезия (САД на уровне 90–70 мм рт. ст.) позволяет снизить кровопотерю на 49 %, а потребность в переливании донорской крови – до 42 % [24, 30, 33]. R.L. Lennon et al. [25], напротив, сообщают об отсутствии разницы между гипотензивной и нормотензивной анестезией. Имеются разноречивые данные о причине уменьшения кровопотери при гипотензивной анестезии, вызываемой различными способами. Среди них выделяют снижение сердечного выброса и ударного объема левого желудочка [2, 23, 31], снижение венозного давления при применении нитроглицерина [17, 18]. Однако использование препаратов, расширяющих сосуды, нередко сопровождается компенсаторной тахикардией и увеличением сердечного выброса за счет барорефлекторного механизма, что может приводить к рикошетному повышению артериального давления [31] и тахифилаксии, чаще встречающейся у детей [37, 38]. В связи с этим у детей более популярными препаратами остаются галогенсодержащие ингаляционные анестетики. Недостатком последних является медленное пробуждение при проведении Wake-up test [31]. J.R. Donald [15] предупреждает, что крайне низкие цифры артериального давления во время гипотензивной анестезии существенно не снижают кровопотерю, но увеличивают число осложнений, связанных с нарушением кровоснабжения органов, в том числе спинного мозга.

Так триметафан дает хорошие клинические результаты, но в эксперименте доказана его способность снижать кровоснабжение спинного мозга, что увеличивает риск неврологических осложнений [31].

М. Kakiuchi [22] сообщает о снижении кровопотери, происходящем в основном за счет уменьшения венозного давления в условиях нормотензивной общей анестезии в сочетании с эпидуральной блокадой по сравнению с общей анестезией без блокады. Ученый поддерживал артериальное давление на одинаковом уровне в обеих группах, при этом измерение венозного давления и внутрикостного давления в телах позвонков продемонстрировало более низкие значения в группе с эпидуральной блокадой. В связи с тем, что кровотоке из костной ткани имеет в основном венозную природу, J.W. Brodsky et al. [10] считают, что снижение венозного давления играет большую роль в ограничении кровопотери, чем уменьшение артериального.

Следует отметить, что применение гипотензивной анестезии является одним из немногих способов, приемлемых для кровосбережения у членов Общества свидетелей Иеговы, отказывающихся от методов предварительной заготовки и интраоперационного сбора аутокрови (если эта кровь сразу не будет возвращена в кровеносное русло). Однако J.W. Brodsky et al. [10] демонстрируют неэффективность гипотензивной анестезии.

Сбережение собственной крови пациента можно обеспечить несколькими способами: предоперационной заготовкой аутокрови и ее компонентов; предоперационной изволемиической гемодилюцией («острая нормоволемиическая гемодилюция»); сбором и возвратом крови, теряемой во время и после операции.

Предоперационная заготовка аутокрови и ее компонентов – методика, широко применяемая у взрослых. Она является особенно эффективной в сочетании с другими способами кровосбережения [20]. H. Cowell

и J. Swickard [12] одними из первых сообщили о предоперационном резервировании крови у детей и подростков в возрасте от 7 до 20 лет. Из 155 ортопедических операций, при которых использовалась аутокровь, только 50 потребовало дополнительного использования гомологичной крови. Интервал между заборами крови составлял пять дней, с последним забором за 4–5 дней до операции. Заготовка аутокрови и стимуляция эритропоэза еще больше сокращают частоту применения донорской крови у детей [40]. К сожалению, несовершенство законодательства до недавнего времени ограничивало применение этого способа у детей в нашей стране [9]. Невозможность забора крови у маленьких детей без применения анестезии или глубокой седации делает эту методику трудноисполнимой.

Одним из способов сбережения крови является предоперационная изволемиическая гемодилюция (ПИГ). Она широко применяется при операциях на позвоночнике у взрослых и детей [11, 19, 21, 41]. Развитие дефицита факторов свертывания из-за гипокоагуляции разведения ограничивает использование этой методики при кровопотере более 30 % ОЦК и может потребовать трансфузии донорской плазмы. Расширение возможностей ПИГ до кровопотери 45 % ОЦК без использования донорских компонентов крови может быть достигнуто путем введения в протокол заранее заготовленной аутоплазмы [9]. Сочетание терапии эритропоэтином с ПИГ, по мнению L. Meneghini et al. [28], существенно расширяет возможности гемодилюции у детей.

Сбор и возврат крови, теряемой во время и после операции, – незамеченная методика при массивных кровопотерях, позволяющая значительно сократить количество используемых донорских эритроцитов [3, 4]. При аппаратной обработке такой крови пациенту возвращают только эритроциты. По данным В.В. Громовай и др. [3], интраоперационная

аппаратная реинфузия при нейрохирургических вмешательствах на головном мозге и кровопотере до 70 % ОЦК позволяла отказаться от использования донорских эритроцитов, а при более высокой кровопотере проведение операции без этого метода было невозможно. Недостатком метода является гипокоагуляция из-за потери значительного количества плазменных факторов свертывания при значительных объемах реинфузии и необходимости трансфузии донорской плазмы [7]. Другим ограничением для применения этого метода является высокая стоимость аппаратуры и расходных материалов, что делает его экономически нецелесообразным при кровопотере менее 35 % ОЦК. О большей эффективности заготовки компонентов аутокрови и ПИГ в хирургии позвоночника у подростков, чем аппаратного сбора

крови, говорят L.A. Copley et al. [11]. Это, вероятно, обусловлено меньшим объемом кровопотери в сравнении с нейрохирургическими вмешательствами на головном мозге.

Оптимальных результатов достигают методики, совмещающие несколько способов кровесбережения у одного пациента [18]. Но такая тактика требует особого внимания и осторожности, так как эксперименты по сочетанию гемодилюции и гипотензии у животных продемонстрировали, что транспорт кислорода находится на границе физиологической дозволности [13, 14, 32]. По мнению А. Грегори [2], эти методики имеют полное право на существование при условии хорошего мониторинга и использования короткодействующих гипотензивных средств для быстрого, при необходимости, восстановления нормального

кровообращения.

Переливание компонентов донорской крови достаточно часто требуется маленьким детям при операциях на позвоночнике. Эти пациенты оказываются менее способными к аутодонорству. По мнению K.L. Meert et al. [27], требуется поиск новых способов терапии, чтобы уменьшить потерю крови и применение донорских компонентов у дошкольников.

Обобщая, можно сказать, что способы снижения кровопотери при операциях на позвоночнике у детей имеют как общие черты, характерные для кровесберегающих методик, применяемых в других областях хирургии, так и отличия, обусловленные особенностями хирургических вмешательств на позвоночнике. Большая эффективность достигается сочетанием нескольких способов.

## Литература

1. Бирюкова Е.Е., Плетнев И.Н. Методы кровесбережения и крововосполнения при хирургической коррекции сколиотической деформации позвоночника // Науч.-практ. конф. SICOT: Тез. докл. СПб., 2002. С. 19–20.
2. Грегори Д.А. Анестезия в педиатрии. М., 2003.
3. Громова В.В., Лубнин А.Ю., Сазонова О.Б. и др. Применение различных методов аутоаутоинфузии при нейрохирургических вмешательствах // Бескровная хирургия: Новые направления в хирургии, анестезиологии, трансфузиологии. М., 2003. С. 166–168.
4. Лубнин А.Ю., Громова В.В., Арустамян С.Р. и др. Массивная кровопотеря в нейрохирургии: опыт применения кровесберегающих методик // Бескровная хирургия: Новые направления в хирургии, анестезиологии, трансфузиологии. М., 2003. С. 96–98.
5. Маерова Н.Д. Проблемы анестезиологического обеспечения в оперативной вертебрологии // Хирургия: Тез. докл. пленума проблемной комиссии. Новосибирск, 1986. С. 111–114.
6. Маерова Н.Д., Цивьян Я.Л. Методика ведения операционного и раннего послеоперационного периодов при оперативном лечении сколиотической болезни. Новосибирск, 1983.
7. Трекова Н.А., Кузнецов Р.В., Иванов А.С. и др. Методы сбережения крови у детей, оперированных в условиях искусственного кровообращения // Бескровная хирургия: Новые направления в хирургии, анестезиологии, трансфузиологии. М., 2003. С. 59–61.
8. Ульрих Г.Э. Анестезиологическое обеспечение CD коррекции // Инструментальная коррекция деформаций позвоночника методом Y. Cotrel и J. Dubouset / Под ред. А.Ю. Мушкяна, Э.В. Ульриха. СПб., 2002. С. 8–10.
9. Ульрих Г.Э., Ушаков А.В. Нормоволемическая гемодилюция аутологичной свежезамороженной плазмой в хирургии позвоночника у детей // Вестн. хирургии им. И.И. Грекова. 2002. Т. 161. № 5. С. 48–50.
10. Brodsky J.W., Dickson, J.H., Erwin, W.D., et al. Hypotensive anesthesia for scoliosis surgery in Jehovah's Witnesses // Spine. 1991. Vol. 16. P. 304–306.
11. Copley L.A., Richards B.S., Safavi F.Z., et al. Hemodilution as a method to reduce transfusion requirements in adolescent spine fusion surgery // Spine. 1999. Vol. 24. P. 219–222.
12. Cowell H.R., Swickard J.W. Autotransfusion in children's orthopaedics // J. Bone Joint Surg. Am. 1974. Vol. 56. P. 908–912.
13. Crystal G.J., Rooney M.W., Salem M.R. Myocardial blood flow and oxygen consumption during isovolemic hemodilution alone and in combination with adenosine-induced controlled hypotension // Anesth. Analg. 1988. Vol. 67. P. 539–547.
14. Crystal G.J., Salem M.R. Myocardial and systemic hemodynamics during isovolemic hemodilution alone and combined with nitroprusside-induced controlled hypotension // Anesth. Analg. 1991. Vol. 72. P. 227–237.
15. Donald J.R. Induced hypotension and blood loss during surgery // J. R. Soc. Med. 1982. Vol. 75. P. 149–151.
16. Dubos J., Mercier C. [Anesthetic problems and postoperative care in the surgery for scoliosis] // Agressologie. 1994. Vol. 34. P. 27–32. French.
17. Fahmy N.R. Nitroglycerin as a hypotensive drug during general anesthesia // Anesthesiology. 1978. Vol. 49. P. 17–20.
18. Fahmy N.R. Techniques for deliberate hypotension: haemodilution and hypotension // In: G.E.H. Enderby, ed. Hypotensive Anaesthesia. L., 1985. P. 164.
19. Fontana J.L., Welborn L., Mongan P.D., et al. Oxygen consumption and cardiovascular function in children during profound intraoperative normovolemic hemodilution // Anesth. Analg., 1995. Vol. 80. P. 219–225.
20. Garcia-Erce J.A., Munoz M., Bisbe E., et al. Predeposit autologous donation in spinal surgery: a multicentre study // Eur. Spine J. 2004. Vol. 13. (Suppl. 1). P. S34–S39.
21. Kafer E.R., Collins M.L. Acute intraoperative hemodi-

- lution and perioperative blood salvage // *Anesth. Clin. North. Am.* 1990. Vol. 8. P. 543–567.
22. **Kakiuchi M.** Reduction of blood loss during spinal surgery by epidural blockade under normotensive general anesthesia // *Spine.* 1997. Vol. 22. P. 889–894.
  23. **Knight P.R., Lane G.A., Nicholls M.G., et al.** Hormonal and hemodynamic changes induced by pentolinium and propranolol during surgical correction of scoliosis // *Anesthesiology.* 1980. Vol. 53. P. 127–134.
  24. **Lawhon S.M., Kahn A. 3rd, Crawford A.H., et al.** Controlled hypotensive anesthesia during spinal surgery. A retrospective study // *Spine.* 1984. Vol. 9. P. 450–453.
  25. **Lennon R.L., Hosking M.P., Gray J.R., et al.** The effects of intraoperative blood salvage and induced hypotension on transfusion requirements during spinal surgical procedures // *Mayo. Clin. Proc.* 1987. Vol. 62. P. 1090–1094.
  26. **McNeil T.W., DeWald R.L., Kuo K.N., et al.** Controlled hypotensive anesthesia in scoliosis surgery // *J. Bone Joint Surg. Am.* 1974. Vol. 56. P. 1167–1172.
  27. **Meert K.L., Kannan S., Mooney J.F.** Predictors of red cell transfusion in children and adolescents undergoing spinal fusion surgery // *Spine.* 2002. Vol. 27. P. 2137–2142.
  28. **Meneghini L., Zadra N., Aneloni V., et al.** Erythropoietin therapy and acute preoperative normovolaemic haemodilution in infants undergoing cranioclysis surgery // *Paediatr. Anaesth.* 2003. Vol. 13. P. 392–396.
  29. **Park C.K.** The effect of patient positioning on intraabdominal pressure and blood loss in spinal surgery // *Anesth. Analg.* 2000. Vol. 91. P. 552–557.
  30. **Patel N.J., Patel B.S., Paskin S., et al.** Induced moderate hypotensive anesthesia for spinal fusion and Harrington-rod instrumentation // *J. Bone Joint Surg. Am.* 1985. Vol. 67. P. 1384–1387.
  31. **Phillips W.A., Hensinger R.N.** Control of blood loss during scoliosis surgery // *Clin. Orthop.* 1988. N 229. P. 88–93.
  32. **Plewes J.L., Farhi L.E.** Cardiovascular responses to hemodilution and controlled hypotension in the dog // *Anesthesiology.* 1985. Vol. 62. P. 149–154.
  33. **Porter S.S., Asher M., Fox D.K.** Comparison of intravenous nitroprusside, nitroprusside-captopril, and nitroglycerin for deliberate hypotension during posterior spine fusion in adults // *J. Clin. Anesth.* 1988. Vol. 1. P. 87–95.
  34. **Raw D.A., Beattie J.K., Hunter J.M.** Anaesthesia for spinal surgery in adults // *Br. J. Anaesth.* 2003. Vol. 91. P. 886–904.
  35. **Relton J.E.S.** Anesthesia in the surgical correction of scoliosis. In Risenborough E.J., Herndon J.H.: *Scoliosis and Other Deformities of the Axial Skeleton.* Little, Brown, Boston, 1975. P. 309.
  36. **Relton J.E.S., Hall J.E.** An operation frame for spinal fusion. A new apparatus designed to reduce haemorrhage during operation // *J. Bone. Joint. Surg. Br.* 1967. Vol. 49. P. 327–332.
  37. **Salem M.R., Toyama T., Wong A.Y., et al.** Haemodynamic responses to induced arterial hypotension in children // *Br. J. Anaesth.* 1978. Vol. 50. P. 489–494.
  38. **Salem M.R., Wong A.Y., Bennett E.J., et al.** Deliberate hypotension in infants and children // *Anesth. Analg.* 1974. Vol. 53. P. 975–981.
  39. **Simpson M.B., Georgopoulos G., Ellert R.E.** Intraoperative blood salvage in children and young adults undergoing spinal surgery with predeposited autologous blood: efficacy and cost effectiveness // *J. Pediatr. Orthop.* 1993. Vol. 13. P. 777–780.
  40. **Sonzogni V., Crupi G., Poma R., et al.** Erythropoietin therapy and preoperative autologous blood donation in children undergoing open heart surgery // *Br. J. Anaesth.* 2001. Vol. 87. P. 429–434.
  41. **Wong K.C., Webster L.R., Coleman S.S., et al.** Hemodilution and induced hypotension for insertion of a Harrington rod in a Jehovah's Witness patient // *Clin. Orthop.* 1980. Vol. 152. P. 237–240.

**Адрес для переписки:**

Ульрих Глеб Эдуардович  
194100, Санкт-Петербург, ул. Литовская, 2,  
СПбГПМА  
gleb@gu7659.spb.edu