

О. В. ВЕРЕТЕЛЬНИК, асп. каф. ТММиСАПР НТУ “ХПИ”

ОБЗОР КОНСТРУКТИВНЫХ СХЕМ И РЕШЕНИЙ ПО МОДЕЛИРОВАНИЮ ШЕЙНОГО ОТДЕЛА ПОЗВОНОЧНИКА И ОРТЕЗОВ

У роботі пропонується огляд літератури, що описує процес ортезування, та різні конструкції ортезів; моделювання шийного відділу хребта та ортезу з використанням програм САД, а також побудовання скінчено-елементних моделей.

In the paper the review of literature is offered describing the process of orthesing and different constructions of ortheses; modeling of cervical spine and ortheses by using the of CAD-programs, and also construction of finite-element models.

Актуальность проблемы позвоночно-спинномозговых повреждений обусловлена большой их распространенностью, инвалидизацией и высокой смертностью пострадавших. С увеличением скорости и мощности средств передвижения частота травмы спинного мозга возрастает. В Соединенных Штатах Америки ежегодно регистрируется 8 - 10 тыс. случаев этого вида травмы [1], в Украине – около 2 тыс. случаев позвоночно-спинномозговых травм в год. Проблема лечения осложненных повреждений шейного отдела позвоночника, которые относятся к категории наиболее тяжелых и сопровождаются достаточно высокой летальностью и утратой больными трудоспособности, является в настоящее время чрезвычайно актуальной, и рассматривать ее необходимо как в медицинском, так и в социальном аспекте. Согласно современным статистическим данным, в Украине среди всех травм опорно-двигательного аппарата переломами и переломами-вывихи позвонков встречаются приблизительно в 10% случаев. Травмы шейного отдела позвоночника составляют, по данным различных авторов, 20-50% по отношению к общему количеству всех его повреждений, нижнешейный отдел травмируется в около 80% всех случаев травмирования шейного отдела. Наблюдения показывают, что повреждения в шейном отделе позвоночника чаще всего возникают на уровне С3-С6 позвонков [2].

Механизм травмы нижнешейного отдела позвоночника С3-С7 обусловлен прямым приложением травмирующих сил. В основном это сила движущейся вперед головы. В настоящее время большинство таких травм происходят у ныряльщиков, когда приложение травмирующих сил приводит к взрывным переломам вследствие внезапной аксиальной нагрузки в состоянии флексии или же вследствие дорожно-транспортных происшествий, они вызываются внезапной остановкой тела при продолжающемся движении головы вперед.

В медицинской рекомендации по позвоночно-спинномозговым повреждениям [3] сообщается о том, что патологические движения позвонков

могут создавать или обострять шейные боли [20-22, 33, 34, 43]. Для предотвращения этого используют так называемые иммобилизирующие средства [4, 16, 18, 19, 22, 33-36, 45, 49]. Изначально для иммобилизации использовался мягкий воротник и свернутое одеяло [12]. Позже использовался более жесткий воротник Hage [16]. В настоящее время шейная иммобилизация – одна из большинства часто выполняемых процедур при предварительном лечении острых травм пациентов в Северной Америке [4, 5, 13, 16, 20, 22, 33, 34, 36, 46, 49].

В 1989 Garfin [22] писал, что стабилизация шейного отдела позвоночника – это ключевой фактор в снижении поврежденности позвоночника и нервного столба. Предварительная стабилизация позвоночника эффективна для ограничения движения позвоночных сегментов при транспортировке пациента [5, 16, 22, 33, 34, 49].

Методы изучения эффективности стабилизирующих устройств изменяются. Сравнительные исследования были проведены на здоровом человеке, что в свою очередь вызвало затруднение к применению нормативных данных к больным с позвоночными повреждениями [8, 11, 14, 16, 17, 24-27, 31, 32, 37, 42, 46, 47].

Несколько методов было использовано, чтобы проанализировать поведение шейных позвонков. Эти методы базировались на клинической оценке, рентгенографии, компьютерной томографии и т.д. Roozmon и соавторы [39] суммировали проблемы, возникающие при использовании того или иного метода исследования.

В начале использовались стабилизирующие средства, состоящие из мягкого воротника, который поддерживает голову, и ремней различных длин, которые создают фиксацию головы относительно туловища [16]. Garth [23] предложил ряд стандартов для шейных воротников, но со временем возникло их многообразие. С появлением различных стабилизационных воротников проводились сравнительные исследования отдельных воротников и их комбинаций с другими устройствами [8, 9, 11, 14, 42, 47].

В 1985 году Cline [12] провел исследование стабилизирующих средств, в результате чего были сделаны выводы о возможности использования воротника без дополнительных устройств. McCabe с коллегами [31] сравнил ряд воротников для продольного и бокового изгибов, они нашли, что наилучшую фиксацию обеспечивают полиэтиленовые воротники. Rosen [41] в 1992 году сделал выводы из исследования воротников, что наиболее эффективным является “вакуумный” воротник.

Регу и др. [37] оценили несколько шейных стабилизирующих устройств при моделировании транспортировки. Они нашли, что существенное влияние оказывает транспортировка, а не вид стабилизации. Mazolewski и др. [30] в своих исследованиях пришли к выводам, что дополнительная фиксация торса пациента уменьшает боковые движения позвоночных сегментов.

Несмотря на очевидную пользу, шейная стабилизация имеет несколько потенциальных недостатков. Иммобилизация может быть некомфортна,

занимает время, а также болезненна [6, 8, 10, 15, 40, 44, 48].

Chan и др. [10] изучали эффекты влияния шейной стабилизации на боль и дискомфорт. Johnson и Hauswald [25], Hamilton [24] сравнивали различные типы воротников и дополнительных устройств по стабилизации торса пациентов.

Linares [28], Mawson и соавт. [29], Rodgers и соавт. [38], Blaylock [7] занимались исследованиями по возникновению повреждений (загнивания, высыхания и т.д.) кожи в результате применения шейных стабилизирующих средств.

Vaueg и др. [6], Totten и соавт. [44] рассматривали возможные ограничения дыхательных функций при использовании иммобилизирующих средств.

Шейная стабилизация может сократить неблагоприятное движение шейных позвонков и может сократить неврологические ухудшения у пациентов, а также способствует возникновению новых травм у больных с нестабильными сегментами позвоночника.

Важное место в послеоперационном поведении больных с повреждениями шейного отдела позвоночника после реконструктивно-восстановительных операций занимает ортезирование, позволяя придать мобильность пострадавшему, что предупреждает развитие сердечно-сосудистых, трофических и других осложнений, особенно у лиц пожилого возраста. Все это способствует ранней реабилитации и сокращению сроков пребывания пациентов в стационаре [50, 51].

Ортезы (греч. *orthos* – прямой, правильный) – это функциональные приспособления, имеющие структурные и функциональные характеристики опорно-двигательного аппарата. К ним относятся различные лечебно-профилактические шины, воротники, туторы, корсеты, бандажи, пояса, реклинаторы и т.д., предназначенные для обеспечения временной надежной иммобилизации отдельных сегментов опорно-двигательного аппарата, а также для компенсации функционально неполноценных конечностей и частей тела.

О положительных лечебных свойствах ортопедических аппаратов, восстанавливающих функцию поврежденной конечности, писали еще в начале XX века Н. Шмаревич и В. Блохин (1928), Н. Приоров (1930) и другие ортопеды, имеющие отношение к протезному делу. Н. Шенк (1975) доказывает целесообразность применения ортопедических аппаратов в лечебных целях, в то время как зарубежные специалисты большое значение при лечении этих категорий пациентов уделяют ортезированию. Так, D. Clement и др. в 1981 г. опубликовали результаты лечения различных по характеру сложности и локализации травм у спортсменов. Авторы пришли к мнению, что лишь применение ортопедических аппаратов позволило в 75% наблюдений в короткие сроки восстановить обычный уровень двигательной активности [53].

В настоящее время в мире существует большая разновидность ортезов, например, такие как шины-воротники Шанца, туторы, галоаппараты, бандажи

и т.д. Шина-воротник Шанца представляет собой ортопедический бандаж, обеспечивающий нейтральную фиксацию шейного отдела позвоночника и мягкую фиксацию головы. Туторы представляют собой техническое устройство, состоящее из гильзы и креплений, предназначенное для стабилизации какого-либо сегмента или всей конечности. Галоаппарат в последние годы широко применяется в хирургии шейного отдела позвоночника. Данное устройство зарекомендовало себя как высокоэффективное средство не только для жесткой фиксации шейного отдела позвоночника, но и позволяющее манипулировать на шейном отделе, устранять деформации и дислокации шейных позвонков, при этом больной может вставать, ходить и полностью себя обслуживать. Впервые галоаппарат был применен в 1956 г. при паралитической нестабильности шейного отдела позвоночника в качестве наружного ортеза после операции тотального шейного спондилодеза [54, 55]. Ранее также внешнюю фиксацию осуществляли с помощью торакарниальных и торакоцервикальных гипсовых повязок, громоздких, создающих множество сложностей, средств иммобилизации. В последнее время используются, в основном, синтетические ортезы воротникового типа различных модификаций из полимерных материалов, разработанные в Харьковском НИИ ортопедии и травматологии им. проф. М. И. Ситенко. Для обеспечения иммобилизации шейного отдела позвоночника было предложено более 10 вариантов фиксирующих воротников и голово-держателей. Их конструкция зависит от характера патологии, уровня поражения, этапа лечения и т.п. Такие ортезы изготавливаются индивидуально, отличаются легкостью, гигиеничностью, удобством при изготовлении и подгонке. В ряде случаев используются более сложные ортезы, их конструкция состоит из готовых стандартных деталей, которые собираются и подгоняются больному в зависимости от его индивидуальных анатомических особенностей [56].

На данный момент в публикациях практически не встречаются исследования по применению различных ортезов в послеоперационных фиксациях шейного отдела позвоночника, однако такое исследование было проведено в Харьковском государственном медицинском университете. На основании клинико-рентгенологического анализа результатов ортезирования при травмах шейного отдела позвоночника после реконструктивно-восстановительных операций можно сделать выводы: наиболее эффективным ортезом для фиксации поврежденных шейных позвоночных сегментов после оперативного вмешательства является полимерный воротник [57].

В настоящее время ортезирование используется не только в лечебных целях, но и в профилактических. С возрастом позвоночник теряет свою форму, мышечные и костные ткани сжимаются и усыхают, при этом затрудняется распространение внутренней жидкости, в результате чего позвоночные сегменты теряют функциональные возможности, что может привести к различным травмам. Зарубежные компании предлагают ряд средств, например таких как: Posture Pump [58], Comfortrac [59], Pratos [60] и

др., благодаря которым возможно придать позвоночнику естественную форму, тем самым разгрузить связки и мышцы, улучшить распространение внутренней жидкости, что способствует продлению жизненной функциональности, но зарубежные аналоги ортопедических средств обладают сложной конструкцией и имеют высокую стоимость. Также на рынке присутствуют ортезы более простой конструкции, например, компания Philadelphia Cervical Collar предоставляет ортезы для взрослых и для детей, голодержатели, ортопедические шины и т.д.[61].

В литературе очень хорошо описаны положительные и отрицательные стороны ортезирования, встречаются сравнительные исследования различных ортезов по конструкции, но практически нет исследований по оптимизации формы, массы, а также упрощения конструкции самого ортеза, что в свою очередь может снизить себестоимость ортеза.

Список литературы: 1. Villanueva P., Patchen S.J., Green B.A. Spinal cord injury: An ICU challenge for the 1990's. In Sivak E., Higgins T., Seiver A. eds.: The High Risk Patient: Management of the Critically Ill. Philadelphia, Lea & Febiger, 1994. – P. 146-159. 2. Абдулхабилов М. А., Аренберг А. А., Павловская Е. М. К вопросу о вывихах шейных позвонков // Актуальные вопросы травматологии и ортопедии. – 1977. – Вып. 15. – С. 61-64. 3. Mark N. Hadley, Beverly C. Walters, Paul A. Grabb, Nelson M. Oyesiku, Gregory J. Przybylski, Daniel K. Resnick, Timothy C. Ryken. Guidelines for the management of acute cervical spine and spinal cord injuries // Section on Disorders of the Spine and Peripheral Nerves of the American Association of Neurological Surgeons and the Congress of Neurological Surgeons. P.523-592. 4. Augustine J. Spinal Trauma. Basic Trauma Life Support: Advanced Pre-hospital Care. Englewood Cliffs, NJ, Prentice-Hall. 2nd edition: 120, 1998. 5. Augustine J. Spinal Trauma. Basic Trauma Life Support for Paramedics and Advanced EMS providers (ed 3). J. Campbell. Upper Saddle River, NJ, Brady: 153, 1998. 6. Bauer D, Kowalski R. Effect of spinal immobilization devices on pulmonary function in the healthy, non-smoking man. Ann Emerg Med 17:915-918, 1988. 7. Blaylock B. Solving the problem of pressure ulcers resulting from cervical collars. Ostomy Wound Management 42:26-33, 1996. 8. Carter VM, Fasen JA. et al. The effect of a soft collar, used as normally recommended or reversed, on three planes of cervical range of motion. J of Orthopaedic & Sports Physical Therapy 23:209-215, 1996. 9. Chan D, Goldberg R, et al. The effect of spinal immobilization on healthy volunteers. Ann Emerg Med 23:48-51, 1994. 10. Chan D, Goldberg R, et al. Backboard versus mattress splint immobilization: a comparison of symptoms generated. J Emergency Med 14:293-298, 1996. 11. Chandler DR, Nemejc C. et al. Emergency cervical-spine immobilization. Ann Emerg Med 21:1185-1188, 1992. 12. Cline JR, Scheidel E. et al. A comparison of methods of cervical immobilization used in patient extrication and transport. J Trauma 25:649-653, 1985. 13. Committee on Injuries: Emergency Care and Transportation of the Sick and Injured. 111-115, 1971. 14. Cooke M. Spinal boards (letter, comment). J Accident & Emerg Med 13:433-1996. 15. Davies G, Deakin C. et al. The effect of a rigid collar on intracranial pressure. Injury 27:647-649, 1996. 16. De Lorenzo RA. A review of spinal immobilization techniques. J Emergency Med 14:603-613, 1996. 17. Dick T. Comparing the short-board technique (letter). Ann Emerg Med 18:115-116, 1989. 18. Domeier RM., Evans RW. et al. Pre-hospital clinical findings associated with spinal injury. Pre-Hospital Emergency Care 1:11-15, 1997. 19. Domeier RM, Evans RW et al. The reliability of pre-hospital clinical evaluation for potential spinal injury is not affected by the mechanism of injury. Pre-Hospital Emergency Care 3:332-337, 1999. 20. Fenstermaker RA. Acute neurologic management of the patient with spinal cord injury. Urologic Clinics of North America 20:413-421, 1993. 21. Forhna WJ. Emergency department evaluation and treatment of the neck and cervical spine injuries. Emergency Medicine Clinics of North America 17:739-791, 1999. 22. Garfin SR., Shackford SR. et al. Care of the multiply injured patient with cervical spine injury. Clinical Orthopaedics & Related Research 19-29, 1989. 23. Garth G. Proposal for the establishment of minimum performance specifications for cervical extrication collars. ASTM Skeletal Support Committee: 14th Annual Meeting, 1988. 24. Hamilton RS,

Pons PT. et al. The efficacy and comfort of full-body vacuum splints for cervical-spine immobilization. J Emergency Med 14:553-559, 1996. 25. Johnson DR, Hauswald M. et al. Comparison of a vacuum splint device to a rigid backboard for spinal immobilization. Am J Emerg Med 14:369-372, 1996. 26. Jones SL. Spine trauma board. Physical Therapy 57:921-922, 1977. 27. Lerner E.B., Billittier AJT. et al. The effects of neutral positioning with and without padding on spinal immobilization of healthy subjects. Pre-Hospital Emergency Care 2:112-116, 1998. 28. Linares HA., Mawson AR. et al. Association between pressure sores and immobilization in the immediate post-injury period. Orthopedics 10:571-573, 1987. 29. Mawson AR, Biundo JJ, Jr., et al. Risk factors for early occurring pressure ulcers following spinal cord injury. Am J Phys Med & Rehabil 67:123-127, 1988. 30. Mazolewski PMTH. The effectiveness of strapping techniques in spinal immobilization. Ann Emerg Med 23:1290-1295, 1994. 31. McCabe JB, Nolan DJ. Comparison of the effectiveness of different cervical immobilization collars. Ann Emerg Med 15:50-53, 1986. 32. McGuire RA, Degnan G. et al. Evaluation of current extrication orthoses in immobilization of the unstable cervical spine. Spine 15:1064-1067, 1990. 33. McGuire RA Jr. Protection of the unstable spine during transport and early hospitalization. Journal of the Mississippi State Medical Association 32:305-308, 1991. 34. Muhr MD., Seabrook DL. et al. Paramedic use of a spinal injury clearance algorithm reduces spinal immobilization in the out-of-hospital setting. Pre-Hospital Emergency Care 3:1-6, 1999. 35. Nypaver M, Treloar D: Neutral cervical spine positioning in children. Ann Emerg Med 23:208-211, 1994. 36. Orledge JD, Pepe PE: Out-of-hospital spinal immobilization: Is it really necessary? Academic Emerg Med 5:203-204, 1998. 37. Plaiser B, Gabram S, Schwartz R, Jacobs L: Prospective evaluation of craniofacial pressure in four different cervical orthoses. J Trauma-Injury Infection & Critical Care 37:714-720, 1994. 38. Roozmon P, Gracovetsky SA, et al: Examining motion in the cervical spine. I: Imaging systems and measurement techniques. J Biomed Eng 15:5-12, 1993. 39. Rose L: Thoracolumbar spinal instability during variations of the log-roll maneuver (comment). Pre-Hospital Disaster Medicine 7:138-1992. 40. San Mateo County, CA: EMS System Policy Memorandum #F-3A. 1991. 41. Schriger DL, Larmon B, et al: Spinal immobilization on a flat backboard: Does it result in neutral position of the cervical spine? Ann Emerg Med 20:878-881, 1991. 42. Suter R, Tighe T, et al: Thoracolumbar spinal instability during variations of the log-roll maneuver. Pre-Hospital Disaster Medicine 7:133-138, 1992. 43. Toscano J: Prevention of neurological deterioration before admission to a spinal cord injury unit. Paraplegia 26:143-150, 1988. 44. Trauma CO. Advanced Trauma Life Support. Advanced Trauma Life Support. Chicago, IL, ACS: 214-218, 1993. 45. Trauma CO. Spine and Spinal Cord Trauma. Advanced Trauma Life Support for Doctors. Student Course Manual. 6th ed. Chicago, IL, ACS: 215-242, 1997. 46. Tuite GF, Verres R, et al: Use of an adjustable, transportable, radiolucent spinal immobilization device in the comprehensive management of cervical spine instability. Technical note. J Neurosurg 85:1177-1180, 1996. 47. Wagner FC, Jr., Johnson RM: Cervical bracing after trauma. Medical Instrumentation 16:287-288, 1982. 48. Walsh M, Grant T, et al: Lung function compromised by spinal immobilization (letter). Ann Emerg Med 19:615-616, 1990. 49. Worsing RA, Jr.: Principles of pre-hospital care of musculoskeletal injuries. Emergency Medicine Clinics of North America 2:205-217, 1984. 50. Пульбере О.П. Межтеловой керамоспондилодез шейного отдела позвоночника: Автореф. дисс....докт. мед.наук.– Кишинев, 1993. – 23с. 51. Юмашев Г.С., Проценко А.И., Капанадзе Ю.Е. и др. //Оропед. травматол. –1989. – №7. – С.25-27. 52. Федеральный Центр лечебной физкультуры и спортивной медицины МЗ РФ. 53. Паршиков М., Никитин С., Сергеева В. //Конспект врача. Медицинская газета. – № 2-3 от 14.01.2005 г. 54. Perry, Nickel V. // J Bone Jt Surg. – 1959. – Vol. 41-а. – P.37-59. 55. Ветрилл С. Т., Колесов С.В. Эффективность галотракции в хирургии шейного отдела позвоночника // Вопросы нейрохирургии. – №1. –2001. 56. Полищук Н. Е., Корж Н.А., Фищенко В.Я. Повреждения позвоночника и спинного мозга. –Киев: КНИГА плюс, 2001. 57. Битчук Д.Д., Фадеев О.Г., Истомин А.Г. Ортезирование шейного отдела позвоночника после реконструктивно-восстановительных операций // Харьковский государственный медицинский университет Украина. 58. Posture Pro Inc., 18584 Main Street, Huntington Beach, CA 92648 <http://www.posturepump.com>. 59. ComforTrac Inc. 3930 Horseshoe Bend Road Keyesville, VA 23947 USA, www.comfortrac.net. 60. 26 Bruckner Boulevard, Bronx, NY 10454, Tel. 718-993-4014, 1-800-993-4010, Fax 718-993-4016, info@pro-medusa.com. 61. "НИКА-МЕД" Москва, Бумажный пр-д., д. 14, стр. 2, <http://www.nikamed.ru/>.