НЕВРОЛОГИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ И МОНИТОРИНГ ПРИ ХИРУРГИЧЕСКОЙ КОРРЕКЦИИ ТЯЖЕЛЫХ ФОРМ СКОЛИОТИЧЕСКОЙ БОЛЕЗНИ

Умарходжаев Фатхулла Рихсиходжаевич - д.м.н., доцент
Ташкентский педиатрический медицинский институт (Ташкент, Узбекистан)

Аннотация. *В данной статье изучены применение средств предоперационного неврологического контроля и мониторинга. Проведен анализ проблемы неврологических осложнений при плановой хирургии тяжелых форм сколиотической болезни.*

Ключевые слова: *Сколиоз, хирургия, нейромониторинг, осложнения, дети и подростки.*

NEUROLOGICAL CONTROL AND MONITORING DURING SURGICAL CORRECTION OF SEVERE FORMS OF SCOLIOTIC DISEASE

Umarkhodzhaev Fatkhulla Rikhsikhodzhaevich - D.M.Sc., associate professor
Tashkent Pediatric Medical Institute (Tashkent, Uzbekistan)

Abstract. *In this article searched usage of preoperative neurological control and monitoring. Carried out analysis of the problem of neurological complications during elective surgery of severe scoliotic disease forms.*

Key words: *Scoliosis, surgery, neuromonitoring, complications, children and adolescent.*

SKOLIOTIK KASALLIKLARNING OG'IR SHAKLLARINI JARROXIK YO'LLARI BILAN TUZATISHDA NEVROLOGIK NAZORAT VA MONITORING

Umarxo'jaev Fatxulla Rixsixo'jaevich - t.f.d., dotsent
Toshkent pediatriya tibbiyot instituti (Toshkent, O‘zbekiston)

Izoh. *Ushbu maqola operatsiyadan oldingi nevrologik nazorat va monitoring vositalaridan foydalanishni o'rganadi. Skolyoz kasalligining og'ir shakllarini rejali jarrohlik amaliyotida nevrologik asoratlar muammosi tahlil qilindi.*

Kalit so'zlar: *Skolioz, jarrohlik, neyromonitoring, asoratlar, bolalar va o'smirlar.*

Неврологические осложнения в структуре осложнений связанных с лечением тяжелых форм сколиозов заслуживают наибольшего внимания, поскольку частота их возникновения является главным индикатором безопасности плановой хирургии. Такие осложнения чаще встречаются при осуществлении корригирующих вертебротомий и являются следствием прямого или (первичного), либо апосредованного (вторичного) воздействия на спинной мозг и его оболочки с нарушением функции первого [1,3,8,27]. Широкомасштабные исследования баз данных показывают, что неврологический дефицит более всего регистрировали при лечении тяжелых форм сколиозов с применением VCR в 6,3%-8% случаев, при этом на долю SPO приходится 1,1% и только в 0,9% случаев регистрируют при отсутствии в комплексе лечения двух первых вмешательств [2,32, 27, 5]. Наибольшие риски развития неврологических осложнений присутствуют, если величина сколиоза превышает 100°, имеется выраженный кифоз, исходная неврологическая симптоматика или наличие дисплазии позвонков [16, 12, 18, 26, 17], при этом частота ятрогенной нижней параплегии колеблется в пределах 0,1%,-1,0% [7, 13]. Несмотря на наличие значительного опыта у оперирующих вертебрологов, неврологические расстройства такого плана регистрируют на 41% чаще при ревизионных вмешательствах, чем при первичных при доминирующем количестве осложнений у пациентов с ревизионными операциями ($p<0,001$) и использованием корригирующих вертебротомий ($p<0,01$) [24]. Следует отметить, что частота параплегий регистрировалась в 2 раза чаще при применении имплантатов, чем без них (1,15% и 0,52% соответственно), при этом в 9,6% случаев повреждения спинного мозга восстановления функции последнего не последовало [27].

Учитывая важность проблемы неврологических осложнений для плановой хирургии сколиоза и его тяжелых форм, в частности, применение средств периоперационного неврологического контроля и мониторинга является обязательным условием лечения.

“Wake-up-test” Stagnara, как средство интраоперационного контроля двигательной функциии спинного мозга было предложено еще в 1973 году анестезиологом Vauzelle и др., как понятие “пациент шагающий во время операции”, тем не менее, до настоящего времени тест считается «золотым стандартом» в хирургии сколиоза.

Тест оценивает функциональную целостность всей двигательной системы и разделяется на две фазы: дооперационную и интраоперационную. Дооперационная фаза состоит в формировании у пациента убеждения в том, что от него будет требоваться пошевелить конечностями при пробуждении во время операции. Во второй фазе во время операции анестезиолог снижает силу наркоза и действие миорелаксантов, пробуждает пациента и требует выполнения движений верхними и нижними конечностями. Если тест параплегии положительный, то инициируется стратегия лечения неврологического осложнения и в первую очередь уменьшения величины достигнутой коррекции [22, 28]. Следует отметить, что повторное проведение теста не всегда выполнимо, поскольку время проведения теста ограничено из-за риска неадекватной анестезии пациента. Кроме того, несмотря на свою высокую достоверность тест иногда бывает не способен выявить повреждения спинного мозга. Применение теста также ограничено в случаях, когда пациент исходно не может двигать конечностями, не в состоянии выполнять команды или не просыпается. В большинстве случаев “wake-up-test” проводится по завершению коррекции и не дает информации о состоянии чувствительной сферы. Кроме того, при снижении уровня анестезии пациент может прийти в возбуждение экстубироваться или упасть со стола, а также есть противопоказания для применения теста у маленьких детей, при ментальных нарушениях, тугоухости и в случае существования языкового барьера. [28].

Клонус-тест используют для выявления повреждения спинного мозга при наличии проблемы верхнего двигательного нейрона и шока спинного мозга [22]. Тест основан на выявлении клонуса (например, стопы или надколенника), продуцируемого рефлексом растяжения. В норме центральное торможение предохраняет от проявления клонуса, но если его нет, то можно вызвать клонус. Следует помнить, что в операционной при выходе из общей анестезии клонус вызывается, поскольку анестезия снижает корковое торможение. При повреждении спинного мозга во время операции пациент проходит через период спинального шока, вялый паралич и поэтому вызвать клонус становится невозможно, даже во время выхода из наркоза. Позднее спинальный шок купируется, у пациента развивается спастическая параплегия и вызвать клонус становится опять можно. Таким образом, для оценки клонус-теста имеется очень короткий период времени после окончания операции, всего несколько минут, когда анестетики и релаксанты прекращают свое действие и восстанавливается самостоятельное дыхание пациента. Отсутствие клонуса может указывать на повреждение спинного мозга, но также может говорить о том, что уровень анестезии слишком высок для обеспечения коркового торможения. Поэтому, из-за низкой достоверности клонус-тест всегда считали вспомогательным средством в определении повреждений спинного мозга [22].

Соматосенсорные вызванные потенциалы (ССВП) и двигательные вызванные потенциалы (ДВП) являются обязательным условием осуществления всех хирургических вмешательств на позвоночнике, а в комплексе оперативного лечения сколиоза играют ведущую роль [10]. Использование методики ССВП для мониторинга функции спинного мозга было впервые описано Nash C.L. с соавт. в 1977 году, который стимулируя периферический нерв смешанного типа вызывал ССВП, регистрируя ответы краниально и каудально от места хирургического вмешательства многократно, повторно во время проведения операции, а их амплитуда

(высота) и задержка (время прохождения) сравнивались с базовыми дооперационными параметрами [20]. Регистрация ССВП предоставляют информацию относительно функции периферического нерва, который стимулируется, передавая сигнал по чувствительнам трактам спинного мозга, ствола мозга в соматосенсорную часть коры головного мозга и не является средством выбора при необходимости получения данных о функционировании двигательных трактов. Для вызова ССВП применяются стимулы в виде прямоугольного импульса в 200–300 микросекунд и частотой 4,1–4,7 в 1 секунду. При проведении ССВП интенсивность стимулов варьирует, но в основном находится в пределах 25 мА. Большинство исследователей считает критически значимыми снижение амплитуды ССВП более чем на 50% и увеличение задержки на 10% и более, в сравнении с базовыми значениями. [6].

Имеется множество нехирургических факторов, изменяющих сигнал ССВП, из которых наиболее важными являются анестетики, среднее артериальное давление и температура. [30]. Анестезиологи вынуждены избегать ингаляционных веществ и использовать внутривенные препараты для продуцирования адекватного уровня седации, при этом миорелаксанты не оказывают существенного воздействия на ССВП даже при записи на уровне полной или почти полной миорелаксации. Было замечено, что только при уровне артериального давления выше 60 мм рт.ст. обычно не происходит значимых изменений ССВП [7]. Надежность теста по некоторым данным составляет 72%-98,6% [24]. Регистрация СВП может давать как ложно отрицательные, так и ложноположительные результаты [11, 25, 9, 6] Было выявлено, что при наличии исходно имеющейся неврологической симп-

томатики ССВП продемонстрировали низкую достоверность 72% при малой амплитуде, по сравнению с неврологически интактными пациентами, а у 16% своих пациентов не удалось записать ССВП. Однако, многоканальная запись ССВП одновременно с ДВП, способна повысить эффективность до 96%-98,5%. [4, 10].

Мультимодальный нейромониторинг предполагает применение комбинации ССВП и ДВП при котором хирурги могут получать в режиме реального времени точную информацию, как относительно функции чувствительного, так и двигательного трактов спинного мозга, при этом, для получения ДВП стимулируется и двигательная кора, и спинной мозг [10]. Такой нейромониторинг позволяет выявить и информировать хирургов в процессе хода операции о уже возникшем обратимом или необратимом нарушении проводящей функции СМ, либо о восстановлении/улучшении нарушенной проводящей функции СМ, в ответ на производимые хирургические воздействия. Критериями негативного изменения проводящей функции СМ является уменьшение чувствительного и двигательного ответов на 50% по амплитуде в сочетании с 10% увеличением латентности в отношении к их исходным интраоперационным и/или предоперационным значениями, что является основанием для подачи негативного предупреждающего прогностического сигнала. Восстановление или улучшение характеристик, указанных выше ответов по отношению к исходным, является основанием для подачи позитивного прогностического сигнала, и расценивается, как устранение фактора, провоцирующего нарушение или ухудшение проводящей функции СМ [29, 10]. Данный способ общепризнан мировым хирургическим сообществом и является обязательным условием сопровождения всех хирургических вмешательств на позвоночнике и спинном мозге. Клинически доказано, что мультимодальный интраоперационный нейромониторинг СМ является высокоэффективным (92,3%) и высокоспецифичным (98,5%) средством интраоперационного нейрофизиологического контроля. [31, 15, 19, 10]. Он достоверно снижает частоту интраоперационных неврологических осложнений, позволяя объективно оценивать состояние многих нейронных структур у пациентов, пребывающих в наркозе с отключенным сознанием, дает возможность сократить время принятия экстренного решения по смене плана операции, повышая шансы больного на благоприятный исход хирургического лечения при возникшем осложнении [19, 10, 31, 23].

Среди ограничений и недостатков метода можно выделить то, что оценивается непроизвольная сфера деятельности спинного мозга, и специалисты не имеют представлений о степени произвольного контроля за чувствительной и двигательной сферами, что по сути возможно только в состоянии ясного сознания пациента. В связи с чем «тест с пробуждением Stagnara» наряду с послеоперационным физикальным неврологическим обследованием по-прежнему остаются обязательным средством окончательного полного контроля неврологической функции пациента после хирургического вмешательства. По мнению нейрофизиологов применение миорелаксантов «короткого действия» и специальные виды тотальной анестезии полностью не исключают возможных ошибок в диагностике и могут стать причиной регистрации, как ложноположительных, так и ложноотрицательных сигналов мультимодального мониторинга спинного мозга. Известно также, что метод малоэффективен у больных с неврологически осложненными сколиотическими деформациями [10].

Многочисленные публикации показывают, что до настоящего времени в литературе нет достоверных данных о распространенности тяжелой сколиотической патологии, поскольку не определены главные критерии и не установлены четкие границы отличия тяжелых форм сколиозов от не тяжелых, так же как не установлены принципы и критерии структурного разделения внутри самой категории тяжелых форм сколиозов, что не позволяет осуществлять обоснованный дефференцированный подход при выборе хирургических стратегий в комплексе лечения сложной патологии. Высокая эффективность лечения, 61%-87% коррекции тяжелых сколиотических искривлений, сопряжена с не менее высокой частотой всевозможных осложнений, среди которых только на долю галотракции и VCR может приходиться 32-50% и 32%-59% таких случаев, соответственно, при 12,3% частоте повторных операций [32, 11]. Неврологические осложнения регистрируют в 6,3%-8% случаев, с частотой возникновения необратимой параплегии 0,1%, -1,0% [32, 27, 5], что обуславливает необходимость дополнительного аппаратного нейромониторинга. Критический уровень безопасности, наблюдаемый при хирургическом лечении тяжелых форм сколиозов, обусловлен не только тяжестью состояния, но и значительными объемами, сложностью и травматичностью применяемых хирургических стратегий, что становится главной причиной значительной (7-12 часов) продолжительности операций, массивных кровотечений в 22% случаев и потере 6%-316% ОЦК с необходимостью гемотрансфузий у 23%-100% пациентов. Все это требует безотлагательного привлечения дополнительных ресурсов, обуславливая многократный рост госпитальных расходов.

Таким образом, технологическая анатомо-функциональная и экономическая экспансивность применяемых стратегий ставит хирургическое лечение тяжелых форм сколиозов не

только в разряд малодоступных, но и не в полной мере оправданных видов хирургической помощи. На сегодня актуальными становятся задачи по формированию дифференцированного подхода в комплексе лечения тяжелых сколиозов и совершенствования применения менее экспансивных, но не уступающих в эффективности стратегий этапной коррекции с использованием временной (предварительной) внутренней дистракции.

ЛИТЕРАТУРА

1. Умарходжаев Ф.Р. Реконструктивно-корригирующие методы лечения прогрессирующего сколиоза. Дисс. Док. мед. наук. – Т., 2021 – 285 с.

2. Умарходжаев Ф.Р. «Редкие формы клинически значимых форм сколиозов» Central Asian journal of medical and natural sciences. Volume 04, issue 06. November-December 2023.

3. Умарходжаев Ф.Р., Умаров Д.Т. Идиопатический сколиоз (обзор литературы) O'zbekiston tibbiyot jurnali. №1 2024.

4. Ashkenaze D., Mudiyam R., Boachie–Adjei O., et al. Efficacy of spinal cord monitoring in neuromuscular scoliosis // Spine. – 1993. – V. 18. – P. 1627–1633.

5. Boachie-Adjei O., Yagi M., Nemani V.M., et al Incidence and risk factors for major surgical complications in patients with complex spinal deformity: a report from an SRS GOP Site // Spine Deformity. – 2015. – V. 3. – P. 57–64.

6. Dawson E.G., Sherman J.E., Kanim L., Nuwer M.R. Spinal cord monitoring Results of the Scoliosis Research Society and the European Spinal Deformity Society Survey // Spine. – 1991. – V. 16. – P. S361–S364.

7. Delank K.S., Delank H.W., König D.P., Popken F., Fürderer S., Eysel P. Iatrogenic paraplegia in spinal surgery // Arch. Orthop. Trauma Surg. – 2005. –V. 125(1). – P. 33–41.

8. Delecrin J., Bernard J.M., Pereon Y., et al. Various mechanisms of spinal cord injury during scoliosis surgery // Neurologic Complications of Spinal Surgery. Proceedings of the 11th GICD Congress. – Arcachon, France, 1994. – P. 13–14.

9. 131. Devlin V. J., Schwartz D. M. Intraoperative Neurophysiologic Monitoring During Spinal Surgery // J. Am. Acad. Ortho. Surg. – September 1. – 2007. – V. 15. – №9. – P. 549–560.

10. Gavaret M., Jouve J.L., Péréon Y.F. et al. Intraoperative neurophysiologic monitoring in spine surgery. Developments and state of the art in France in 2011 M. // Orthopaedics & Traumatology: Surgery & Research. – 2013. – 99. - P. S319—S327.

11. Grossfeld S., Winter R.B., Lonstein J.E., et al. Complications of anterior spinal surgery in children // J. Pediatr. Orthop. – 1997. – V. 17. – P. 89–95.

12. Hamilton D.K., Smith J.S., Sansur C.A., et al. Rates of new neurological deficit associated with spine surgery based on 108,419 procedures: a report of the scoliosis research society morbidity and mortality committee // Spine. – 2011. – Vol. 36(15). – P. 1218–1228.

13. Lubicky J.P., Spadoro J.A., Yuan H.A., et al. Variability of somatosensory evoked potential monitoring during spinal surgery // Spine. – 1989. – V. 14. – P. 790–798.

14. Luk K.D., Hu Y., Wong Y.W., et al. Evaluation of various evoked potential techniques for spinal cord monitoring during scoliosis surgery // Spine. – 2001. – V. 26. – P. 1772–1777.

15. Lukaniec T., Przybylski J. Neurological complications after C-D. Proceedings of the 11th GICD Congress, Arcachon, France, 1994. – P. 42.

16. Ma H., Chen Z., Yang B., Wu J., Tan R., Wang X. Analysis of neurological deficits complications in the treatment of spinal deformity with posterior spinal osteotomy // Chinese Jourrnal of Surgery. – 2012. – V. 50 (4). – P. 328–332.

17. Moroz P., Emans J., Hedequist D., et al. Outcomes of major perioperative neurological complications in paediatric spinal deformity surgery. Proceedings of the SRS 38th Annual Meeting. Quebec, Canada, 2003. – P. 109.

18. Mustain W., Kendig R.J. Dissociation of neurogenic motor and somatosensory evoked potentials // Spine. – 1991. – V. 16. – P. 851–853.

19. Nash C.L., Brown R.H. Current concepts review: Spinal cord monitoring // J. Bone Joint Surg. [Am]. – 1989. – V. 71. – P. 627–630.

20. Nuwer M.R., Dawson E.G., Carlson L.G., et al. Somatosensory evoked potential monitoring reduces neurological deficits after scoliosis surgery: results of a large multicenter study // Electroenceph. Clin. Neurophysiol. – 1995. – V. 96. – P. 6–11.

21. Owen J.H. The application of intraoperative monitoring during surgery for spinal deformity // Spine. – 1999. – V. 24. – №24. – P. 2649–2662.

22. Owen J.H., Sponsellor P.D., Szymanski J., e.a. Efficacy of multimodality spinal cord monitoring during surgery for neuromuscular scoliosis // Spine. – 1995. – V. 20. – P. 1480–1488.

23. Padberg A.M., Komanetsky R.E., Bridwell K.H., et al. Neurogenic motor evoked potentials: A prospective comparison of stimulation methods // J. Spinal Disord. – 1997. – V. 11. – P. 21–24.

24. Pelosi L., Jardine A., Webb J.K. Neurological complications of anterior spinal surgery for kyphosis with normal somatosensory evoked potentials // J. Neurol. Neurosurg. Psychiatry. – 1999. – V. 66. – P. 662–664.

25. Qiu Y., Wang S., Wang B., Yu Y., Zhu F., Zhu Z. Incidence and risk factors of neurological deficits of surgical correction for scoliosis: analysis of 1373 cases at one Chinese institution // Spine. – 2008. – V. 1 (5). – P. 519–526.

26. Reames D.L., Smith J.S., Fu K.M., et al. Complications in the surgical treatment of 19,360 cases of pediatric scoliosis: a review of the Scoliosis Research Society Morbidity and Mortality database // Spine. – 2011. – V. 36 (18). – P. 1484–1491.

27. Sankar W.N., Skaggs D.L., Emans J.B., et al. Neurologic risk in growing rod spine surgery in early onset scoliosis: Is neuromonitoring necessary for all cases? // Spine – 2009. - 34(18): 1952-1955.

28. Skaggs D.L., Lee C., Myung K.S. Neuromonitoring changes are common and reversible with temporary internal distraction for severe scoliosis // Spine Deformity.–2014.– V. 2(1). – P. 61–69.

29. Sloan T.B. Anesthesia during spinal surgery with electrophysiological monitoring // Semin. Spine Surg. – 1997. – V. 9. – P. 302–308.

30. Wilson-Holden T.J., VanSickle D., Lenke L.G. The benefit of neurogenic mixed evoked potentials for intraoperative spinal cord monitoring during correction of severe scoliosis: a case study // Spine. – 2002. – V. 27. – P. E258–E265.

31. Yang C, Zheng Z, Liu H et al. Posterior vertebral column resection in spinal deformity: a systematic review // Eur Spine J. – 2016. - Aug; 25(8): 2368-75. doi: 10.1007/s00586-015-3767-7.