



**Roman Jankowski, Stanisław Nowak
Ryszard Żukiel, Tomasz Blok**

Katedra i Klinika Neurochirurgii AM im. K. Marcinkowskiego w Poznaniu

Stabilizacja potyliczno-szyjna

The occipito-cervical osteosynthesis

Słowa kluczowe: połączenie czaszkowo-kręgosłupowe, stabilizacja wewnętrzna

Key words: craniovertebral junction, internal stabilization

STRESZCZENIE

Uszkodzenia połączenia czaszkowo-kręgosłupowego dotyczące zarówno struktur kostnych, jak i aparatu więzadłowo-stawowego, mogą stać się przyczyną niestabilności prowadzącej do bezpośredniego ucisku na elementy nerwowe i naczyniowe. Odtworzenie warunków anatomicznych poprzez uwolnienie z ucisku struktur nerwowych i naczyniowych, oraz zapewnienie stabilizacji w miejscu uszkodzenia, stanowią założenia operacji neuroortopedycznej. Celem pracy jest przedstawienie wskazań do zastosowania systemów zespalających łuskę kości potylicznej z kręgosłupem szyjnym u chorych leczonych operacyjnie z powodu zmian patologicznych niszczących połączenie czaszkowo-kręgosłupowe. Analiza kliniczna obejmuje 7 chorych (5 kobiet i 2 mężczyzn), w wieku od 36 do 56 lat, leczonych operacyjnie z powodu dysfunkcji połączenia czaszkowo-kręgosłupowego w Katedrze i Klinice Neurochirurgii i Neurotraumatologii AM w Poznaniu, w latach 1999-2004. Przyczyną zniszczenia połączenia czaszkowo-kręgosłupowego były nowotwory (4 przyp.), choroba reumatyczna (2 przyp.) i uraz (1 przyp.) Tylne dojsię operacyjne przeprowadzono w 4 przyp. i złożone (przednie i tylne) - w 3 przyp. We wszystkich przypadkach obserwowano poprawę stanu neurologicznego. Wskazaniem do zastosowania stabilizacji łuski kości potylicznej z kręgosłupem szyjnym jest rozległa destrukcja połączenia czaszkowo-kręgosłupowego w chorobach nowotworowej, reumatycznej i w następstwie urazu.

ABSTRACT

The craniovertebral junction lesions affecting bony structures and ligaments may cause instability, leading to direct compression of nervous and vascular structures. A decompression of nervous and vascular structures as well as vertebral internal stabilization determines the basic assumptions of the surgery. The study objective is to present the indications for using metallic implants connecting the occipital bone and cervical vertebrae in patients treated surgically due to pathology of craniovertebral junction.

The clinical analysis comprises of 7 cases (5 females and 2 males) in age from 36 to 56 years, treated surgically in Department and Clinic of Neurosurgery and Neurotraumatology in Poznań, between 1999-2004. Etiopathology of dysfunction included neoplasms (4 cases), rheumatoid disease (2 cases) and trauma (1 case). In four cases posterior and in three cases complex (anterior and posterior) approaches were carried out. Outcome - the neurological condition was improved in all cases.

The indications for stabilization of the craniovertebral junction via cranio-cervical metallic osteosynthesis hold extensive destruction as a result of neoplastic tumours rheumatoid disease and trauma.

WSTĘP

Do uszkodzenia połączenia czaszkowo-kęgosłupowego prowadzą wady wrodzone, a także nabyte, spowodowane urazem, nowotworem, rzadziej innym procesem chorobowym. Uszkodzenia połączenia czaszkowo-kęgosłupowego dotyczące struktur kostnych, aparatu więzadłowo-stawowego, mogą stać się przyczyną niestabilności, w wyniku której dochodzi do bezpośredniego ucisku na elementy nerwowe i naczyniowe [8, 25, 28]. Odtworzenie warunków anatomicznych poprzez dekompresję elementów nerwowych i naczyniowych, jak również zapewnienie stabilizacji w miejscu uszkodzenia, stanowią założenia operacji neuroortopedycznej [2, 5, 8, 11, 13, 23]. W warunkach prawidłowych istnieje sześciostopniowy zakres swobody ruchów połączenia czaszkowo-kęgosłupowego: ruchy zgięcia do przodu i do tyłu, boczne zgięcia oraz lewo- i prawostronne ruchy rotacyjne [24, 25]. Operacja połączenia czaszkowo-kęgosłupowego, z założeniem systemu implantów metalowych, powoduje zniesienie wszystkich, wyżej wymienionych ruchów głowy. Dlatego w każdym przypadku należy wnikliwie rozważyć, czy taki sposób stabilizacji powinien być wykorzystany.

Celem pracy jest przedstawienie wskazań do zastosowania metalowych implantów u chorych leczonych

operacyjnie z powodu zmian patologicznych niszczących połączenie czaszkowo-kęgosłupowe.

MATERIAŁ

W latach 1999-2005, w Klinice Neurochirurgii i Neurotraumatologii Akademii Medycznej w Poznaniu, leczono operacyjnie 7 chorych z powodu różnych zmian chorobowych naruszających, stabilność połączenia czaszkowo-kęgosłupowego (tab.1). W analizowanej grupie chorych było 5 kobiet i 2 mężczyzn, w wieku od 16 do 54 lat. W trzech przypadkach stwierdzono uszkodzenie połączenia czaszkowo-kęgosłupowego spowodowane nowotworem, w dwóch reumatoidalnym zapaleniem stawów i w pojedynczych przypadkach w następstwie urazu i niestabilności jatrogennej po usunięciu mnogich nerwiaków wewnątrzkanalowych w odcinku szyjnym kęgosłupa. Dominującym objawem klinicznym była neuralgia podpotyliczna (6 przyp.). U 5 chorych stwierdzono niedowład czterokończynowy spastyczny, a objawy zespołu opuszkowego i niewydolności tętnic kęgowych występowały w pojedynczych przypadkach.

Tabela 1. Charakterystyka kliniczna chorych

PRZY- PADEK (inicjały)	PLEĆ	WIEK (lata)	ROZPOZNANIE KLI- NICZNE	OBJAWY	UMIEJSCO- WIENIE	DOJŚCIE OPERACYJNE	SYSTEM STA- BILIZACJI	STABILIZACJA		WYNIKI LECZE- NIA
								potylicy	kręgo- słupa szyjnego	
1. Z.P.	K	47	RZS*	neuralgia podpotyliczna, niedowład czterokoń- czynowy	otwór wielki, C1, C2	dwuetapowe: przednie (przez tylną ścianę gardła) i tylne	CCD**	haki	haki	remisja bólu, poprawa siły mię- śniowej
2. J.K.	K	16	guz olbrzymiokomórkowy	neuralgia podpotyliczna, niedowład czterokoń- czynowy	otwór wielki, C1, C2	dwuetapowe: przednie (zażuchwowe) i tylne	CCD	śruby	haki	remisja bólu, ustąpienie niedo- władu
3. M.P.	M	54	szpiczak mnogi	neuralgia podpotyliczna, niedowład czterokoń- czynowy	C1, C2	tylne	CCD	haki	haki	remisja bólu, poprawa siły mię- śniowej
4. M.B- M	K	51	RZS	neuralgia podpotyliczna	C1, C2	dwuetapowe: przednie (przez tylną ścianę gardła) i tylne	OCA***	kotwice	haki	remisja bólu
5. R.P.	K	32	nerwiak	niedowład czterokoń- czynowy	C2, C3, C4	tylne	OCA	kotwice	haki	poprawa siły mię- śniowej
6. M.W.	K	54	guz podstawy czaszki (nie ustalono rozpozna- nia histopatologicznego)	neuralgia podpotyliczna zespół opuszkowy,	podstawa czaszki, otwór wielki	rozszerzone tylne: laminek- tomia i tzw. "far lateral"	OCA	kotwice	haki	remisja bólu, nadal zespół opusz- kowy
7. J.Ch.	M	46	złamanie wyrostka zębowego (II typ), z przemiesz- czeniem przednim	neuralgia podpotyliczna, niedowład czterokoń- czynowy, zespół tętnic kręgo- wych	C1, C2	tylne	OCA	kotwice	haki	remisja bólu, poprawa siły mię- śniowej, złagodzenie obja- wów zespołu tętnic kręgowych

*reumatoidalne zapalenie stawów, **cervical Cotrel-Dubousset (Sofamor-Danek), ***occipito-cervical anchorage (DERO)

Najczęstszym umiejscowieniem procesu chorobowego był poziom pierwszego i drugiego kręgu szyjnego (5 chorych), okolica otworu wielkiego (3 chorych) i w jednym przypadku kanał kręgowy na poziomie kręgów C2-C3. U trzech chorych przeprowadzono operację dwuetapową, łącząc drogę przez otwarte usta i tylną ścianę gardła (2 przyp.) oraz dojsście zażuchwowe (1 przyp.) z dojściem operacyjny tylnym. Trzech pacjentów było operowanych wyłącznie drogą dojścia tylnego, a w jednym wykonano rozszerzone dojście tylne, tzw. „far lateral”. Implantowano 3 systemy typu CCD, z hakami w odcinku szyjnym, hakami (2 przyp.) i śrubami (1 przyp.) w kości potylicznej oraz 4 systemy OCA (DERO) z hakami w obrębie kręgosłupa szyjnego i kotwicami w kości potylicznej (ryc. 1, 2, 3). We wszystkich przypadkach obserwowano bardzo dobre i dobre wyniki leczenia, polegające na remisji bólu o charakterze neuralgii podpotyliczej, poprawie siły mięśniowej (w 1 przypadku całkowicie ustąpił niedowład czterokończynowy). W analizowanym materiale nie obserwowaliśmy powikłań związanych z zastosowanymi systemami implantów.

OMÓWIENIE

Uszkodzenie połączenia czaszkowo - kręgosłupowego zagraża bezpośrednio życiu chorego niezależnie od przyczyny sprawczej. Obraz kliniczny jest niejednorodny i w jego skład wchodzi zarówno odczucia subiektywne o typie bólów i parestezji, jak też poważne ubytkowe objawy neurologiczne. W naszym materiale niedowład czterokończynowy wynikający z ucisku na rdzeń kręgowy był dominującym objawem klinicznym. W niektórych przy-

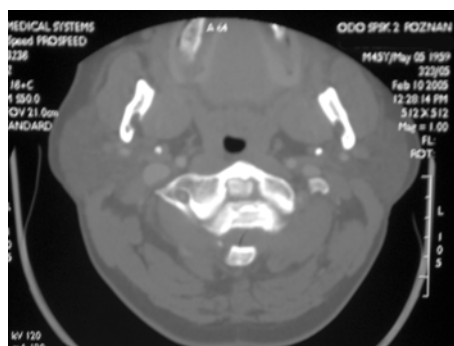
padkach (urazy, wady wrodzone, zapalenia) leczenie zachowawcze może okazać się skuteczne, czego dowodem jest ustąpienie ubytkowych objawów neurologicznych i radiologiczne potwierdzenie stabilności połączenia czaszkowo-kręgosłupowego. Sposoby ortopedycznego unieruchomienia zewnętrznego obejmują: aparat „halo”, opatrunkiem gipsowy typu Minerva, szyjne kołnierze ortopedyczne [9, 20, 22, 28]. Jeżeli unieruchomienie zewnętrzne oraz leczenie farmakologiczne okażą się nieskutecznymi, należy wówczas dokonać usztywnienia wewnętrznego na drodze operacyjnej [5, 23, 25, 27].

Już od siedemdziesięciu lat wykonywane są operacje wewnętrznego usztywnienia połączenia czaszkowo-kręgosłupowego, które mają na celu przywrócenie jego stabilności. Konstrukcja systemu stabilizującego, przyłączonego z jednej strony do czaszki, a z drugiej do obrotnika lub niżej położonych kręgów szyjnych wytwarza dźwignię o długich ramionach, które muszą być bardzo mocno osadzone na swoich obydwu końcach. Przyczep kości, płytki lub pręta do potylicy nie znajduje się w płaszczyźnie stabilizacji kręgosłupa, ale jest przesunięty względem niej od 6 do 20 cm ku tyłowi, o czym decydują przyczyny anatomiczne [16, 24, 25].

Technika chirurgiczna dotycząca okolicy połączenia czaszkowo-kręgosłupowego obejmuje dojścia przednie, boczne i tylne. Wszystkie wymienione dojścia operacyjne zostały zastosowane u omawianych chorych. W trzech przypadkach konieczne było przeprowadzenie operacji złożonej (dwuetapowej).



a)



b)

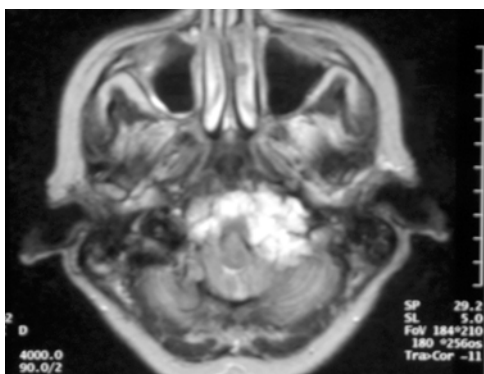


c)

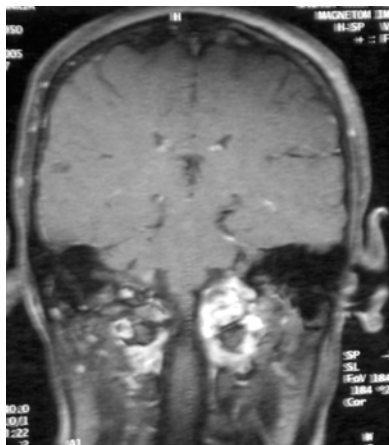


d)

Ryc. 1. Chory J.Ch., lat 46. Badanie MR (a) kręgów C1 i C2 wykazuje pourazowe złamanie wyrostka zębowego kręgu C2 z przemieszczeniem przednim i złamanie łuku tylnego atlasu. Badanie KT uwidacznia przemieszczony do kanału kręgowego tylny łuk atlasu. Pooperacyjne zdjęcia rentgenowskie kręgosłupa szyjnego w projekcji bocznej i a-p (c i d) przedstawiają stabilizację systemem OCA (DERO)



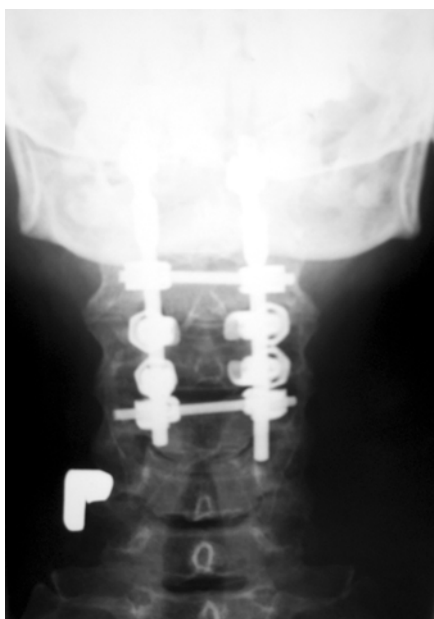
a)



b)



c)



d)

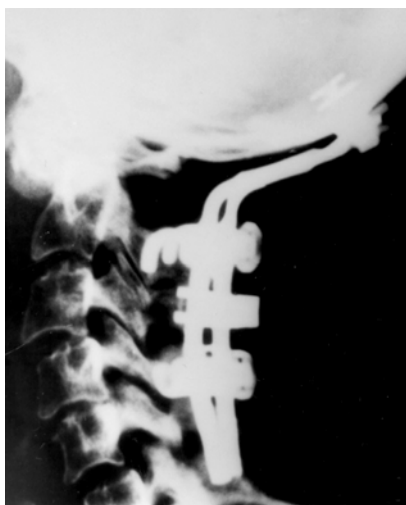
Ryc.2. Chora M.W., lat 54. Przedoperacyjne badanie MR połączenia czaszkowo-kęgosłupowego w projekcjach osiowej (a) i czołowej (b) wykazują guz podstawy czaszki wpuklający się do otworu potylicznego po stronie lewej i uciskający rdzeń przedłużony. Pooperacyjne zdjęcia rentgenowskie kęgosłupa szyjnego w projekcji bocznej i a-p (c i d) przedstawiają stabilizację systemem OCA (DERO)



a)



b)



c)



d)

Ryc. 3. Chora M.B-M., lat 51. Przedoperacyjne badanie MR (a) połączenia czaszkowo-kregoslupowego uwidacznia zniszczenie wyrostka zębowego kręgu C2 i reumatoidalny guz uciskający przednią część rdzenia kręgowego. Rekonstrukcja czołowa połączenia czaszkowo-kregoslupowego w badaniu KT (b) potwierdza zniszczenie zęba kręgu obrotowego i przedstawia zmiany w stawach szczytowo-potylicznych oraz szczytowo-obrotowych po stronie lewej. Pooperacyjne zdjęcia rentgenowskie w projekcji bocznej i a-p (c i d) wykazują stabilizację systemem OCA (DERO)

Postępowanie operacyjne mające na celu właściwe odbarczenie struktur nerwowych i naczyniowych polega na usunięciu przedniego łuku atlasu, wyrostka zębowego kręgu obrotowego, dolnej części stoku Blumenbacha, tylnego łuku atlasu, stawów szczytowo-potylicznych i szczytowo-obrotowych. Może to wywołać lub nasilić objawy niestabilności. Próby założenia przeszczepu kostnego z dojsia przedniego zazwyczaj zawodzą [3, 25, 26]. Dlatego szeroko stosuje się usztywnienie z dojsia tylnego [5, 12, 23]. W niektórych przypadkach można zminimalizować ograniczenia ruchomości głowy poprzez unieruchomienie szczytowo-obrotowe [5, 11, 24, 25]. Unieruchomienie potyliczno-szyjne, które ogranicza wszystkie ruchy głowy, znajduje zastosowanie w przypadkach rozległej destrukcji połączenia czaszkowo-kręgosłupowego w chorobie reumatycznej, przerzutach nowotworowych, urazach a także w złożonych wadach wrodzonych [16, 25]. Zakres niestabilności połączenia czaszkowo-kręgosłupowego zmuszał, w każdym przypadku, do zastosowania stabilizacji potyliczno-szyjnej.

Od czasu opisanego przez Foerster [24] w 1927 roku sposobu zespolenia potylicy z kręgosłupem szyjnym, zostały rozwinięte różne techniki stabilizacji, w których używane są przeszczepy kostne lub protezy uformowane z cementu akrylowego (methylmethacrylate) przymocowane drutem do struktur kostnych połączenia czaszkowo-kręgosłupowego. Uzyskane dzięki nim usztywnienie wewnętrzne jest niewystarczające i dlatego musi być zalecone następowe unieruchomienie zewnętrzne, zazwyczaj przez długi czas. Niekiedy po zastosowaniu przeszczepu kostnego nie dochodzi do wytworzenia

spondylodezy (25% przypadków) i powstają stawy rzekome [4, 5, 6, 23].

Innym rodzajem usztywnienia są konstrukcje, w których giętke pręty mocuje się drutem lub kablem do potylicy przez otwory wykonane w kości oraz do tylnych elementów kostnych kręgosłupa szyjnego. Zastosowanie tego typu usztywnienia wymaga obecności nienaruszonych tylnych elementów kręgów szyjnych. Podłukowe przeprowadzenie drutu lub kabla należy wykonać z dużą ostrożnością, aby nie uszkodzić rdzenia kręgowego. Uszkodzenie systemu użytego do stabilizacji może być przyczyną postępującej deformacji osi kręgosłupa, co przejawia się ubytkowymi objawami neurologicznymi [16, 24].

W celu uzyskania bardziej stabilnego unieruchomienia wewnętrznego wykorzystuje się płytki Roy-Cammille, prostokąty Lugaue, pętle Hartshill - Ransford. Usunięcie śródoperacyjne tylnych elementów kręgów uniemożliwia zastosowanie tego typu implantów [1, 25].

Magerl i Seeman rozwinęli technikę wprowadzania śrub do kręgu obrotowego w celu zwiększenia sztywności konstrukcji stabilizującej połączenie czaszkowo-kręgosłupowe [6]. Pierwsze implanty składające się ze śrub i płyt zostało użyte przez Sasso [19]. Śruby wprowadzane zostają do łuski kości potylicznej obustronnie, bocznie od guzowatości potylicznej w miejscu, w którym kość jest najgrubsza (11÷17 mm). Podobną technikę usztywnienia wewnętrznego w zakresie połączenia czaszkowo-kręgosłupowego stosowali Haywood, Grob i Olerud, Radek i wsp., Maciejczak i wsp. [7, 10, 18, 14]. Uzyskiwali oni korekcję zniekształconej osi kręgosłupa szyjnego jak również właściwe unieruchomienie do czasu wystąpienia spondylodezy. Ta metoda

może być z powodzeniem zastosowana po usunięciu tylnych elementów kostnych połączenia czaszkowo-kręgosłupowego. Istnieje niewielkie ryzyko uszkodzenia struktur nerwowych poprzez konstrukcję stabilizującą. Wytworzona stabilizacja wewnętrzna pozwala na wczesną pionizację chorego bez dodatkowego unieruchomienia zewnętrznego [8, 15, 16, 17, 25].

Zastosowanie kotwic w celu przymocowania prętu do łuski kości potylicznej lub masywu bocznego kręgów szyjnych, zaproponowane przez firmę LFC, jest nowym sposobem udoskonalenia stabilizacji potyliczno - szyjnej, który ma na celu zwiększenie trwałości zespolenia i zmniejszenie ryzyka uszkodzenia struktur nerwowych. Ten typ przymocowania prętów do kości potylicznej zastosowaliśmy u czterech chorych.

Jednak, w przypadkach osteoporozy, choroby reumatycznej z obecnością osteopenii spowodowanej długotrwałym leczeniem sterydami, jak również u pacjentów z cienką łuską kości potylicznej, śruby lub kotwice nie znajdują zastosowania. Wskazane jest wówczas wykonanie pomiarów grubości łuski kości potylicznej na podstawie badania KT. Paquis [16] zaproponował, u chorych z cienką łuską kości potylicznej, przymocowanie prętów hakami do łuski kości potylicznej i łuków kręgów szyjnych (system CCD). Podczas zakładania stabilizatora nie ma konieczności stosowania śródoperacyjnej kontroli rentgenowskiej.

WNIOSKI

1. Najbardziej efektywnym sposobem usztywnienia połączenia czaszkowo-kręgosłupowego są systemy stabilizacyjne, w których pręty zostają przymocowane śrubami, hakami lub

kotwicami do potylicy i kręgosłupa szyjnego.

2. Wskazaniem do zastosowania systemu CCD jest rozległa destrukcja połączenia czaszkowo-kręgosłupowego w nowotworach, chorobie reumatycznej i w urazach.
3. Wprowadzenie kotwicy do stabilizacji potyliczno-szyjnej poprawia efektywność operacji poprzez zwiększenie trwałości zespolenia i zmniejszenie ryzyka uszkodzenia struktur nerwowych.

Piśmiennictwo

- [1] Abumi K., Takada T., Shono Y., Kaneda K., Fujiya M.: Posterior Occipitocervical Reconstruction Using Cervical Pedicle Screws and Plate-Rod Systems. *Spine* 1998, 24, 1425-1434.
- [2] Aronson D. D., Kahn R.H., Canady A., Bollinger R.O., Towbin R.: Instability of the Cervical Spine After Decompression in Patients Who Have Arnold-Chiari Malformation. *J. Bone Joint Surg.* 1991, 73A, 898-906.
- [3] Borne G.M., Bedou G.L., Pinaudeau M., Cristino G., Hussein A.: Odontoid process fracture osteosynthesis with a direct screw fixation technique in nine consecutive cases. *J. Neurosurg.* 1998, 68, 223-226.
- [4] Fehlings M.G., Errico T., Cooper P., Benjamin V., DiBartolo T.: Occipitocervical Fusion with a Five -Millimeter Malleable Rod and Segmental Fixation. *Neurosurgery* 1993, 32, 198-208.
- [5] Greene K. A., Karahalios D.G., Apostolides P. J., Sonntag V.K.H.: Posterior Atlantoaxial Fusion. W: *Posterior Cervical Spine Surgery*. Red.: W. H. Dillin, E.A. Simeone, Lippincott-Raven, Philadelphia 1998, 53-80.
- [6] Grob D., Magerl F.: Surgical stabilization of C1 and C2 fractures. *Orthopade* 1987, 16, 46-54.

- [7] Grob D., Dvorak J., Panjabi M., Antines J.: The role of plate and screw fixation in occipitocervical fusion in rheumatoid arthritis. *Spine*, 1994, 19, 2545-2551.
- [8] Haftek J., Haftek I., Baranowski P., Rud A., Rzeźnicki J., Brzezińska B.: Rola chirurgii w kompleksowym leczeniu nowotworów kręgosłupa. *Neur. Neurochir. Pol.* 1998, 32, 1147-1164.
- [9] Hamilton A., Webb J.: The Role of Anterior Surgery for Vertebral Fractures With and Without Cord Compression. *Clin. Orthop.* 1994, 300, 79-89.
- [10] Haywood A., Learmonth I., Thomas M.: Internal fixation for occipito-cervical fusion. *J. Bone Joint Surg.* 1988, 70 (B), 708-711.
- [11] Jankowski R., Nowak S., Czekanowska-Szlandrowicz R.: Szpiczak mnogi drugiego kręgu szyjnego z przemieszczeniem na poziomie C2-C3 - opis przypadku. *Chir. Narz. Ruchu Ortop. Pol.* 1994, 4, 275 – 278.
- [12] Jankowski R., Nowak S., Stachowska-Tomczak B., Szymaś J.: Dojście operacyjne przez usta do nowotworów niszczących krąg obrotowy. Opis trzech przypadków. *Neurol. Neurochir. Pol.* 1998, 6, 1615 – 1626.
- [13] Maciejczak A., Radek A., Zapalowicz K., Jóźwiak J., Skiba P.: Metody stabilizacji pogranicza czaszkowo-kręgosłupowego – kryteria doboru. *Neur. Neurochir. Pol.* 1999, 33, 1151- 1163.
- [14] Maciejczak A., Radek A.: Stabilizacja pogranicza czaszkowo-kręgosłupowego śrubami. *Neur. Neurochir. Pol.* 1999, 33, 1403- 1413.
- [15] Malcolm G.P., Ransford A.O., Crockard H.A.: Treatment of non-rheumatoid Occipitocervical instability. *J. Bone Joint Surg.* 1994, 76 B, 357-366.
- [16] Paquis P., Breuil V., Lonjon M., Euler – Ziegler L., Grellier P.: Occipitocervical Fixation Using Hooks and Screws for Upper Cervical Instability. *Neurosurgery* 1999, 44, 324-331.
- [17] Paramore C.G., Dickman C.A., Sonntag V. K.H.: The anatomical suitability of the C1-C2 complex for transarticular screw fixation. *J. Neurosurg.* 1996, 85, 221-224.
- [18] Radek A., Zapalowicz K., Maciejczak A., Skiba P., Olerud S.: Przypadek poważnej dyslokacji pogranicza czaszkowo-kręgosłupowego na tle reumatoidalnego zapalenia stawów. *Neur. Neurochir. Pol.* 2000, 34, 187- 196.
- [19] Sasso R.C., Jeanneret B., Fischer K.: Occipito-cervical fusion with posterior plate and screw instrumentation. A long – term follow-up study. *Spine*, 1994, 19, 2634-2638.
- [20] Seybold E.A., Bayley J.C.: Functional Outcome of Surgically and Conservatively Managed Dens Fractures. *Spine* 1998, 23, 1837-1846.
- [21] Spies E.H., Stucker R., Reichelt A.: Conservative Management of Pyogenic Osteomyelitis of the Occipitocervical Junction. *Spine* 1999, 24, 818-822.
- [22] Stoney J., O' Brien J., Wilde P.: Treatment of type - two odontoid fractures in halothoracic vest. *J. Bone and Joint Surg.* 1998, 80 B, 452-455.
- [23] Sutterlin III Ch. E., Bossons C.R.: Posterior Occipitocervical Spine Surgery. W: Posterior Cervical Spine Surgery. Red.: W.H. Dillin, E.A. Simeone, Lippincott-Raven, Philadelphia 1998, 91-106.
- [24] Vale F.L., Oliver M., Cahill D.W.: Rigid occipitocervical fusion. *J. Neurosurg. (Spine 2)*, 1999, 91, 144-150.
- [25] Voth D., Glees P.: Diseases in the cranio-cervical junction. Walter de Gruyter. Berlin, New York 1987.
- [26] Wilson A.J., Marshall R. W., Ewart M.: Transoral Fusion With Internal Fixation in a Displaced Hangman's Fracture. *Spine* 24, 295-298.
- [27] Zunkeler B., Schelper R., Menezes A.H.: Periodontoid calcium pyrophosphate dihydrate deposition disease "pseudogout" mass lesions of the craniocervical junction. *J. Neurosurg.* 1996, 85, 803-809.
- [28] Żukiel R., Jankowski R., Nowak S., Kopras A.: Uszkodzenia połączenia czaszkowo-kręgosłupowego. *Chir. Narz. Ruchu Ortop. Pol.* 1995, 5, 345-351.