

Odbarczenie i stabilizacja zwichnięcia C6-C7 kręgosłupa szyjnego z dostępu „360 stopni”. Studium przypadku

“360 Degree” Decompression and Stabilisation of the C6-C7 Cervical Spine Luxation. Case Study

Robert Chrzanowski^(B,D,E,F), Bartosz Godlewski^(B,D,E,F), Grzegorz Klauz^(B,F),
Łukasz Janeczko^(B,F)

Oddział Neurochirurgii, Scanmed – Szpital św. Rafała, Kraków
Department of Neurosurgery, Scanmed – St Raphael Hospital, Cracow

STRESZCZENIE

Prezentujemy sposób przeprowadzenia zabiegu operacyjnego u młodego mężczyzny, u którego doszło do zwichnięcia kręgosłupa szyjnego na poziomie C6/C7 z klinicznymi objawami uszkodzenia rdzenia kręgowego na poziomie segmentu C5. W celu uzyskania optymalnego efektu terapeutycznego pod postacią odbarczenia struktur nerwowych i stabilizacji kręgosłupa w czasie jednej operacji, ułożenie pacjenta było dwukrotnie zmieniane w czasie zabiegu. Biorąc pod uwagę ułożenie pacjenta na początku zabiegu operacyjnego wykonano zmianę pozycji ciała chorego o 360 stopni. Pierwsza część zabiegu została wykonana z dostępu przedniego przy ułożeniu pacjenta na plecach. Wykonano discektomię C6/C7 oraz usunięto górną część trzonu C7 wpuklającą się do kanału kręgowego i uciskającą rdzeń kręgowy. Śródoperacyjnie okazało się, że do wykonania repozycji zwichnięcia konieczny jest dostęp tylny. W związku z tym do drugiej części zabiegu pacjent został odwrócony o 180 stopni i ułożony na brzuchu. Do ostatniej – trzeciej części zabiegu pacjenta obrócono po raz kolejny o 180 stopni układając go na plecach w celu założenia stabilizacji przedniej kręgosłupa. W naszej opinii jednoczesne przeprowadzenie zabiegu z różnych dostępuów operacyjnych oraz innego ułożenia pacjenta wykonywane w celu uzyskania optymalnego rezultatu leczniczego może być stosowane w wybranych przypadkach w codziennej praktyce klinicznej.

Słowa kluczowe: kręgosłup szyjny, zwichnięcie, stabilizacja kręgosłupa

SUMMARY

We present the operative technique employed in a young man with cervical spine luxation at the level of C6-C7 with clinical signs of damage to the spinal cord at the level of C5. In order to achieve an optimal therapeutic effect (decompression of neural structures and spinal stabilisation) during one surgical procedure, the positioning of the patient was changed twice during the procedure. Considering the positioning of the patient at the beginning of the procedure, the body position was changed by 360 degrees. The first part of the procedure was performed from an anterior approach with the patient in the supine position. It involved a C6-C7 discectomy and removal of the upper surface of the body of C7, which was protruding into the vertebral canal and compressing the spinal cord. Intraoperative inspection showed that a posterior approach was necessary to reduce the luxation. Therefore, for the second part of the operation, the patient was turned by 180 degrees and placed in the prone position. For the last (third) part of the surgical procedure, the patient was again turned by 180 degrees and placed in the supine position in order to insert an anterior spine fixator. We believe that a procedure utilising different surgical approaches and different positioning of the patient in order to achieve optimal therapeutic effect may be used in selected cases in everyday clinical practice.

Key words: cervical spine, luxation, spinal stabilisation

WSTĘP

Leczenie chirurgiczne większości patologii kręgosłupa wymaga równoległego spełnienia dwóch aspektów: neurochirurgicznego i ortopedycznego. Pierwszy polega na odbarczeniu zawartości kanału kręgowego. Drugi polega na stabilizacji i korekcji deformacji kręgosłupa. Wykonywane jest to przy pomocy różnych metod operacyjnych. Zabiegi mogą być wykonywane jedno- lub wieloetapowo, z jednego lub różnych dostępów operacyjnych. Stabilizacja promuje zrost kostny w niestabilnym odcinku kręgosłupa poprzez stworzenie w nim ciszy biomechanicznej. Celem stabilizacji jest zatem unieruchomienie zespolenia kostnego do czasu aż nastąpi w nim zrost. Tylko solidny zrost kostny kręgosłupa zapewnia odległą stabilność [1]. Prezentujemy przypadek leczenia operacyjnego zwłknięcia kręgosłupa szyjnego z dostępu przedniego i tylnego z dwukrotną zmianą ułożenia pacjenta w czasie jednej operacji w celu uzyskania optymalnego efektu terapeutycznego.

OPIS PRZYPADKU

Pacjent 26 letni został przyjęty do Oddziału Neurochirurgii celem repozycji zwłknięcia kręgosłupa szyjnego na poziomie C6-C7. Mężczyzna początkowo był operowany w innym ośrodku, gdzie pierwotnie wykonano zespolenie trzonów C6 i C7 z dostępu przedniego przy pomocy płytki szyjnej przytwierdzonej śrubami wkreconymi w trzony C6 i C7. Pierwszy zabieg operacyjny wykonany w innym ośrodku przeprowadzono bezpośrednio po urazie odcinka szyjnego kręgosłupa. W okresie pooperacyjnym doszło do zwłknięcia kręgosłupa szyjnego na poziomie C6/C7 z wyrwaniem dolnych śrub stabilizujących płytkę szyjną. Trzon C7 został przesunięty do tyłu względem trzonu C6 z krytycznym zaciśnięciem kanału kręgowego oraz uciskiem na rdzeń kręgowy na poziomie zwłknięcia (Ryc. 1).

Przy przyjęciu na Oddział Neurochirurgii stan ogólny i neurologiczny pacjenta ciężki, w badaniu neurologicznym występowały kliniczne objawy uszkodzenia rdzenia szyjnego na wysokości segmentu C5, nie obserwowano zachowanego czucia głębokiego, pacjent z własnym napędem oddechowym wymagający jednak oddechu wspomaganego. Mimo złego rokowania dotyczącego ruchomości kończyn zdecydowano się na zabieg operacyjny odbarczenia struktur nerwowych, repozycji zwłknięcia i stabilizacji w celu zapobiegnięcia zwiększenia stopnia zwłknięcia w czasie wykonywania czynności pielęgnacyjnych, obracaniu pacjenta. Miało to na celu prewencję przed uszkodzeniem rdzenia kręgowego o charakterze wstępującym mogącego objąć wyższe poziomy

BACKGROUND

Two aspects (neurosurgical and orthopaedic) need to be concomitantly fulfilled to allow for surgical treatment of most spinal pathologies. The first aspect involves decompression of the content of the vertebral canal, while the other consists in stabilisation and correction of a spinal deformity. This is done with the use of different operating methods. The procedures may be performed simultaneously or staged and one or more surgical approaches may be used. Stabilisation creates biomechanical silence in the unstable segment of the spine and thus promotes bone union. Therefore, stabilisation aims to immobilize the osteosynthesis until bone union is achieved. Late stability will not be achieved without a solid bone union of the spine [1]. We present a case of operative treatment of cervical spine luxation from anterior and posterior approaches where the positioning of the patient was changed twice during a single procedure to achieve an optimal therapeutic effect.

CASE REPORT

A 26-year-old patient was admitted to the Department of Neurosurgery for reduction of cervical spine luxation at the level of C6-C7. The man had been operated on at another centre, where the C6 and C7 vertebral bodies were fixated from an anterior approach with a cervical plate fixed with screws to the C6 and C7 vertebral bodies. That initial procedure performed at the other centre was conducted immediately after the cervical spine injury. In the postoperative period, cervical spine luxation occurred at the level of C6-C7 with extraction of the inferior screws holding the cervical plate. The C7 vertebral body was shifted posteriorly relative to the C6 vertebral body with critical spinal stenosis and spinal cord compression at the level of the luxation (Fig. 1).

On admission to the Department of Neurosurgery, the patient was in a severe general and neurological condition. A neurological examination revealed clinical signs of damage to the cervical spinal cord at the level of C5. Deep sensation was not preserved. Although the patient maintained his own respiratory drive, he required assisted respiration. Despite a poor prognosis regarding mobility of the extremities, the decision was made to carry out surgery to decompress neural structures, reduce the luxation and stabilise the spine in order to prevent further deterioration of the luxation during nursing activities and turning the patient. This aimed to prevent ascending damage to the spinal cord which could have further affected higher levels of the spinal cord and additionally intensified the respiratory disturbances. Moreover, if



Ryc. 1. Badanie rezonansu magnetycznego (MRI) kręgosłupa szyjnego w projekcji strzałkowej w sekwencji T1. Widoczne zwichnięcie na poziomie C6/C7 z krytycznym zaciśnięciem kanału kręgowego oraz uciskiem na rdzeń kręgowy na poziomie zwichnięcia. Widoczne są śruby stabilizujące płytkę szyjną w trzonach kręgów C6 i C7

Fig. 1. Sagittal T1-weighted MRI scan of the cervical spine showing luxation at the level of C6-C7 with critical spinal stenosis and compression of the spinal cord at the level of the luxation. Screws holding the cervical plate can be seen in the C6 and C7 vertebral bodies

rdzenia kręgowego i dorowadzić dodatkowo do nasilenia zaburzeń oddechowych. Bez odprowadzenia zwichnięcia i stabilizacji kręgosłupa nie byłoby również możliwości – w przypadku poprawy stanu ogólnego pacjenta – dalszej, pełnej rehabilitacji z przyjmowaniem przez chorego chociażby pozycji siedzącej. Po przygotowaniu pacjent zakwalifikowany został do zabiegu operacyjnego z dostępu przedniego. Po dotarciu na przednią powierzchnię kręgosłupa zlokalizowano płytkę szyjną, której dwie dolne śruby były wyrwane. Obserwowano przesunięcie trzonu kręgu C7 do tyłu względem trzonu C6. Usunięto płytkę szyjną. Mimo zastosowanego wyciągu za czaszkę nie udało się odprowadzić zwichnięcia. Wykonano discektomię C6/C7 oraz usunięto górną część trzonu kręgu C7 wpuklającą się do światła kanału kręgowego i uciskającą rdzeń kręgowy. Śródoperacyjnie podjęto decyzję o wykonaniu dostępu od tyłu do kręgosłupa szyjnego oraz „zmobilizowaniu” stawów międzykręgowych C6/C7 z dostępu tylnego umożliwiającego reopozycję zwichnięcia. Założono szwy zamykające ranę operacyjną i bez wybudzania – odwrócono chorego o 180 stopni stosując wyciąg za czaszkę i układając go na brzuchu. Dotarto do tylnej powierzch-

the patient's overall condition improved, further and full rehabilitation to enable the patient at least to assume a sitting position would not be possible without reduction of the luxation and stabilisation of the spine. After preparation, the patient was qualified for surgery from an anterior approach. After exposing the anterior surface of the spine, the cervical plate with two extracted inferior screws was located. The C7 vertebral body was found displaced posteriorly relative to the C6 vertebral body. The cervical plate was removed. The luxation was not reduced despite the application of a spinal traction using a skull device. A C6-C7 discectomy was conducted and the upper surface of the body of C7, which was protruding into the lumen of the vertebral canal and compressing the spinal cord, was removed. Intraoperatively, it was decided to use a posterior approach to the cervical spine and "mobilise" the C6-C7 intervertebral joints from the posterior approach to reduce the luxation. The surgical site was closed with sutures and the patient (without awakening) was turned by 180 degrees with a spinal traction using a skull device and placed in the prone position. After reaching the posterior surface of the cervical spine, bila-

ni kręgosłupa szyjnego, zaobserwowano zwichnięcie na poziomie stawów C6/C7 obustronnie oraz dodatkowo po stronie lewej wieloodłamowe złamanie stawu międzykręgowego na poziomie zwichnięcia. Wykonano laminectomię C5, C6 i C7, usunięto obustronnie stawy międzykręgowo/międzywyrostkowe C6/C7. Dzięki temu uzyskano możliwość wykonania repozycji zwichnięcia i uzyskano odbarczenie struktur nerwowych kanału kręgowego. Wprowadzono następnie pod kontrolą RTG śruby przeznasadowo w trzony kręgów C5, C6, TH1, TH2 obustronnie i ustabilizowano kręgosłup prętami tytanowymi (Ryc. 2).

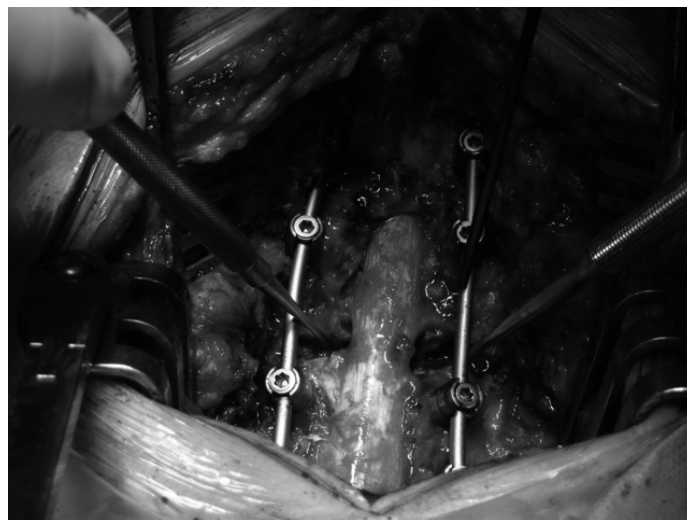
Kość własną pacjenta uzyskaną w czasie wykonywania laminectomii ułożono dodatkowo wokół zewnętrznych (bocznych) części prętów stabilizujących w celu uzyskania w przyszłości zrostu kostnego. Ranę zamknięto. W kolejnym etapie zabiegu pacjenta odwrócono na plecy. Po przygotowaniu pola operacyjnego usunięto szwy oraz ponownie dotarto na przednią powierzchnię kręgosłupa. Tym razem stwierdzono prawidłowe ustawienie trzonów kręgów C6 i C7 względem siebie. Wykonano stabilizację od przodu kręgosłupa przy pomocy płytki szyjnej przytwierdzonej 6 śrubami wkręconymi w trzon C6, dolną część trzonu C7 i trzon TH1 (Ryc. 3).

Biorąc pod uwagę ułożenie pacjenta na początku zabiegu operacyjnego wykonano zmianę pozycji ciała chorego o 360 stopni. Pierwsza część zabiegu została wykonana przy ułożeniu na plecach, do drugiej części zabiegu pacjent został odwrócony o 180

teral luxation at the level of C6-C7 could be seen and, additionally, there was a comminuted fracture of the intervertebral joint on the left at the level of the luxation. Laminectomy of C5, C6, and C7 was performed and the facet/zygapophyseal joints at the level of C6-C7 were resected bilaterally. This made it possible to reduce the luxation and decompress the neural structures of the vertebral canal. Pedicle screws were subsequently inserted bilaterally into the C5, C6, T1, and T2 vertebral bodies under radiographic guidance and the spine was stabilised with titanium rods (Fig. 2).

The patient's native bone obtained during the laminectomy was additionally placed around the external (lateral) parts of the stabilising rods to achieve bone union in the future. The site was closed. In the next stage of the operation, the patient was turned around into the supine position. After preparation of the surgical field, the sutures were removed and the anterior surface of the spine was re-exposed. This time the C6 vertebral body was found to be correctly positioned relative to the C7 vertebral body. Anterior stabilisation of the spine was performed with a cervical plate fixed with six screws inserted into the C6 vertebral body, lower surface of the body of C7, and the T1 vertebral body (Fig. 3).

Considering the initial positioning of the patient at the beginning of the procedure, the body position was changed by 360 degrees. The first part of the procedure was performed with the patient in the



Ryc. 2. Obraz śródoperacyjny. Stan po laminectomii C5, C6, C7 oraz obustronnym usunięciu stawów międzykręgowych/międzywyrostkowych C6/C7. Odprowadzone zwichnięcie i stabilizacja śrubami przeznasadowymi wprowadzonymi do trzonów C5, C6, TH1, TH2 oraz prętami tytanowymi. Narzędzia chirurgiczne pokazują wolną przestrzeń wokół worka oponowego na poziomie trzonu C7, który został odbarczony od przodu i od tyłu dzięki wykonaniu dojsćcia od strony brzusznej i grzbietowej

Fig. 2. Intraoperative image. Status post laminectomy of C5, C6, and C7 and bilateral facet/zygapophyseal joint resection at the level of C6-C7. Reduced luxation and stabilisation with pedicle screws inserted into the C5, C6, T1, and T2 vertebral bodies and titanium rods. Surgical instruments show a clear space around the dural sac at the level of C7, which has been anteriorly and posteriorly decompressed owing to anterior and posterior approaches



Ryc. 3. Obraz śródoperacyjny. Założona stabilizacja przednia kręgosłupa szyjnego. Płytką szyjną przytwierdzona śrubami do trzonu C6, dolnej części trzonu C7 oraz do trzonu TH1. Pod płytką widoczna przestrzeń po usuniętej w czasie pierwszego etapu zabiegu górnej części trzonu C7, która powodowała największą impresję na rdzeń kręgowy

Fig. 3. Intraoperative image. Anterior fixation of the cervical spine has been inserted. Cervical plate is fixed with screws to the C6 vertebral body, lower surface of the body of C7, and to the T1 vertebral body. A hollow space can be seen below the plate where the upper surface of the body of C7, which caused the greatest compression on the spinal cord, was removed during the first part of the procedure

stopni i ułożony na brzuchu. Do ostatniej części zabiegu pacjenta obrócono po raz kolejny o 180 stopni w celu założenia stabilizacji przedniej kręgosłupa szyjnego.

Pacjent po wygojeniu ran pooperacyjnych został przekazany do ośrodka macierzystego celem dalszego leczenia i rehabilitacji. Kontrolne badanie pooperacyjne rezonansu magnetycznego wykazało repozycję zwłknięcia z obciążeniem struktur kanału kręgowego oraz prawidłowe umiejscowienie układu stabilizacji przedniej i tylnej (Ryc. 4).

Po miesiącu od zabiegu operacyjnego obserwowano poprawę wydolności oddechowej pacjenta, chory z własnym napędem oddechowym, nie wymagający wentylacji mechanicznej, oddychający przez tracheostomię. Wciąż utrzymywały się objawy uszkodzenia rdzenia kręgowego na wysokości segmentu C5. Dzięki wykonanemu odbarczeniu i stabilizacji kręgosłupa rozpoczęto dalsze leczenie rehabilitacyjne w pełnym zakresie dostępnym dla tego typu pacjentów.

OMÓWIENIE

Biorąc pod uwagę aspekty biomechaniczne kręgosłupa, planując zabieg operacyjny – zwłaszcza w przypadkach pourazowych – należy zwrócić uwagę na obraz kręgosłupa w jego trzech kolumnach – przedniej,

supine position and for the second part, the patient was turned around by 180 degrees and placed in the prone position. For the last part of the surgical procedure, the patient was again turned by 180 degrees in order to insert an anterior fixator of the cervical spine.

With postoperative wounds healed, the patient was discharged to his local centre for further treatment and rehabilitation. A postoperative follow-up MRI scan demonstrated reduction of the luxation and decompression of the neural structures in the vertebral canal as well as correct location of the anterior and posterior stabilisation system (Fig. 4).

One month following the surgical procedure the patient's respiratory function had improved, the patient had his own respiratory drive, did not require mechanical ventilation, and was breathing through a tracheostomy tube. Signs of damage to the spinal cord at the level of C5 were still present. The decompression and stabilisation of the spine made it possible to commence further full-range rehabilitation available for this kind of patients.

DISCUSSION

Taking into consideration the biomechanical aspects of the spine, planning a surgical procedure, particularly in trauma patients, should involve an assessment of the three spinal columns: anterior, middle,



Ryc. 4. Badanie rezonansu magnetycznego kręgosłupa szyjnego w projekcji strzałkowej w sekwencji T2. Kontrolne badanie pooperacyjne wykazało repozycję zwinięcia oraz prawidłowe umiejscowienie układu stabilizacji przedniej i tylnej

Fig. 4. Sagittal T2-weighted MRI scan of the cervical spine. A postoperative follow-up study revealed reduction of luxation and correct location of anterior and posterior stabilisation system

środkowej i tylnej. Model trójkolumnowej budowy kręgosłupa opisany przez Denisa dotyczy stabilności kręgosłupa piersiowo-lędźwiowego – natomiast jego główne założenia mogą mieć również zastosowanie w przypadku odcinka szyjnego kręgosłupa, zwłaszcza na pograniczu szyjno-piersiowym [2,3]. Założenie stabilizacji przedniej – w przypadku uszkodzenia aparatu stabilizującego kręgosłup od tyłu – może nie być wystarczające. W przypadku uszkodzenia stawów międzykręgowych/międzywyrostkowych może dojść do destabilizacji i zwinięcia. Stabilizację przeznaczoną w odcinku szyjnym kręgosłupa po raz pierwszy opisał Abumi, który zaczął ją stosować w 1990 roku w urazach kręgosłupa [4]. Obecnie jest coraz częściej stosowaną metodą leczenia operacyjnego mimo trudności technicznych związanych z faktem, że nasada kręgu szyjnego jest otoczona bardzo ważnymi strukturami, których uszkodzenie niesie istotne powikłania kliniczne. Od góry i dołu nasady przebiegają korzenie nerwowe, przyśrodkowo znajduje się kanał i rdzeń kręgowy, bocznie przebiega tętnica kręgową. Nasady kręgów szyjnych charakteryzują się nie tylko małą średnicą, ale i dużą zmiennością morfologii [1,5]. W przypadku odcinka szyjnego kręgosłupa najczęściej kwalifikujemy pacjenta do operacji

and posterior. While the three column spine concept, as described by Denis, refers to the stability of the thoracolumbar spine, its key assumptions may also be applicable to the cervical spine, especially at the cervicothoracic junction [2,3]. Anterior stabilisation may be insufficient in the case of an injury to the stabilisation system of the posterior spine. An injury to the facet/zygapophyseal joints may result in destabilisation and luxation of the spine. Pedicle fixation of the cervical spine was described for the first time by Abumi, who started using it in 1990 in spinal injuries [4]. At present, this method is increasingly more often being used in surgical treatment despite technical difficulties related to the fact that the pedicle of a cervical vertebra is surrounded by very important structures and an injury to these structures leads to significant clinical complications. Superiorly and inferiorly to the pedicle run nerve roots; related medially are the vertebral canal and spinal cord; and laterally, there is a vertebral artery. Pedicles of cervical vertebrae have small diameters and also show a wide variation in morphology. Patients with cervical spine injuries are most commonly qualified for surgery on the basis of an MRI examination without an additional CT study. MRI provides good visuali-

na podstawie badania rezonansu magnetycznego (MRI) nie wykonując dodatkowo badania tomografii komputerowej (TK). Badanie rezonansu magnetycznego dobrze obrazuje struktury rdzenia kręgowego i krążki międzykręgowe natomiast badanie tomografii komputerowej pozwala na lepsze zobrazowanie struktur kostnych [6,7]. Tomografia pozwala na dobre uwidocznienie struktur kostnych kanału kręgowego oraz stawów kręgosłupa. Naszym zdaniem w przypadkach pourazowych – planując zabieg operacyjny – badania rezonansu magnetycznego i tomografii komputerowej należy uznać za badania wzajemnie się uzupełniające i mające jednakową wartość diagnostyczną i decyzyjną w planowaniu operacji kręgosłupa.

W przypadkach chorych, u których rokowanie dotyczące powrotu ruchomości kończyn jest niekorzystne pojawiają się czasami problemy decyzyjne dotyczące celowości leczenia. Przeprowadzenie zabiegu operacyjnego odbarczenia struktur nerwowych kanału kręgowego może zapobiec dalszemu narastaniu deficytów neurologicznych, natomiast wykonana stabilizacja pozwoli na rozpoczęcie leczenia rehabilitacyjnego w możliwie pełnym zakresie [8,9,10]. W naszej opinii w takich przypadkach powinno się podejmować decyzję o leczeniu operacyjnym.

Jednoczesne przeprowadzenie zabiegu z różnych dostępów operacyjnych w celu uzyskania optymalnego rezultatu leczniczego może być stosowane w wybranych przypadkach w codziennej praktyce klinicznej [11].

zation of the spinal cord structures and intervertebral disks, while CT allows for better visualization of the bony structures [6,7]. CT provides good visualization of the bony structures of the vertebral canal and spinal joints. We believe that MRI and CT examinations in posttraumatic patients should be recognised as mutually complementary and having equal diagnostic and decisive value when planning a surgical procedure.

Taking the decision to operate may be problematic in the case of patients with poor prognosis regarding future mobility of the extremities. The surgical procedure of decompression of neural structures of the vertebral canal may prevent further neurological deterioration whereas stabilisation may allow for possibly full-range rehabilitation [8,9,10]. We believe that in such cases the decision should be to operate.

A procedure performed simultaneously from different surgical approaches in order to achieve an optimal therapeutic effect may be used in selected cases in everyday clinical practice [11].

PIŚMIENICTWO / REFERENCES

1. Maciejczak A, Radek A, Zapałowicz K. Metody stabilizacji pogranicza czaszkowo-kręgosłupowego – kryteria doboru. *Neurol Neurochir Pol* 1999; 33: 1151-1163.
2. Denis F. The three column spine and its significance in the classification of acute thoracolumbar spinal injuries. *Spine* 1983; 8: 817-31.
3. Kim CW, Perry A, Garfin SR. Spinal instability: the orthopedic approach. *Semin Musculoskelet Radiol* 2005; 9(1): 77-87.
4. Abumi K, Ito H, Taneichi H, Kaneda K. Transpedicular screw fixation for traumatic lesions of the middle and lower cervical spine: Description of the techniques and preliminary report. *J Spinal Disord* 1994; 7: 19-28.
5. Jones EL, Heller JG, Hal Silcox D, Hutton WC. Cervical pedicle screws versus lateral mass screws. Anatomic feasibility and biomechanical comparison. *Spine* 1997; 22: 977-982.
6. Schoenfeld AJ, Bono CM, McGuire KJ, Warholc N, Harris MB. Computed tomography alone versus computed tomography and magnetic resonance imaging in the identification of occult injuries to the cervical spine: a meta-analysis. *J Trauma* 2010; 68(1): 109-13; discussion 113-114.
7. Llácer-Ortega JL, Riesgo-Suárez P, Piquer-Belloch J, Rovira-Lillo V. Surgical approach in treatment of translation/rotation injuries of the lower cervical spine in 21 patients. *Neurocirugía (Astur)* 2012; 23(3): 89-95.
8. Chrzanowski R, Golec E, Klauz G, Janeczko L, Gierula T. The clinical value of transpedicular thoraco-lumbar spine stabilisation. *Chir Narządow Ruchu Ortop Pol* 2006; 71(4): 281-285.
9. Edgerton VR, Roy RR. A new age for rehabilitation. *Eur J Phys Rehabil Med* 2012; 48(1): 99-109.
10. Rozeboom N, Parenteau K, Carratturo D. Rehabilitation starts in the intensive care unit. *Crit Care Nurs Q* 2012; 35(3): 234-40.
11. Godlewski B, Radek M, Radek A. Unorthodox technique of simultaneous reposition of an odontoid process fracture from a posterior pharyngeal wall approach and direct screw fixation from a submandibular approach. *Ortop Traumatol Rehabil* 2009; 11(1): 61-67.

Liczba słów/Word count: 3660

Tabele/Tables: 0

Ryciny/Figures: 4

Piśmiennictwo/References: 11

Adres do korespondencji / Address for correspondence

dr n. med. Robert Chrzanowski

Oddział Neurochirurgii. Scanmed – Szpital św. Rafała w Krakowie
30-693 Kraków, ul. Bochenka 12, tel./fax: (12) 38557-03, e-mail: neuroch@mp.pl

Otrzymano / Received 22.10.2012 r.
Zaakceptowano / Accepted 05.01.2012 r.