



© J ORTHOP TRAUMA SURG REL RES 4 (20) 2010  
Review article/Artykuł poglądowy

# Occipito-cervical fusion using some types of implants – anchors in the cranio-cervical pathologies

## Zespoleńia potyliczno-szyjne przy pomocy implantów typu kotwice w patologich pogranicza czaszkowo-kręgosłupowego

M. TĘSIOROWSKI<sup>1</sup>, D. ZARZYCKI<sup>1</sup>, E. LIPIK<sup>1</sup>, L. CIUPIK<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Klinika Ortopedii i Rehabilitacji, Uniwersytet Jagielloński, Collegium Medicum Kierownik Kliniki: prof. zw. dr hab. med. Daniel Zarzycki

<sup>2</sup> LfC, Zielona Góra

Address for correspondence/Adres do korespondencji:

Klinika Ortopedii i Rehabilitacji, Uniwersytet Jagielloński, Collegium Medicum  
ul. Balzera 15, 34-500 Zakopane  
tel. +48 18 2014297; e-mail: sekretariat@klinika.net.pl

### Statistic/Statystyka

Word count/Liczba słów	1341/1247
Tables/Tabele	0
Figures/Ryciny	6
References/Piśmiennictwo	10

Received: 15.05.2010

Accepted: 24.07.2010

Published: 13.10.2010

### Summary

In this article is presented the solution of occipito-cervical stabilization with help of anchors in many different pathology of cranio-cervical junction, and they are compared with the solutions practiced up to now. The estimation was made on the base of biomechanical and clinical research.

Between 2000 and 2009, in Orthopedic and Rehabilitation Department Medical College, Jagiellonian University 25 patients (9 females, 16 man) underwent occipito-cervical stabilization and posterior fusion. Mean patient's age was 40 years (from 8 to 72). The reason of surgery was many different pathology: fractures C1/C2 – 15 patients, pathology fractures (metastases of cancer) – 4 patients, intramedullare tumor – 1 patient, subluxation C1/C1 because of rheumatoid arthritis – 1 patient, congenital defect cranio-cervical junction – 3 patients, tuberculosis of C1/C2 – 1 patient.

The occipital anchor is an element intended for connecting an occiput with occipital rod. The anchor replaces bone screws, wires or hooks. Because of a small height above the squama of occipital bone it isn't risky to make disorders with postoperative wound healing. Giving stable osteosynthesis it isn't necessary to use a collar during postoperative period.

Introduced solution of stabilization cranium and spinal column can be used for internal stabilization of cranio-spinal union, and it is construction which allows to get correct union of fractured bones. During the follow up period 1 year proper bone healing was observed and posterior fusion revealed. Patients after pathology fractures were send to Rehabilitation Department to continue treatment.

**Key words:** occipito-cervicalis spondylodesis, occipital's anchor, pathology of cranio-cervical junction

### Streszczenie

W artykule przedstawiono przykłady stabilizacji potyliczno-szyjnej za pomocą kotwic w patologich pogranicza czaszkowo-kręgosłupowego i porównano je z innymi stosowanymi rozwiązaniami. Ocena przeprowadzono na podstawie badań biomechanicznych i klinicznych. Analizowano przebieg leczenia chorych operowanych w Klinice Ortopedii i Rehabilitacji w Zakopanem w latach 2000-2009. Stabilizację potyliczno-szyjną zastosowano w różnych patologich pogranicza czaszkowo-kręgosłupowego u 25 chorych (9 kobiet, 16 mężczyzn).

Wiek chorych 8 do 72 lat (średnio 40 lat). Przyczyny leczenia operacyjnego były następujące: złamanie urazowe zęba obrótnika typ II ze złamaniem łuku tylnego kręgu C1 bez objawów uszkodzenia rdzenia - u 15 chorych, złamanie patologiczne kręgu C2 z przednim zwicnięciem kręgu C1 z powodu przerzutu nowotworowego, bez ubytków neurologicznych - u 4 chorych, guz wewnątrzrdzeniowy potylicy-C2 z objawami rozpoczynającego się porażenia czterokończynowego - u 1 chorej, wrodzona patologia pogranicza czaszkowo-kręgosłupowego z rozpoczynającym się podwichnięciem - 3 chorych, postępujące podwichnięcie potylicy/C1/C2 w przebiegu rzs - 1 chora, zniszczenie trzonu C2 w przebiegu gruźlicy - 1 chorej.

Przebieg pooperacyjny u wszystkich chorych był niepowikłany. Zastosowany implant typu kotwica potyliczna zastępuje wkręty kostne, druty lub haki. Mała wysokość kotwicy ponad łuską kości

potylicznej sprzyja prawidłowemu gojeniu rany pooperacyjnej. Ze względu na dużą wytrzymałość mocowania implantu w kości nie jest wymagane stosowanie kołnierza w okresie pooperacyjnym. W okresie obserwacji pooperacyjnej (12 mies.) u wszystkich chorych uzyskano pełną spondylodezę potyliczno-szyjną, pacjenci ze złamaniami patologicznymi kontynuowali leczenie onkologiczne, nie obserwowano u nich zaburzeń neurologicznych funkcji kończyn.

**Słowa kluczowe:** spondylodeza potyliczno-szyjna, kotwica potyliczna, patologie pogranicza czaszkowo-kregosłupowego

## INTRODUCTION

Cervical spinal segment is the most complicated part of the spine biomechanically. This follows from the structure and functions of the occipito-cervical junction and vertebrae - atlas and odontoid vertebra.

Cervical spine instability due to various pathological states often require surgical treatment - stabilization using the appropriate implant fixed to the occipital bone and cervical vertebrae (1,2,3,4,7,8,10).

Aim of this study is to evaluate the biomechanical and clinical stability cranio-cervical junction using occipital anchor.

## OCCIPITAL ANCHOR – THE STRUCTURE AND METHOD OF ATTACHMENT TO THE BONE

Occipital anchor DERO by LFC is the element to connect the occiput with occipital rod. It replaces the bone screws, wires or hooks. In addition, because of the small amount there is no risk of pressure sores on the scalp during the healing of the surgical wound. Gives a stable fusion so it is not required to use the collar in the postoperative period.

Anchor consists of a socket to connect to the rod bracket and part what is placed in the occipital bone. Shoulders in the lower part is sanded angle (line screw), so that during the implantation goes deep and keep implant very close to the surface of the bone, which increases the stability of attachment (Fig. 1).

Part of the anchor in the occiput has respectively sloping shoulders, which, during the implantation (turnover) shall be clamped in the bone.

Fixing anchor in the occiput is in a hole made in the occipital bone, the long axis of the hole is perpendicular to the long axis of the rod, and deposition, followed by a rotation anchored by 90° to the right (Fig. 2). Due to the thickness of the bone when anchor is placed, the size of anchoring part is done in three sizes, H = 4, 6 and 8 mm.

Occipital brackets in the occipital part are fused by anchors and in cervical part by anchors or using laminar hooks.

## WSTĘP

Szyjny odcinek kręgosłupa to część kręgosłupa najbardziej złożona pod względem biomechanicznym. Wynika to ze specyficznej budowy i pełnionych funkcji przez połączenie potyliczno-szyjne oraz kręgi szczytowy i obrotowy.

Niestabilności kręgosłupa szyjnego spowodowane różnymi stanami patologicznymi niejednokrotnie wymagają leczenia operacyjnego – stabilizacji z użyciem odpowiednich implantów mocowanych do kości potylicznej i kręgów szyjnych (1,2,3,4,7,8,10).

Celem pracy jest ocena biomechaniczna i kliniczna stabilizacji pogranicza czaszkowo-kregosłupowego za pomocą implantu typu kotwica potyliczna.

## KOTWICA POTYLICZNA – BUDOWA I SPOSÓB MOCOWANIA W KOŚCI

Kotwica potyliczna DERO firmy LFC jest elementem przeznaczonym do łączenia potylicy z prętem potylicznym. Zastępuje ona wkręty kostne, druty lub haki. Dodatkowo z powodu małej wysokości nie ma ryzyka powstawania odleżyn na skórze głowy w okresie gojenia rany pooperacyjnej. Daje stabilne zespolenie dzięki czemu nie jest wymagane stosowanie kołnierza w okresie pooperacyjnym.

Kotwica składa się z gniazda do połączenia z wspornikiem prętowym oraz z części kotwiczącej wprowadzanej w kość potyliczną.

Część kotwicząca w potylicy to odpowiednio nachylone łopatki, które podczas obrotu wcinają się w kość. Łopatki te w części dolnej zeszlifowane są pod odpowiednim kątem (linia śrubowa), tak by podczas obrotu zagłębiały się powodując dociągnięcie implantu do powierzchni czaszki, co zwiększa stabilność zamocowania (ryc. 1).

Mocowanie kotwicy w potylicy odbywa się w otworze wykonanym w kości potylicznej, oś długa otworu jest prostopadła do długiej osi pręta, a osadzenie następuje przez obrót kotwicy o 90° w prawo (ryc. 2). Ze względu na grubość kości w miejscu osadzenia kotwicy ustalono, że wysokość części kotwiczącej wykonywana jest w trzech rozmiarach H = 4, 6 i 8 mm.

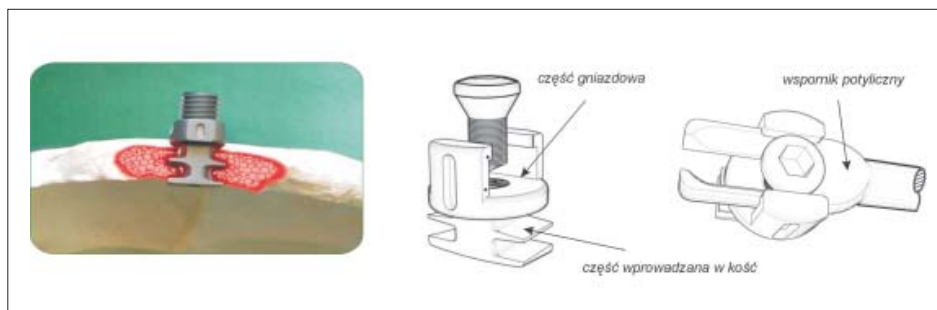
Wsporniki potyliczne w części szyjnej mocowane są przy pomocy kotwic osadzanych w masywach bocznych kręgów lub za pomocą haków laminarnych.

## CLINICAL MATERIAL

The occipital anchors were applied for 25 patients (9 female, 16 man) having an operation from 2000 to 2009 years, for whom was made occipito-cervical spinal arthrodesis. Age of patients ranged from 8 to 72 years (mean 40 years). All patients performed the stability and spondylodesis occipito-cervical.

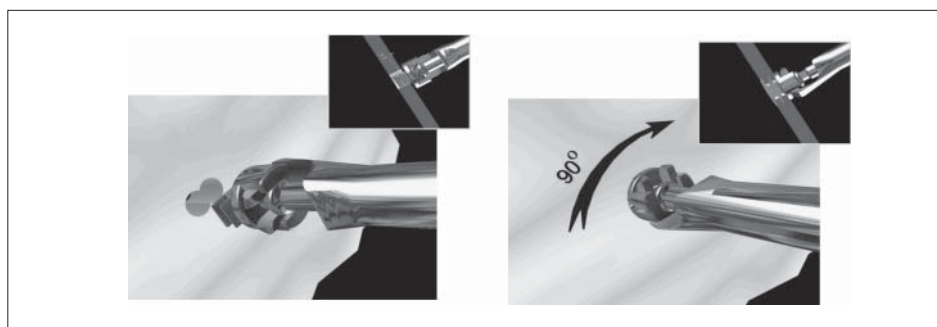
The reasons of operative treatment for the patients were following: trauma fracture of rotating tooth type II with the fracture of arch of C1 vertebra posterior without symptoms of medulla damage – 15 patients (examp. Fig.3), pathological fracture of C2 vertebra with anterior dislocation of C1 vertebra caused by neoplastic metastases, without neurological defects – 4 patients (examp. Fig.5), intraspinal tumor of medulla oblongata descending to C2 vertebra level with symptoms of tetraplegia – 1 operated patient, congenital pathology of crano-cervical part of spine wit sublaxation C1/C2 - 3 patients, . sublaxation occiput/C1/C2 in progress during the rheumatoid arthritis - 1 patient, C2 destruction because of tuberculosis - 1 patient.

**Fig. 1.** Occipital anchor DERO  
**Ryc. 1.** Kotwica potyliczna DERO



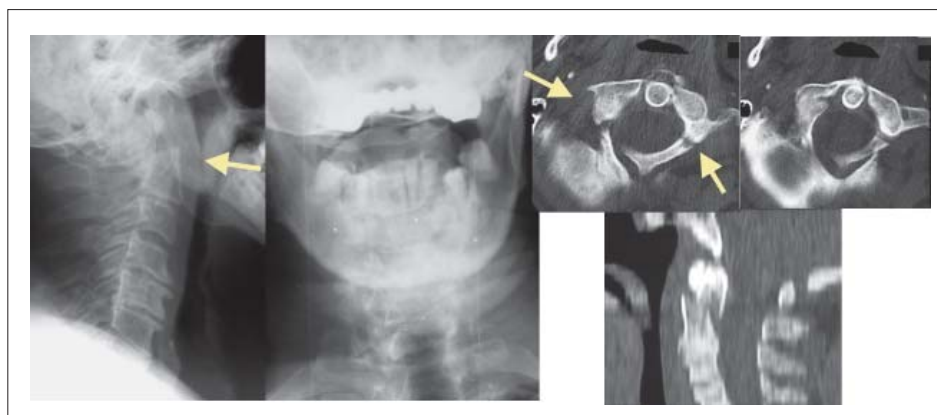
**Fig. 2.** Longitudinal whole for anchor and fixation by tern over on the right 90°

**Ryc. 2.** Podłużny otwór do wprowadzenia kotwicy i jej „zakotwiczenie” przez obrót o kąt 90°



**Fig. 3.** Patient M.S. age 52. Traumatic fracture of the tooth and dislocation of the arc C1 with pressure on the spinal cord

**Ryc. 3.** Pacjent M.S. lat 52. Urazowe złamanie zęba obrotnika i złamanie łuku przedniego oraz tylnego kręgu C1 z przemieszczeniem i z uciskiem na worek oponowy.



## MATERIAŁ KLINICZNY

Kotwice potyliczne zastosowano u 25 pacjentów (9 kobiet, 16 mężczyzn) z patologią pogranicza czaszkowo-kręgosłupowego operowanych w Klinice Ortopedii i Rehabilitacji w Zakopanem w latach 2000-2009. Wiek pacjentów wahał się od 8 do 72 lat (średnio 40 lat). U opisywanych chorych wykonano stabilizację i spondylodezę potyliczno-szyjną.

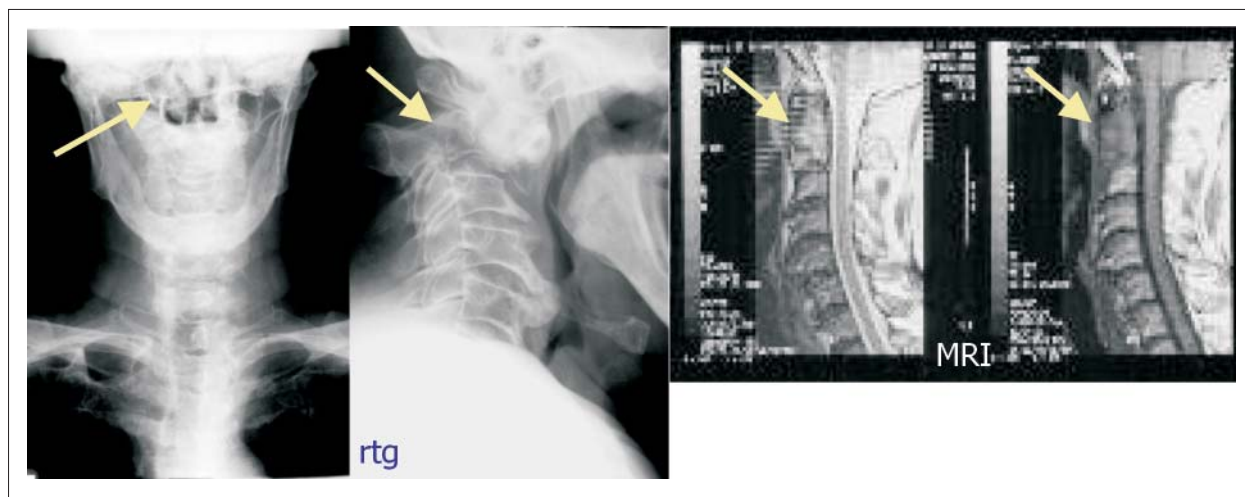
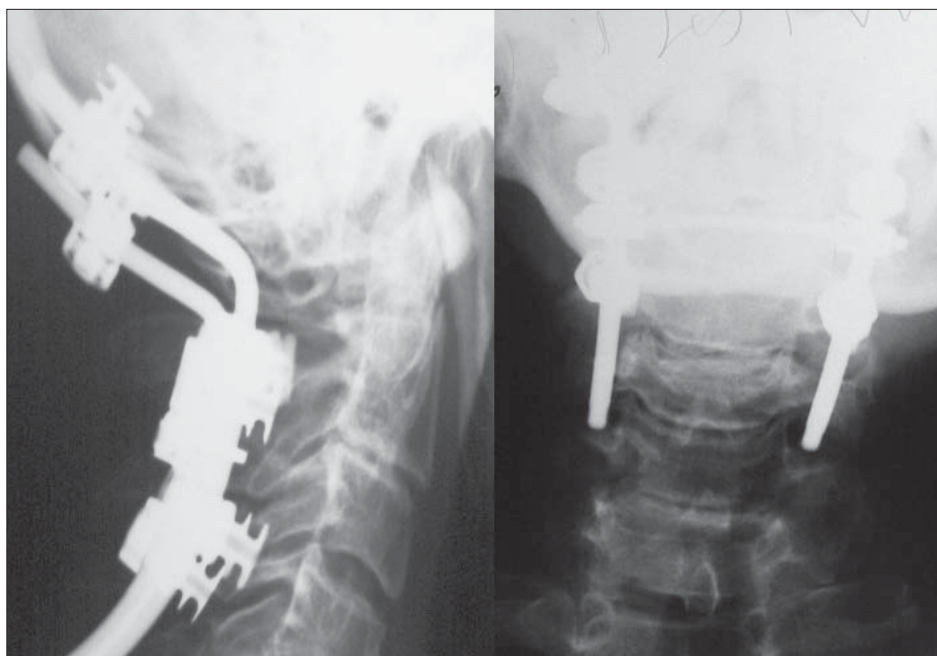
Przyczyny leczenia operacyjnego chorych były następujące: złamanie urazowe zęba obrotnika typ II ze złamaniem łuku tylnego kręgu C1 bez objawów uszkodzenia rdzenia - u 15 chorych (przykład – ryc. 3), złamanie patologiczne kręgu C2 z przednim zwinięciem kręgu C1 z powodu przerzutu nowotworowego, bez ubytków neurologicznych - u 4 chorych (przykład – ryc. 5), guz wewnątrzrdzeniowy potylicza-C2 z objawami rozpoczynającego się porażenia czterokończynowego - u 1 chorej, wrodzona patologia pogranicza czaszkowo-kręgosłupowego z rozpoczynającym się podwichnięciem – 3 chorych, postępujące podwichnięcie potylicza/C1/C2 w przebiegu rzs – 1 chora, zniszczenie trzonu C2 w przebiegu gruźlicy – 1 chory.

From the typical posterior access, after exposing the bone of occiput and arches of upper cervical vertebra behind arches of C3 and C4 vertebrae we installed hooks. Suboccipital rod allowed precisely define place of setting the anchor into bone of cranium. After making longitudinal opening in occipital bone using trepan the anchor was installed and then the same procedure was done on the other side. The final fastening of both rods in anchors, then in hooks allowed to get strong stabilization of cranium and cervical spine. Ofcourse, depending on primary disease operative procedure was completed with reduction of fractures or tumor resection. The operation was finished after delicate decortication with resection of intervertebral joints and over laying operative area with bone grafts. With the patient with intraspinal opening and laminotomy of C1 and C2 vertebrae.

Z typowego dostępu tylnego, po odsłonięciu kości potylicy i łuków górnych kręgów szyjnych zamocowano haki za łuki kręgów C3 i C4. Pręt podpotyliczny pozwalał dokładnie określić miejsce założenia kotwicy w kości czaszki. Po wykonaniu trepanem poprzecznego otworu w kości potylicznej (ryc. 2) zakładano kotwicę, a następnie procedurę powtarzano po drugiej stronie. Ostateczne umocowanie obu prętów w kotwicach, a następnie w hakach, pozwalało uzyskać mocną stabilizację czaszki i kręgosłupa szyjnego. Zamiennie z hakami istnieje możliwość implantacji kotwic w masyw boczny kręgów szyjnych (ryc. 4). W zależności od choroby zasadniczej zabieg operacyjny był uzupełniony o nastawienie odłamów lub resekcję guza. Operację kończyła delikatna dekortykacja z resekcją stawów międzykręgowych i obłożeniem pola operacyjnego przeszczepami kostnymi.

**Fig. 4.** Patient M.S. age 52. X-ray after surgery. Stabilization of occipito-cervical part of spine with anchors

**Ryc. 4.** Pacjent M.S. lat 52. RTG po operacji. Stabilizacja potyliczno-szyjna z użyciem kotwic potylicznych i kotwic w kręgosłupie szyjnym



**Fig. 5.** Patient J.T age 74. Pathological fracture of C2 (metastases). Without any neurological defects

**Ryc. 5.** Pacjent J.T lat 74. Złamanie patologiczne C2 (przerzut nowotworowy niszczący całkowicie kręg C2). Bez neurologicznych objawów ubytkowych

Because of that the anchors were installed more lateral, to avoid of the risk of breaking locating them too close to bone edge.

## CLINICAL RESULTS

Postoperative period for all the patients wasn't complicated. During the observation period, which for the patients with trauma fracture of rotating tooth was 1 year, came into occipito-cervical of vertebral arthrodesis and healing of fracture of C2 vertebrae. In 3 patients during the period of growth anchor was loose with the occiput, two years after the operation. The stability of occipito-cervical part of spine in these patients was good, the implant was removed without the risk of recurrence of pathology (instability). The patients with pathological fracture continued oncological treatment (they lived through 10 and 12 months), and made operation stabilized spinal column, as well as it didn't cause damage of spinal cord. The operation with the patient with intraspinal tumor (astrocytoma) caused formation of occipito-cervical of vertebral arthrodesis, the patient has same small neosurgical paresis and she is in course of intensive rehabilitation. She's under permanent neurosurgico-oncological control. With all the patients during postoperative period wasn't necessary to use Schanz's collar. During the observation weren't confirmed any inflammatory changes of the skin above the implant with all the operated.

## CONCLUSIONS

Surgical treatment of occipito-cervical pathology by anchors makes good stability and fusion of occipito-cervical junction. The construction of occipito-cervical stabilizer is characterized by a simple way of implantation, fixation of the implant has low risk of neurological and vascular complications during the procedure, low risk of destabilization of implant, good mechanical strength,

U pacjentki z guzem wewnątrzrdzeniowym konieczne było poszerzenie otworu potylicznego wielkiego i laminotomia kręgów C1 i C2. Z tego powodu kotwice potyliczne zostały założone bardziej bocznie, tak aby uniknąć ryzyka wyłamania przy umiejscowieniu ich zbyt blisko krawędzi kostnej.

## WYNIKI KLINICZNE

Przebieg pooperacyjny u wszystkich pacjentów był niepowikłany. W okresie obserwacji wynoszącym dla pacjentów z urazowym złamaniem zęba obrotnika – 1 rok, doszło do powstania spondylodezy potyliczno-szyjnej i wygojenia się złamania kręgu C2. U 3 chorych pozostających w okresie wzrostu doszło do wybudowania kotwic z potylicy po dwóch latach od przeprowadzonej operacji. Ze względu na pełną spondylodezę potyliczno-szyjną u tych chorych usunięto implant bez ryzyka nawrotu patologii (niestabilności). Pacjenci ze złamaniem patologicznym kontynuowali leczenie onkologiczne (czas przeżycia 10 i 12 miesięcy), a wykonany zabieg stabilizował kręgosłup zabezpieczając przed uszkodzeniem rdzenia kręgowego. Zabieg operacyjny u pacjentki z guzem wewnątrzrdzeniowym (gwiaździaak) doprowadził do powstania spondylodezy potyliczno-szyjnej. U pacjentki wdrożono intensywną rehabilitację usprawniającą ze względu na niedowłady kończyn spowodowane guzem oraz kontynuowano leczenie onkologiczne i kontrole neurochirurgiczne. U wszystkich chorych w okresie pooperacyjnym nie było konieczne stosowanie kołnierza Schanza, gojenie rany przebiegało prawidłowo, nie obserwowano zmian zapalnych skóry nad implantem.

## WNIOSKI

Zastosowanie implantów typu kotwice w leczeniu operacyjnym patologii pogranicza potyliczno-szyjnego pozwala na uzyskanie dobrej stabilizacji i pełnej spondylodezy potyliczno-szyjnej. Konstrukcja stabilizatora potyliczno-szyjnego charakteryzuje się prostym sposobem implantacji, mocowanie implantu obarczone jest małym ryzykiem powikłań neurologicznych oraz naczyniowych w czasie zabiegu, niewielkim ryzykiem destabilizacji

**Fig. 6.** Patient J.T. age 74. Pathological fracture of C2 (metastases) – after surgery  
**Ryc. 6.** Pacjent J.T lat 74. Złamanie patologiczne C2 (przerzut nowotworowy) – stan po leczeniu operacyjnym – stabilizacji potyliczno-szyjnej



implantation procedure is efficient and quick. After the operation, there is a possibility of full and early activity of the patient without having to use an external stabilizer.

## DISCUSSION

In the cases of fractures rotating tooth type II the operative treatment is the procedure of choice, especially with adult patients (2). The anterior stabilization of rotating tooth by screw is preferable for the fractures type III, but because of complications the operation is not made very often (2). The posterior spinal arthrodesis in mentioned cases should include occipito-cervical union, because only preserved posterior C1 arch allows to make posterior spinal arthrodesis C1 – C2 by various techniques stabilizing these vertebrae using rods, screw, hooks. So the fracture of C1 posterior arch, C2 shaft destruction because of neoplastic metastases and anterior dislocation of C1 vertebra, C1 and C2 posterior laminectomy with extension of great occipital foramen make necessity of making spinal arthrodesis occipito-cervical (2,3,4,8,10). The implant systems used for occipito-cervical stabilization from posterior approach usually consist one or two suitable moulded rod bearers and the set of elements connecting them with bone using bone screws, orthopedic wire and hooks. In the middle of 90-s there was used stabilizer made of one specially formed rod, which makes construction of two different cross-sections. The worst point of that stabilization was insufficiently good fastening of occiput, necessary of making more foramina in the cranium (at least 3 for screws and 4 for wires) and their precise planning so that the tensions between the bone and the loop don't cause destabilization of union. During postoperative period was suggested to use stiff orthopedical collar until spinal arthrodesis appears. That collar had to protect against head anteversion and instrumentarium destabilization (6,8). There are also in use occipito-cervical stabilizers made of two independent, moulded rods flattened in the upper part, supporting occiput and supplied with the nests for bone screws or spinal arthrodesis hooks. The lower part of that implant are connected with vertebrae by hooks or screws (5). The main fault described solution is multi-pointed fastening to the cranium, what makes much more difficult to adapt left (free) endings of stabilizer in cervical part to axis of spinal column. Disadvantageous feature of implants mentioned above is fastening system extended above the rod. High construction and large gabarits of implant make that it's close to the skin and the necessity to use collar causes inflammatory states of that area.

implantów, dobrą wytrzymałością mechaniczną, procedura implantacji jest sprawna i szybka. Po operacji istnieje możliwość pełnej i wczesnej aktywności chorego bez konieczności stosowania stabilizatora zewnętrznego.

## OMÓWIENIE

W przypadkach złamań zęba obrotnika typ II leczenie operacyjne jest postępowaniem z wyboru, zwłaszcza u pacjentów dorosłych (2). Przednia stabilizacja zęba obrotnika śrubą jest wskazana dla złamań typu III, ale z powodu pojawiających się komplikacji jest rzadziej wykonywana (2). Spondylodeza tylna w wymienionych przypadkach chorobowych powinna obejmować połączenie potyliczno-szyjne, bowiem tylko przy zachowanym łuku tylnym C1 można wykonać spondylodezę tylną C1-C2 różnymi technikami stabilizując te kręgi za pomocą pętli, śrub, haków. Istniejące więc złamanie łuku tylnego C1, destrukcja trzonu C2 z powodu przerzutu nowotworowego i przednie zwichnięcie kręgu C1, laminektomia tylna C1 i C2 z poszerzeniem otworu potylicznego wielkiego powodują konieczność wykonania zabiegu spondylodezy potyliczno-szyjnej. (2,3,4,8,10)

Układy implantów stosowane do stabilizacji potyliczno-szyjnej z dostępu tylnego składają się zwykle z jednego lub dwóch odpowiednio wyprofilowanych wsporników prętowych i zestawu elementów łączących je z kością za pomocą wkrętów kostnych, drutu ortopedycznego oraz haków. W połowie lat 90-tych stosowano stabilizator składający się z jednego specjalnie ukształtowanego pręta, który stanowi konstrukcję złożoną z dwóch różnych przekrojów. Największą słabością tej stabilizacji było niewystarczająco dobre mocowanie potylicy, konieczność wykonania większej liczby otworów w czaszce (przynajmniej 3 dla wkrętów i 4 dla drutów) i ich precyzyjne rozplanowanie tak by naprężenia pomiędzy kością a pętlą nie powodowały destabilizacji zespolenia. W okresie pooperacyjnym zalecano stosowanie sztywnego kołnierza ortopedycznego do czasu powstania spondylodezy. Kołnierz ten miał zapobiegać przodopochyleniu głowy i destabilizacji instrumentarium (6,8).

Stosowane są także stabilizatory potyliczno-szyjne składające się z dwóch niezależnych, wyprofilowanych prętów, spłaszczonych w części górnej, podpierającej potylicę i wyposażonych w gniazda na wkręty kostne lub haki potyliczne. Części dolne tego implantu połączone są z kręgami za pomocą haków lub śrub. (5)

Główną wadą opisanych rozwiązań jest wielopunktowe mocowanie do czaszki, co znacznie utrudnia dopasowanie wolnych końców stabilizatora w części szyjnej do osi kręgosłupa. Niekorzystną cechą implantów wyżej wymienionych jest układ mocowania rozbudowany ponad pręt. Wysoka konstrukcja i duże gabaryty wszczępu powodują że znajduje się on blisko skóry a konieczność stosowanie kołnierza sprzyja powstawaniu stanów zapalnych tej okolicy.

Stabilizator potyliczno-szyjny z kotwicą potyliczną przeznaczony do operacyjnego połączenia górnych segmentów odcinka szyjnego z czaszką charakteryzuje się

The occipito-cervical stabilizer with vertebral arthrodesis anchor allocated for operative union of upper segments of cervical part with cranium has small external dimensions and compact construction. One-pointed and simple fastening making shorter operative time and makes easier to fit left parts of rod in cervical part to axis of spinal column. The occipital anchor with regard to its construction does two-sided hooks is the necessity to use two hooks – a hook brought in through the opening (slot) made occipital opening (slot).

małymi wymiarami zewnętrznymi i zwartą konstrukcją. Jednopunktowe i proste mocowanie znacznie skraca czas operacji i ułatwia dopasowanie pozostałych części pręta w odcinku szyjnym do osi kręgosłupa. Kotwica potyliczna ze względu na swoją budowę spełnia funkcje dwustronnego haka, a więc stabilizacja z jej zastosowaniem jest pewniejsza i mocniejsza.

Niekorzystną cechą stabilizacji na hakach jest wymóg polegający na konieczności zastosowania dwóch haków - haka wprowadzonego przez otwór wykonany trepanem oraz dodatkowego haka podpotylicznego wprowadzanego w otwór potyliczny wielki. Zastosowanie implantów z śrubami kostnymi do kości potylicznej to wielopunktowe mocowanie w przeciwieństwie do jednopunktowego mocowania kotwicą. Głębokość osadzenia półek gwintu kotwicy jest kilka razy większa od gwintu śruby, co zwiększa wytrzymałość stabilizatora na działanie sił wyrwywających podczas ruchów zgięciowo-wyprostnych.

Przedstawione rozwiązanie stabilizacji czaszki i kręgosłupa może być stosowane do stabilizacji wewnętrznej połączenia czaszkowo-kręgosłupowego i jest ono konstrukcją pozwalającą na uzyskanie prawidłowego zrostu kostnego.

---

#### References/Piśmiennictwo:

1. Anderson LD., D'Alonzo RT. *Fractures of the odontoid process of the axis. J. Bone Joint Surg.* 56A, 1663-1674, 1974.
2. Cotler JM., Simpson JM., An HS., Silveri CP. *Surgery of spinal trauma Lippincott Williams and Wilkins. Philadelphia 2000, 179-217.*
3. Kiwerski J.: *Urazy kręgosłupa odcinka szyjnego i ich następstwa. Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 1993.*
4. Tylman D., Dziak A.: *Traumatologia narządu ruchu. Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 1996, tom 1.*
5. Będziński R., Pezowicz C., Mstowski J., Ciupik L.: *Mechaniczne aspekty stabilizacji kręgosłupa szyjnego. System DERO: rozwój technik operacyjnego leczenia kręgosłupa. Zielona Góra 1997, cz.2.*
6. Będziński R., Pezowicz C.: *Analiza znanych Stabilizatorów. Politechnika Wroclawska 1997.*
7. Detlef von Torklus, Toufick Nicola : *Atlas dostępów operacyjnych w chirurgii ortopedycznej i traumatologii. Wyd. polskie pod red. A. Walla, Wrocław 1994.*
8. A. Gruca.: *Chirurgia ortopedyczna. PZWL, Warszawa 1993, t3.*
9. Będziński R., Pezowicz C.: *Wybrane zagadnienia stabilizacji kręgosłupa szyjnego. Mechanika w Medycynie, Rzeszów 1996.*
10. Stuart L. Weinstein: *The Pediatric Spine. Principles and Practice. Chapter 66 Max Aebi: Anterior and Posterior Cervical Spine Fusion and Instrumentation. Raven Press*