

Задняя фиксация субаксиальных повреждений с использованием полиаксиальных винтов

А.В. Бурцев, А.В. Губин

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Российский научный центр «Восстановительная травматология и ортопедия» им. акад. Г.А. Илизарова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Курган

Posterior fixation of subaxial injuries using polyaxial screws

A.V. Burtsev, A.V. Gubin

Federal State Budgetary Institution «Russian Ilizarov Scientific Center “Restorative Traumatology and Orthopaedics”» (FSBI RISC RTO of the RF Ministry of Health, Kurgan)

Дизайн исследования: ретроспективный анализ. **Цель.** Проанализировать опыт применения задней винтовой фиксации при субаксиальных повреждениях шейного отдела позвоночника. **Материалы и методы.** В основе исследования данные диагностики и лечения 32 пациентов с субаксиальными повреждениями, лечившихся в отделении нейрохирургии центра Илизарова с 2010 по 2014 г., которым была выполнена задняя винтовая фиксация за боковые массы и интерламинарная (трансламинарная) – с имплантацией 178 винтов. Применялась комбинация методик Magerl и Roy-Camille. Использовались различные варианты стабилизации: задняя билатеральная, задняя унилатеральная, комбинированная (передняя и задняя). **Результаты.** Срок наблюдения больных составил от 6 месяцев до 3-х лет. Интраоперационных осложнений, обусловленных введением винтов (повреждения позвоночной артерии и нервных корешков), не наблюдалось. Интраоперационная кровопотеря составила от 100 до 600 мл (средняя 175±10 мл). В срок до 4 недель с момента выполнения фиксации у всех больных полностью купировался болевой синдром в области оперативного вмешательства. Степень ограничения движений соответствовала уровню и количеству фиксированных позвоночно-двигательных сегментов (ПДС). Полнота социальной адаптации зависела от наличия и степени повреждения спинного мозга и нервных корешков и, соответственно, выраженности неврологических расстройств. **Заключение.** Задняя винтовая фиксация в субаксиальном отделе является эффективным способом стабилизации при многоколонных повреждениях. Наиболее распространенной и безопасной является методика фиксации за боковые массы. **Ключевые слова:** позвоночник, субаксиальные повреждения, задняя фиксация, боковые массы, методика Magerl, методика Roy-Camille.

Design: a retrospective analysis. **Purpose.** To analyze the experience of using posterior screw fixation for subaxial injuries of cervical spine. **Materials and Methods.** The study based on the data of diagnosis and treatment of 32 patients with subaxial injuries treated in the Department of Neurosurgery of the Ilizarov Center within the period of 2010-2014 who underwent posterior screw fixation over the lateral mass, as well as interlaminar (translaminar) fixation – with implantation of 178 screws. Magerl and Roy-Camille technique combination used. Different options of stabilization applied: posterior bilateral, posterior unilateral, combined (anterior and posterior). **Results.** Follow-up of the patients was from six (6) months to three (3) years. There were no intraoperative complications due to the screw insertion (vertebral artery and nerve root damages). Intraoperative blood loss amounted from 100 ml to 600 ml (mean: 175±10 ml). The pain syndrome in the zone of surgical intervention eliminated completely within up to four (4) weeks after performing fixation in all patients. The degree of movement limitation corresponded to the level and number of fixed vertebral motion segments (VMS). The completeness of social adaptation depended on the presence and extent of the damage of the spinal cord and nerve roots and, accordingly, on the manifestation of neurological disorders. **Conclusion.** Posterior screw fixation in the subaxial area is an efficient way of stabilization for multicolumn damages. The technique of fixation over the lateral mass is the most common and safe one.

Keywords: the spine, subaxial injuries, posterior fixation, lateral mass, Magerl technique, Roy-Camille technique.

АКТУАЛЬНОСТЬ

Задняя фиксация с использованием винтовых конструкций является наиболее надежным способом стабилизации при повреждениях заднего опорного комплекса в субаксиальном отделе [1, 5]. Эта методика обеспечивает надежную стабилизацию шейного отдела позвоночника при многоуровневой травме [29]. При этом отсутствует необходи-

мость в применении дополнительных способов внешней иммобилизации [6], что позволяет производить раннюю активизацию пациентов в послеоперационном периоде.

Цель. Проанализировать опыт применения задней винтовой фиксации при субаксиальных повреждениях шейного отдела позвоночника.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Ретроспективный анализ данных диагностики и лечения 32 пациентов с субаксиальными повреждениями, лечившихся в отделении нейрохирургии центра Илизарова с 2010 по 2014 г. Всем пациентам выполнялась задняя фиксация с использованием винтовых конструкций. В большинстве случаев преобладали одноуровневые повреждения (табл. 1). На уровне С3-С7 использовалась фиксация за боковые массы, а также интерламинарный (трансламинарный) способ введения винтов на уровне С7 позвонка (табл. 2). Применялась комбинация методик Magerl и Roy-Camille [10, 18, 20]. Точка введения винта соответствовала методике Roy-Camille и располагалась в центре боковой массы, условно разделенной на четыре квадранта.

Траектория введения соответствовала методике Magerl и составляла 25-30° латерально и параллельно поверхности верхнего суставного отростка. Все винты в боковые массы устанавливались бикортикально. В ряде случаев в С7 позвонке из-за слабой выраженности боковых масс использовался интерламинарный способ. Точка введения располагалась у основания острого отростка, траектория была параллельна контралатеральной дуге С7 позвонка (рис. 1).

У 25 (78,1 %) пациентов выполнялась изолированная фиксация субаксиального отдела (С3-С7) (рис. 2, 3). В трех (9,4 %) случаях требовалось продление фиксации на краниоцервикальный отдел (рис. 4). У четверых (12,5 %) пациентов субаксиальная фиксация распространялась

на грудной отдел позвоночника (рис. 5). Использовались различные варианты стабилизации: задняя билатеральная (рис. 2) у 20 (62,5 %) пациентов, задняя унилатеральная (рис. 3) – в двух (6,25 %) случаях, комбинированная

(передняя и задняя) (рис. 6) – у 10 (31,25 %) больных. Было имплантировано 178 винтов (табл. 2). Всем пациентам выполнялся задний локальный костно-пластический спондилодез аутокостью или костным заменителем.

Таблица 1

Уровень субаксиальных повреждений (n=32)

Уровень повреждения	Количество	
	абс.	%
C3	4	12,5
C4	4(2)*	12,5
C5	9(1)*	28,1
C6	14	43,8
C7	1	3,1

Примечание: * – со смежными повреждениями.

Таблица 2

Количество и варианты установленных винтов (n=178)

Вариант установки и уровень	Количество	
	абс. (шт.)	%
C2 pars interarticularis	6	3,4
C3-C7 в боковые массы	154	86,5
C7 интерламинарно (трансламинарно)	10	5,7
C7 транспедикулярно	2	1,1
Th1 интерламинарно	2	1,1
Th1 транспедикулярно	4	2,2

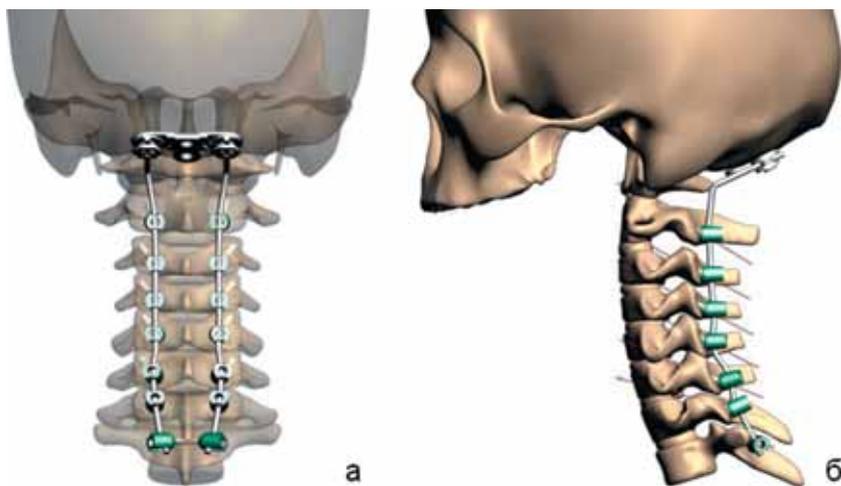


Рис. 1. Схема введения винтов в боковые массы C3-C6 позвонков и интерламинарно в C7 позвонок: а – вид во фронтальной плоскости, б – вид в сагиттальной плоскости

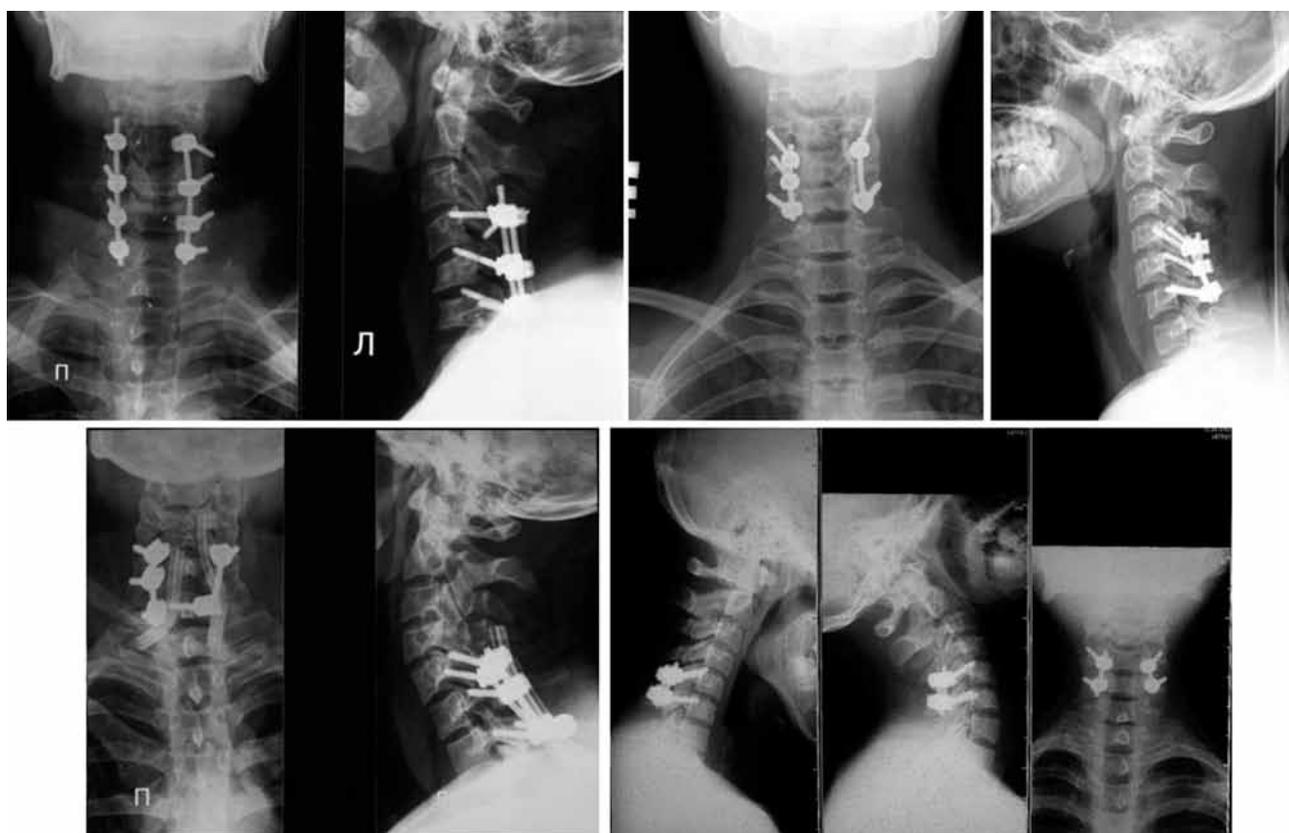


Рис. 2. Рентгенограммы шейного отдела позвоночника после различных вариантов билатеральной задней винтовой фиксации в субаксиальном отделе

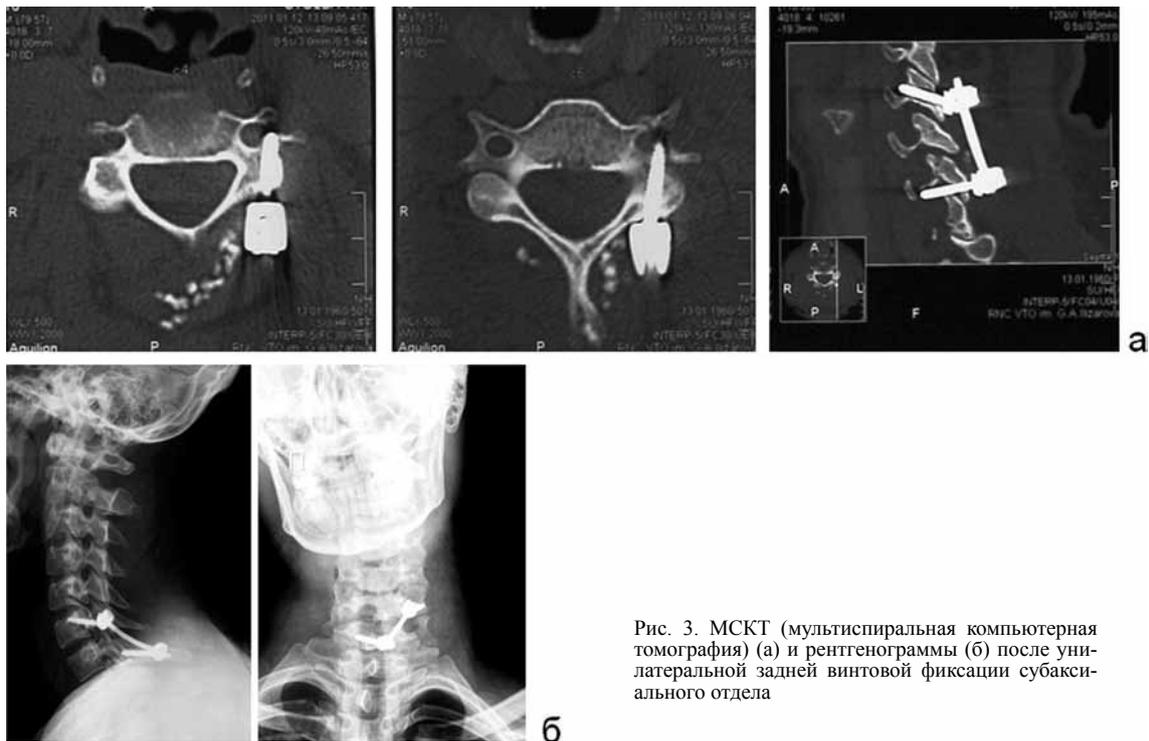


Рис. 3. МСКТ (мультиспиральная компьютерная томография) (а) и рентгенограммы (б) после унilaterальной задней винтовой фиксации субаксиального отдела

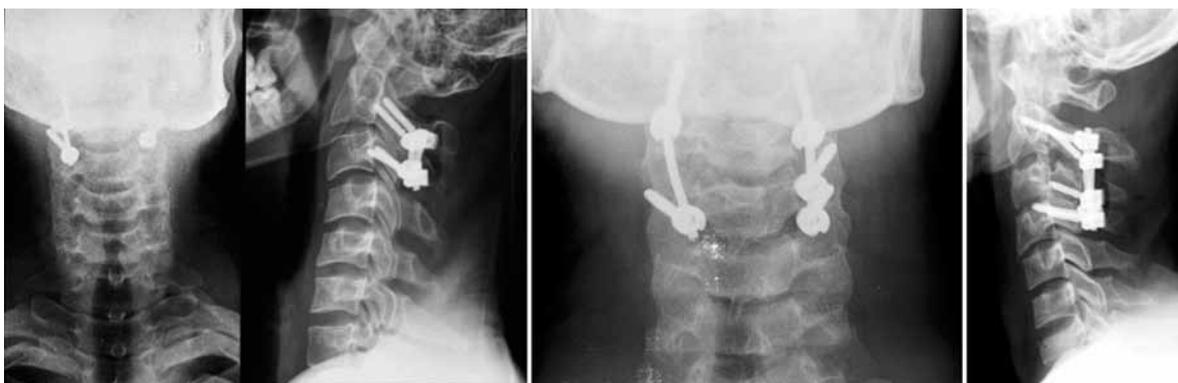


Рис. 4. Рентгенограммы после задней винтовой фиксации субаксиального отдела с переходом на краниоцервикальный отдел (С2 позвонок)

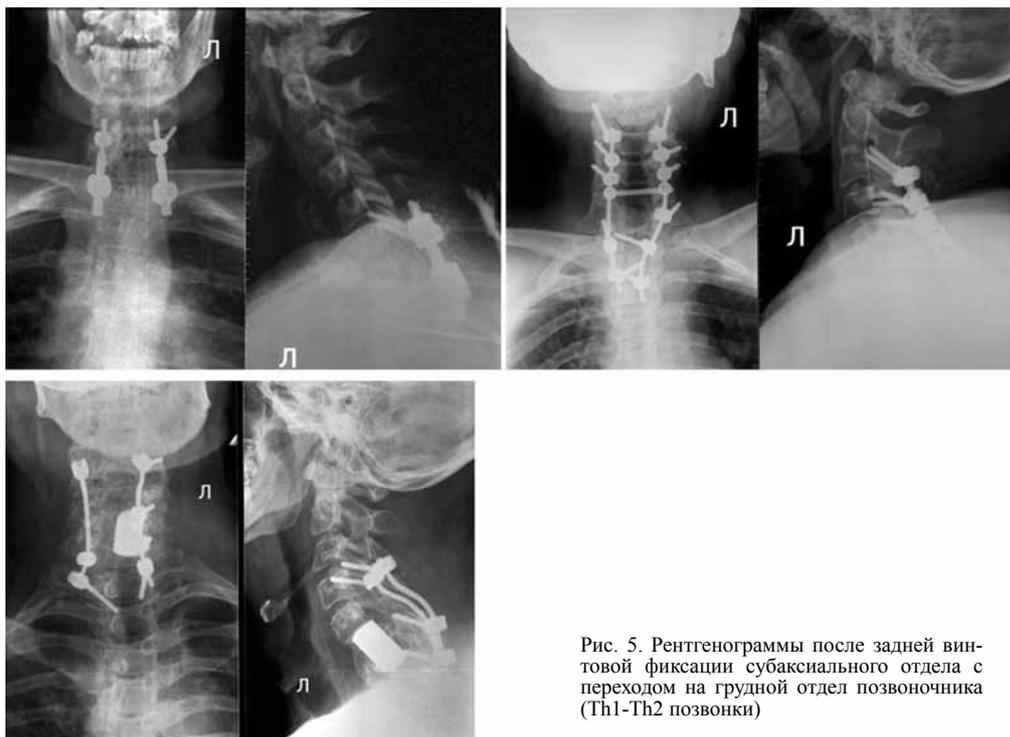


Рис. 5. Рентгенограммы после задней винтовой фиксации субаксиального отдела с переходом на грудной отдел позвоночника (Th1-Th2 позвонки)



Рис. 6. Рентгенограммы после комбинированной фиксации субаксиального отдела

РЕЗУЛЬТАТЫ

Срок наблюдения больных составлял от 6 месяцев до 3-х лет. Интраоперационных осложнений, обусловленных введением винтов (повреждения позвоночной артерии и нервных корешков), не наблюдалось. При этом в ряде случаев бикортикальная установка винтов сопровождалась кровотечением из подготовленного отверстия. Установка винта останавливала кровотечение. Интраоперационная кровопотеря составила от 100 до 600 мл (среднее 175 ± 10 мл).

В раннем послеоперационном периоде у всех пациентов отмечалось формирование кривошеи, обусловленной посттравматическим мышечным спазмом. Это явление самостоятельно купировалось к 4-7 суткам и не требовало специального лечения. В послеоперационном периоде во всех случаях не использовалась дополнительная внешняя иммобилизация. Вертикализация пациентов производилась через 24 часа после оперативного лечения.

Наблюдение пациентов осуществлялось в срок 3, 6, 12, 24, 36 месяцев и включало сбор жалоб, осмотр

с оценкой движений в шейном отделе позвоночника, выполнение двухпроекционной рентгенографии. В сомнительных случаях выполнялась мультиспиральная компьютерная томография (МСКТ). В срок до 4-х недель с момента выполнения фиксации у всех больных полностью купировался болевой синдром в области оперативного вмешательства. При оценке рентгенограмм и данных МСКТ нестабильности, миграции и фрактур элементов металлоконструкции не выявлено. Степень ограничения движений соответствовала уровню и количеству фиксированных позвоночно-двигательных сегментов (ПДС). Наибольшее ограничение движений наблюдалось при стабилизации трех и более ПДС. При этом объем сохраненных движений в краниоцервикальном отделе не доставлял существенных неудобств пациенту (рис. 7). Степень возвращения пациентов к привычному образу жизни зависела от наличия и степени повреждения спинного мозга и нервных корешков и, соответственно, выраженности неврологических расстройств.



Рис. 7. Фото пациента С. после задней винтовой фиксации четырех сегментов. Объем движений в шейном отделе позвоночника в послеоперационном периоде

ОБСУЖДЕНИЕ

В настоящее время при трехколонных повреждениях шейного отдела позвоночника «золотым» стандартом является задняя фиксация с использованием винтовых систем [1, 5, 6, 7, 18, 20, 23, 25, 29]. Наибольшее распространение получили методики введения винтов в боковые массы [7, 17, 19, 20, 22, 26, 31]. При этом, согласно биомеханическим исследованиям, наибольшая жесткость фиксации достигается при использовании транспедикулярно установленных винтов [1, 4, 8, 9, 12, 17, 22]. Однако данная методика требует использования навигационных систем, кроме того, существует высокий риск нейрососудистых осложнений (повреждений позвоночной артерии, спинного мозга и нервных корешков) [4, 6, 9, 11, 12, 13, 24, 27, 28, 30]. По некоторым данным, фиксация за боковые массы обеспечивает схожую с транспедикулярными винтами ригидность [29], особенно при бикортикальном размещении [14]. Следует отметить, что бикортикальная установка винтов в боковые массы несет более высокий риск повреждения нервных корешков, чем уникортикальная [14, 28]. Однако четкое соблюдение траектории введения позволяет избежать этих осложнений [3, 10]. Наиболее распространенными и безопасными являются методики Roy-Camille и Magerl, при этом ширина безопасности методики Magerl ниже на уровне С6 позвонка из-за риска повреждения позвоночной артерии, в то время как метод Roy-Camille имеет низкую высоту безопасности на уровне С5, С6 позвонков вследствие возможности ранения нервных корешков [3]. При использовании методики Roy-Camille интраоперационно сложнее выбрать точный угол траектории даже опытному хирургу, при этом выбранный врачом угол не выходит за диапазон безопасности [18].

Согласно анатомическим исследованиям, фиксация за боковые массы безопасна в субаксиальном отделе на уровне С3-С6 позвонков. Точка введения – середина боковой массы (как у Roy-Camille), краниальная девиация соответствует 30°, боковая – 20° (как у Magerl).

Длина винтов составляет 13-15 мм [3, 15, 20, 26]. Использование модифицированной методики (Magerl и Roy-Camille) снижает риск нейроваскулярных повреждений. Наиболее безопасными уровнями введения винтов с точки зрения ранения нервных корешков для методики Roy-Camille является С3-С4, для метода Magerl – С5-С6 [16].

Согласно анализу 457 винтов, введенных в боковые массы, 9,6 % всех мальпозиций обусловлены недостаточной боковой девиацией. При этом сосудисто-нервных осложнений отмечено не было. Боковая девиация менее 15° несет высокий риск повреждения позвоночной артерии [10]. Следует отметить, что при фиксации за боковые массы интраоперационно не используется флюороскопия и навигационное оборудование, но требуется четкое соблюдение траектории введения [10, 17, 22]. Ряд авторов в качестве ориентира боковой девиации предлагают использовать ипсилатеральную дугу. Введение винта осуществляется параллельно дуге, что позволяет избежать повреждения позвоночной артерии [19]. Фиксация за боковые массы является безопасным методом, в том числе у детей при использовании методики Magerl [21].

Для С7 позвонка разработано три варианта установки винтов: в боковые массы, транспедикулярно, интерламинарно. При этом все способы обеспечивают примерно схожую ригидность. В ряде случаев у С7 позвонка боковые массы менее выражены чем в других субаксиальных позвонках, что делает невозможным введение в них винтов [6]. Транспедикулярная установка на этом уровне более безопасна с точки зрения ранения позвоночной артерии, так как в 94,9 % случаев ее вхождение соответствует С6 позвонку и лишь в 0,3 % случаев – С7 позвонку [2]. Интерламинарное введение винтов в С7 позвонок является безопасным и технически не требовательным способом фиксации [6, 8, 28]. Однако данный способ не может быть использован при переломе дуги С7 позвонка [8].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Задняя винтовая фиксация в субаксиальном отделе является эффективным способом стабилизации при многоколонных повреждениях. Наиболее распространенной и безопасной является методика фиксации за

боковые массы. Данная методика требует четкого соблюдения траектории введения винта. На уровне С7 позвонка безопасной альтернативой является интерламинарный способ установки.

ЛИТЕРАТУРА (REFERENCES)

1. A comparison of three screw types for unicortical fixation in the lateral mass of the cervical spine / B.M. Harris, A.S. Hilibrand, Y.H. Nien, R. Nachwalter, A. Vaccaro, T.J. Albert, S. Siegler // Spine. 2001. Vol. 26, No 22. P. 2427-2431.
2. Anatomical variations of the vertebral artery segment in the lower cervical spine: analysis by three-dimensional computed tomography angiography / J.T. Hong, D.K. Park, M.J. Lee, S.W. Kim, H.S. An // Spine. 2008. Vol. 33, No 22. P. 2422-2426.
3. Anatomy of subaxial cervical foramina: the safety zone for lateral mass screwing / M. Nishinome, H. Iizuka, Y. Iizuka, K. Takagishi // Eur. Spine J. 2012. Vol. 21, No 2. P. 309-313.
4. Biomechanical analysis of transpedicular screw fixation in the subaxial cervical spine / R. Kothe, W. Rütger, E. Schneider, B. Linke // Spine. 2004. Vol. 29, No 17. P. 1869-1875.
5. Biomechanical comparison of anterior, posterior, and circumferential fixation after one-level anterior cervical corpectomy in the human cadaveric spine / Y.R. Karam, N.S. Dahdaleh, M.J. Magnetta, B.S. Kim, T.H. Lim, H. Serhan, J.C. Tomer, P.W. Hitchon // Spine. 2011. Vol. 36, No 7. P. E455-E460.
6. Biomechanical comparison of three different types of C7 fixation techniques / J.T. Hong, T. Tomoyuki, R. Udayakumar, A.A. Espinoza Orías, N. Inoue, H.S. An // Spine. 2011. Vol. 36, No 5. P. 393-398.
7. Biomechanical comparison of two-level cervical locking posterior screw/rod and hook/rod techniques / A. Espinoza-Larios, C.P. Ames, R.H. Chamberlain, V.K. Sonntag, C.A. Dickman, N.R. Crawford // Spine J. 2007. Vol. 7, No 2. P. 194-204.
8. C7 posterior fixation using intralaminar screws: early clinical and radiographic outcome / S.H. Jang, J.T. Hong, I.S. Kim, I.S. Yeo, B.C. Son, S.W. Lee // J. Korean Neurosurg. Soc. 2010. Vol. 48, No 2. P. 129-133.
9. Cerebral infarction due to an embolism after cervical pedicle screw fixation / E. Onishi, Y. Sekimoto, R. Fukumitsu, S. Yamagata, M. Matsushita // Spine. 2010. Vol. 35, No 2. P. E63-E66.

10. Cervical lateral mass screw fixation without fluoroscopic control: analysis of risk factors for complications associated with screw insertion / S. Inoue, T. Moriyama, T. Tachibana, F. Okada, K. Maruo, Y. Horinouchi, S. Yoshiya // Arch. Orthop. Trauma Surg. 2012. Vol. 132, No 7. P. 947-953.
11. Tofuku K., Koga H., Komiya S. Cervical pedicle screw insertion using a gutter entry point at the transitional area between the lateral mass and lamina // Eur. Spine J. 2012. Vol. 21, No 2. P. 353-358.
12. Cervical pedicle screws: comparative accuracy of two insertion techniques / S.C. Ludwig, J.M. Kowalski, C.C. Edwards 2nd, J.G. Heller // Spine. 2000. Vol. 25, No 20. P. 2675-2681.
13. Richter M., Cakir B., Schmidt R. Cervical pedicle screws: conventional versus computer-assisted placement of cannulated screws // Spine. 2005. Vol. 30, No 20. P. 2280-2287.
14. Cervical stability with lateral mass plating: unicortical versus bicortical screw purchase / A.J. Muffoletto, J. Yang, M. Vadhva, A.G. Hadjipavlou // Spine. 2003. Vol. 28, No 8. P. 778-781.
15. Cho J.I., Kim D.H. Comparative analysis of cervical lateral mass screw insertion among three techniques in the Korean population by quantitative measurements with reformatted 2D CT scan images: Clinical research // J. Korean Neurosurg. Soc. 2008. Vol. 44, No 3. P. 124-130.
16. Baek J.W., Park D.M., Kim D.H. Comparative analysis of three different cervical lateral mass screw fixation techniques by complications and bicortical purchase: cadaveric study // J. Korean Neurosurg. Soc. 2010. Vol. 48, No 3. P. 193-198.
17. Complications of transpedicular screw fixation in the cervical spine / E. Kast, K. Mohr, H.P. Richter, W. Börm // Eur. Spine J. 2006. Vol. 15, No 3. P. 327-334.
18. Freehand determination of the trajectory angle for cervical lateral mass screws: how accurate is it? / D. Pal, E. Bayley, S.A. Magaji, B.M. Boszczyk // Eur. Spine J. 2011. Vol. 20, No 6. P. 972-976.
19. Lamina-guided lateral mass screw placement in the sub-axial cervical spine / E. Bayley, Z. Zia, R. Kerslake, Z. Klezl, B.M. // Eur. Spine J. 2010. Vol. 19, No 4. P. 660-664.
20. Lateral mass fixation in subaxial cervical spine: anatomic review / E. Mohamed, Z. Ihab, A. Moaz, N. Ayman, A.E. // Global Spine J. 2012. Vol. 2, No 1. P. 39-46.
21. Hedequist D., Proctor M., Hresko T. Lateral mass screw fixation in children // J. Child. Orthop. 2010. Vol. 4, No 3. P. 197-201.
22. Load sharing properties of cervical pedicle screw-rod constructs versus lateral mass screw-rod constructs / B.J. Dunlap, E.E. Karakovic, H.S. Park, M.J. Sokolowski, L.Q. Zhang // Eur. Spine J. 2010. Vol. 19, No 5. P. 803-808.
23. Holly L.T., Foley K.T. Percutaneous placement of posterior cervical screws using three-dimensional fluoroscopy // Spine. 2006. Vol. 31, No 5. P. 536-540.
24. Placement of pedicle screws in the human cadaveric cervical spine: comparative accuracy of three techniques / S.C. Ludwig, D.L. Kramer, R.A. Balderston, A.R. Vaccaro, K.F. Foley, T.J. Albert // Spine. 2000. Vol. 25, No 13. P. 1655-1667.
25. Posterior cervical fixation following laminectomy: a stress analysis of three techniques / Y. Duan, H. Zhang, S.X. Min, L. Zhang, A.M. // Eur. Spine J. 2011. Vol. 20, No 9. P. 1552-1559.
26. Roy-Camille technique for traumatic instability of the lower cervical spine / N. Ebraheim, Q. Shafiq, R. Xu, F. Al-Hamdan, T. Madsen // The Internet Journal of Spine Surgery. 2004. Vol. 2, No 1. P. 34-36.
27. Rajasekaran S., Kanna P.R., Shetty A.P. Safety of cervical pedicle screw insertion in children: a clinico-radiological evaluation of computer-assisted insertion of 51 cervical pedicle screws including 28 subaxial pedicle screws in 16 children // Spine. 2012. Vol. 37, No 4. P. E216-E223.
28. Significance of laminar screw fixation in the subaxial cervical spine / J.T. Hong, J.H. Sung, B.C. Son, S.W. Lee, C.K. Park // Spine. 2008. Vol. 33, No 16. P. 1739-1743.
29. The impact of cervical pedicle screws for primary stability in multilevel posterior cervical stabilizations / R. Schmidt, H. Koller, H.J. Wilke, J. Brade, J. Zenner, O. Meier, L. Ferraris, M. Mayer // Spine. 2010. Vol. 35, No 22. P. E1167-E1171.
30. The security analysis of transpedicular screw fixation in the lower cervical spine and a case report / D. Huang, K. Du, S. Zeng, W. Gao, L. Huang, P. Su // Spine. 2011. Vol. 36, No 26. P. E1702-E1708.
31. Translaminar screw fixation in the subaxial cervical spine: quantitative laminar analysis and feasibility of unilateral and bilateral translaminar virtual screw placement / M. D. Alvin, K.G. Abdullah, M.P. Steinmetz, D. Lubelski, A.S. Nowacki, E.C. Benzel, T.E. Mroz // Spine. 2012. Vol. 37, No 12. P. E745-E751.

Рукопись поступила 22.07.2014.

Сведения об авторах:

1. Бурцев Александр Владимирович – ФГБУ «РНЦ «ВТО» им. акад. Г.А. Илизарова» Минздрава России, научная клинично-экспериментальная лаборатория патологии осевого скелета и нейрохирургии, научный сотрудник, к. м. н.; e-mail: BAV31rus@mail.ru.
2. Губин Александр Вадимович – ФГБУ «РНЦ «ВТО» им. акад. Г.А. Илизарова» Минздрава России, директор, д. м. н.; e-mail: Alexander@gubin.spb.ru.

Information about the authors:

1. Burtsev Aleksandr Vladimirovich – FSBI «RISC “RTO”» of the RF Ministry of Health, Scientific-and-Experimental Laboratory of Axial Skeletal Pathology and Neurosurgery, a researcher, Candidate of Medical Sciences; e-mail: BAV31rus@mail.ru.
2. Gubin Aleksandr Vadimovich – FSBI «RISC “RTO”» of the RF Ministry of Health, Director, Doctor of Medical Sciences; e-mail: Alexander@gubin.spb.ru.