

**Zaangażowanie Autorów**

A – Przygotowanie projektu  
badawczego  
B – Zbieranie danych  
C – Analiza statystyczna  
D – Interpretacja danych  
E – Przygotowanie manuskryptu  
F – Opracowanie piśmiennictwa  
G – Pozyskanie funduszy

**Author's Contribution**

A – Study Design  
B – Data Collection  
C – Statistical Analysis  
D – Data Interpretation  
E – Manuscript Preparation  
F – Literature Search  
G – Funds Collection

**Alicja Baranowska<sup>(A,B,D,E)</sup>, Paweł Baranowski<sup>(C,E,G)</sup>,  
Rafał Konieczny<sup>(B,C)</sup>, Marek Rybarczyk<sup>(B,C)</sup>**

*Oddział Neuroortopedii, Centrum Rehabilitacji STOCER, Konstancin*

## Ocena zrostu kostnego kręgosłupa w odcinku szyjnym po zastosowaniu sztywnych wszczepów krążków międzykręgowych

*Assessment of bone union in the cervical spine  
after the application of a spinal cage*

**Słowa kluczowe:** usunięcie krążka międzykręgowego, klatka Solis, jakość życia

**Key words:** discectomy, Solis, quality of life

### STRESZCZENIE

**Wstęp.** Celem pracy jest ocena zrostu kostnego przestrzeni międzyprzonowej, którą po wycięciu krążka międzykręgowego ustabilizowano sztywnym wszczepem.

**Materiał i metody.** Materiał kliniczny stanowi grupa 117 pacjentów operowanych w Oddziale Neuroortopedii w STOCER w latach 2001-2004, u których w odcinku szyjnym kręgosłupa usunięto krążek międzykręgowy, a przestrzeń ustabilizowano wszczepem typu Solis. Okres obserwacji wynosił od roku do trzech lat. Jedną przestrzeń międzyprzonową operowano u 50%, dwie u 48%, a trzy u 2% pacjentów. W badaniu radiologicznym oceniano: zrost kostny i usztywnienie operowanej przestrzeni w przypadku jej braku zrostu. Klinicznie oceniano stopień natężenia bólu wg skali VAS oraz jakość życia wg ankiet NDI.

**Wyniki.** Zrost kostny stwierdzono w 90% operowanych przestrzeni międzykręgowych. Wskaźnik zrostu kostnego był wyższy w przypadku jednopoziomowego usztywnienia. Przestrzenie, które radiologicznie nie wykazały zrostu kostnego, czynnościowo były sztywne. Nie stwierdzono korelacji między wynikiem radiologicznym a klinicznym.

**Wnioski.** Użycie wszczepu, wypełnionego autogennym przeszczepem kostnym, w miejscu po usunięciu krążka międzykręgowego, pozwala uzyskać zrost kostny operowanej przestrzeni.

### SUMMARY

**Background.** The aim of our study was to assess interbody bone union in the cervical spine after discectomy and the use of a spinal cage.

**Material and methods.** The clinical material consisted of 117 patients who underwent anterior cervical discectomy and fusion with a Solis cage, packed with bone graft. The subjects were operated in the Department of Neuroorthopedics at the STOCER Rehabilitation Center in 2001-2004. The follow-up ranged from one to three years. One-level fusion was performed in 50% of these cases, two-level in 48%, and three-level in 2%; thus 177 levels were examined. Radiological evaluation included bone union and stiffness of segments without bone union. In clinical examination, pain intensity was evaluated according to the ten-point VAS score. The Neck Disability Index (IND) self-assessment questionnaire was used to evaluate the patients' quality of life.

**Results.** Union was achieved in 90% of the operated spaces. Bone fusion occurred more frequently in multi-level spondylodesis. All the operated interbody spaces in which nonunion occurred were rigid. There was no correlation between the radiological and clinical outcomes.

**Conclusions.** The use of a Solis cage packed with autogenic bone grafts to replace a resected intervertebral disc allows union to be obtained.

Liczba słów/Word count: 2728

Tabele/Tables: 6

Ryciny/Figures: 6

Piśmiennictwo/References: 16

Adres do korespondencji / Address for correspondence

Dr n. med. Paweł Baranowski

Oddział Neuroortopedii, Centrum Rehabilitacji STOCER, tel. (0-22) 711-90-20 wew 356  
05-511 Konstancin-Jeziorna, ul. Wierzejewskiego 12, e-mail: pawelbaranowski@onet.pl

Otrzymano / Received

10.06.2005 r.

Zaakceptowano / Accepted

21.09.2005 r.

## WSTĘP

Najczęściej wykonywanym zabiegiem chirurgicznym w leczeniu choroby zwyrodnieniowej odcinka szyjnego kręgosłupa jest wycięcie krążka międzykręgowego i usztywnienie operowanej przestrzeni. Obecnie coraz szerzej w celu uzyskania spondylodezy stosuje się sztywne wszczepy wypełnione miazgą kostną.

## MATERIAŁ I METODY

Materiał kliniczny stanowi grupa 117 pacjentów (w tym 65 kobiet i 52 mężczyzn) w wieku od 25 do 71 lat, operowanych w Oddziale Neuroortopedii w STOCER w latach 2001-2004, u których z powodu choroby zwyrodnieniowej odcinka szyjnego kręgosłupa usunięto krążek międzykręgowy i przestrzeń ustabilizowano wszczepem typu Solis. Pacjenci prezentowali jeden z przedstawionych zespołów klinicznych choroby zwyrodnieniowej odcinka szyjnego kręgosłupa (por. Tab. 1).

Do leczenia operacyjnego kwalifikowano chorych:

- z zespołem korzeniowym, u których po 3 miesięcznym leczeniu zachowawczym, nie było poprawy,
- z objawami mielopatii szyjnej,
- z zespołem mieszanym, mieloradikulopatii.

Tab. 1. Pacjenci wg zespołów klinicznych

Tab. 1. Patients by clinical syndromes

| liczba operowanych przestrzeni | pacjenci | %      |
|--------------------------------|----------|--------|
| jedna                          | 59       | 50,4%  |
| dwie                           | 56       | 47,9%  |
| trzy                           | 2        | 1,7%   |
| razem                          | 117      | 100,0% |

Tab. 2. Liczba operowanych przestrzeni u jednego pacjenta

Tab. 2. Number of operated intervertebral spaces per patient

| zespół rdzeniowy | zespół korzeniowy | zespół rdzeniowo korzeniowy | razem |
|------------------|-------------------|-----------------------------|-------|
| 32               | 60                | 25                          | 117   |
| 27,4%            | 51,3%             | 21,4%                       | 100%  |

Tab. 3. Operowane przestrzenie międzykręgowe

Tab. 3. Operated intervertebral spaces

| operowane przestrzenie | C 2-C 3 | C 3-C 4 | C 4-C 5 | C 5-C 6 | C 6-C 7 | C 7-Th1 | razem  |
|------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|--------|
|                        | 2       | 3       | 4       | 5       | 6       | 7       |        |
| liczba                 | 1       | 14      | 28      | 83      | 50      | 1       | 177    |
| %                      | 0,6%    | 7,9%    | 15,8%   | 46,9%   | 28,2%   | 0,6%    | 100,0% |

U wszystkich pacjentów obecność patologii potwierdzał wynik badania RM.

Za przeciwwskazania do wykonania operacji z zastosowaniem wszczepu przyjęto: osteoporozę, proces zapalny w miejscu operacji, proces nowotworowy i niestabilność operowanego segmentu ruchowego.

U pacjentów usunięto różną liczbę krążków międzykręgowych (zob. Tab. 2).

Liczbę operowanych przestrzeni międzykręgowych i ich procentowe udziały przedstawia Tab. 3.

Krążki międzykręgowe podzielono na dwa rodzaje: twarde i miękkie [1]. Określenie krążek twardy używane jest dla przestrzeni o dużych zmianach zwyrodnieniowych. Oznacza, że przyczyną występowania danego zespołu klinicznego jest konflikt struktur nerwowych z wyrośniętymi tylnymi krawędzi trzonów, otworów międzykręgowych lub / i stawów Luschki. W trakcie operacji usuwano krążek wraz z wyrośniętymi kostnymi. Krążek międzykręgowy miękki oznacza, że przyczyną występowania danego zespołu klinicznego jest ucisk samego krążka na struktury nerwowe. W trakcie operacji usuwany jest tylko krążek międzykręgowy. Rodzaje krążków międzykręgowych w operowanych przestrzeniach przedstawia Tab. 4.

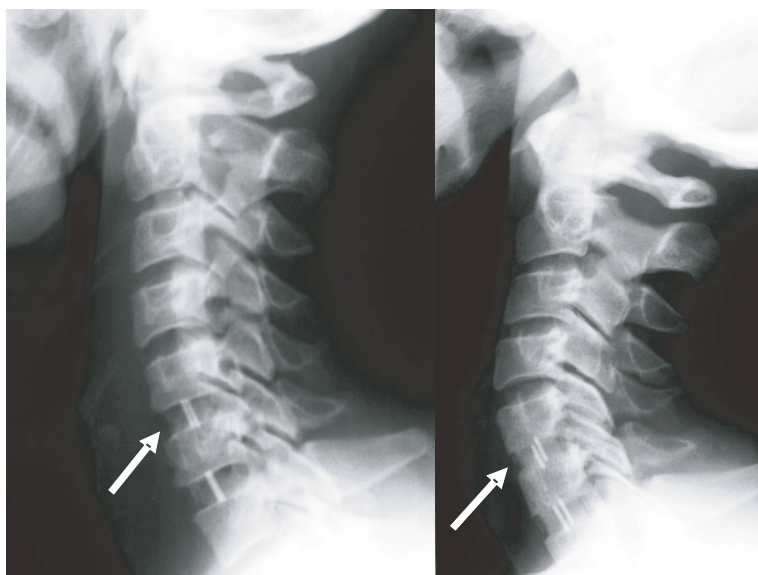
Zrost kostny oceniano na zdjęciach przeglądowych pooperacyjnych w projekcji bocznej. Za zrost kostny uznano, widoczny na zdjęciu wewnątrz wszczepu, most kostny łączący dwa trzony, bez strefy przejaśnienia w środku (zob. Ryc. 1). Za brak zrostu kostnego operowanej przestrzeni uznano występowanie rok po operacji, wewnątrz wszczepu, strefy przejaśnienia centralnego. Most kostny w części centralnej był przezierny dla promieni rentgenowskich (Ryc. 2).

Badano zależność zrostu kostnego od liczby operowanych przestrzeni u jednego pacjenta, od wieku pacjenta, rodzaju krążka międzykręgowego oraz roz-

Tab. 4. Rodzaje krążków międzykręgowych w operowanych przestrzeniach

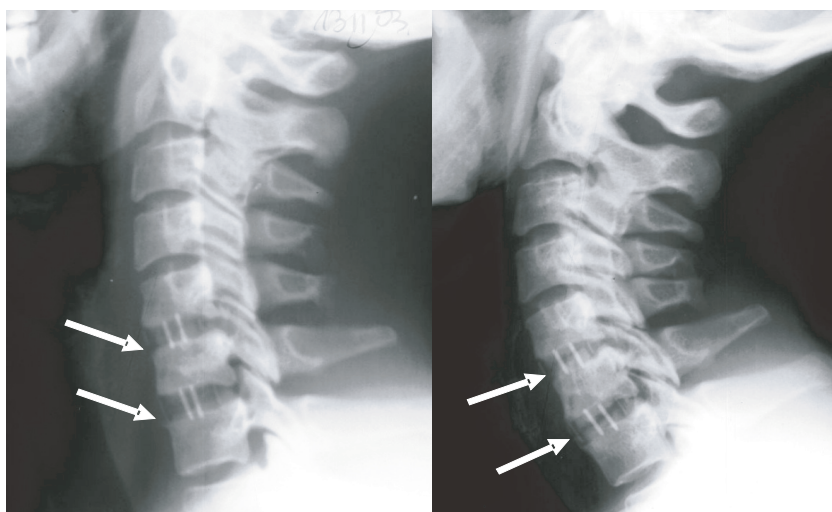
Tab. 4. Types of intervertebral discs in the operated spaces

| rodzaje krążków<br>międzykręgowych | operowane przestrzenie |         |         |         |         |         | razem |
|------------------------------------|------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|-------|
|                                    | C 2-C 3                | C 3-C 4 | C 4-C 5 | C 5-C 6 | C 6-C 7 | C 7-Th1 |       |
|                                    | 2                      | 3       | 4       | 5       | 6       | 7       |       |
| miękki                             | 0                      | 6       | 18      | 52      | 38      | 1       | 115   |
| twardy                             | 1                      | 8       | 10      | 31      | 12      | 0       | 62    |
| miękki                             | 0,0%                   | 3,4%    | 10,2%   | 29,4%   | 21,5%   | 0,6%    | 65,0% |
| twardy                             | 0,6%                   | 4,5%    | 5,6%    | 17,5%   | 6,8%    | 0,0%    | 35,0% |



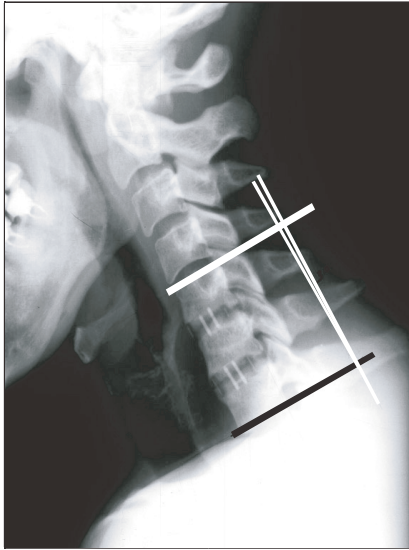
Ryc. 1. Przykład zrostu kostnego. Po stronie lewej – zdjęcie rtg wykonane w trzeciej dobie po operacji. Po stronie prawej – zdjęcie rtg jeden rok po operacji

Fig. 1. An example of bone union. Left: x-ray image, day 3 post-operatively. Right: one year after surgery

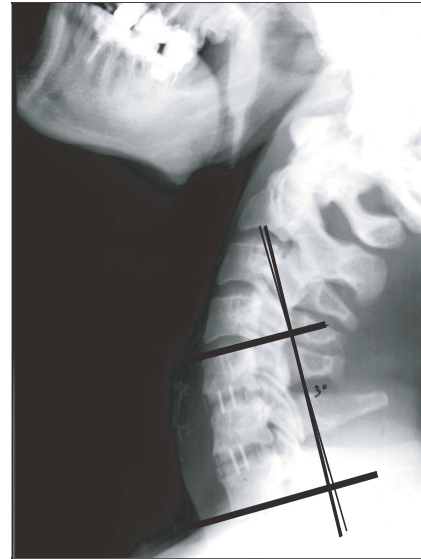


Ryc. 2. Przykład braku zrostu kostnego. Strzałki pokazują centralne przejaśnienie wewnątrz wszczepu. Po stronie lewej – zdjęcie rtg wykonane w trzeciej dobie po operacji. Po stronie prawej – rok po operacji.

Fig. 2. An example of non-union. The arrows show the central lumen inside the graft. Left: x-ray image made on day 3 post-operatively. Right: one year after surgery



Ryc. 3. Sposób pomiaru kąta Cobba (pozycja w zgięciu)  
Fig. 3. Method of measuring the Cobb angle (in flexion)



Ryc. 4. Sposób pomiaru kąta Cobba (pozycja w prze-  
proście)  
Fig. 4. Method of measuring the Cobb angle (extension)

miarów użytego wszczepu. U wszystkich pacjentów z rozpoznaniem radiologicznym brakiem zrostu kostnego oceniano sztywność segmentu ruchowego. Na zdjęciach rentgenowskich czynnościowych wykreślano kąt Cobba (Ryc. 3, Ryc. 4). Za usztywniony segment ruchowy przyjęto, za pracą Cannady i wsp. [2], różnicę w kątach w zgięciu i przepróście szyi mniejszą niż  $2^\circ$ .

U wszystkich pacjentów oceniano stopień nasilenia bólu wg skali VAS. Dodatkowo również oceniano jakość życia, gdzie posłużono się ankietą: „Wskaźnik sprawności w bólach kręgosłupa szyjnego” (tłumaczenie kwestionariusza NDI – Neck Disability Index). Porównano średnie natężenie bólu oraz średnie wyniki ankiet po operacji między grupami pacjentów ze zrostem kostnym i z jego brakiem.

## WYNIKI

Zrost kostny stwierdzono w 90% operowanych przestrzeni. Po dokładnej analizie zdjęć rentgenowskich wykonywanych: po 6 tygodniach, 3, 6 i 12 miesiącach od operacji stwierdzono, że najwcześniej zrost kostny występuje wewnątrz wszczepu i rozpoczyna się od płytek granicznych sąsiednich trzonów. Pojawia się początkowo jako dwa pomosty kostne wychodzące z płytek granicznych, które w końcowym etapie łączą się ze sobą w części środkowej wszczepu tworząc most kostny. Jeżeli nie dochodzi do ich połączenia, a w rtg pozostaje strefa przejaśnienia centralnego, to określane jest to jako brak zrostu kostnego.

Również na kolejnych zdjęciach można zaobserwować wraz z pojawianiem się zrostu kostnego, stopniowe zanikanie płytek granicznych (Ryc. 5 i Ryc. 6).

W przypadku jednopoziomowej spondylodezy, zrost kostny wystąpił w 93,2% operowanych przestrzeni. W wielopoziomowych spondylodezach, 88,1% operowanych przestrzeni uzyskało zrost kostny. Najczęściej brak zrostu kostnego występował w średniej grupie wiekowej między 40 a 49 rokiem życia i wynosił około 15%. Zrost kostny występował częściej w przypadku gdy usunięty był krążek międzykręgowy twardy i wynosił ok. 95%. Natomiast dla operowanego krążka miękkiego wynosił ok. 87% (Tab. 5).

Brak zrostu kostnego występował częściej w przypadku zastosowania wszczepów o najmniejszych wymiarach tj. 12/5 i 12/6 (Tab. 6).

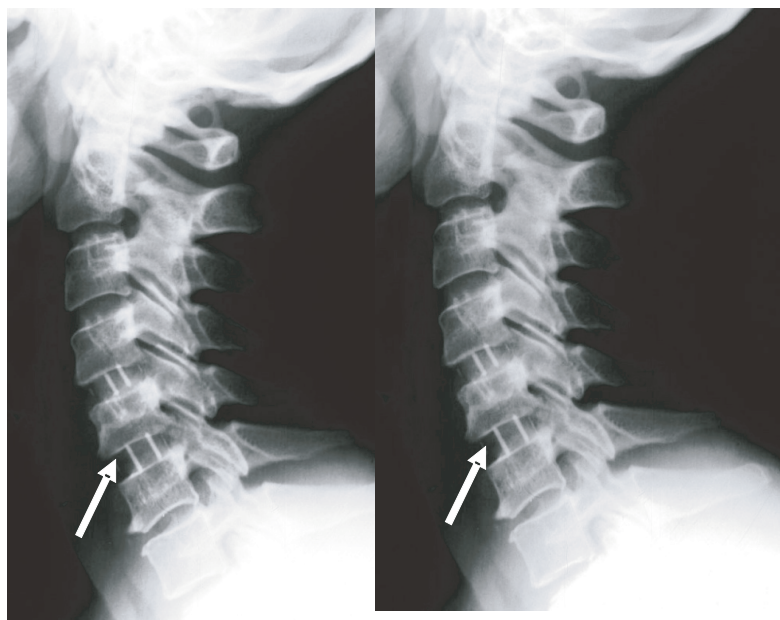
Nie znaleziono zależności statystycznie istotnych pomiędzy zrostem kostnym a wiekiem pacjenta, rodzajem krążka międzykręgowego, rozmiarami wszczepu i liczbą przestrzeni, operowanych u jednego pacjenta.

Wszystkie przestrzenie z rozpoznaniem radiologicznym brakiem zrostu kostnego były sztywne. Różnica w pomiarach kątów wg Cobba, na zdjęciach czynnościowych nie była większa niż  $2^\circ$ .

Nie wykazano istotnych różnic w:

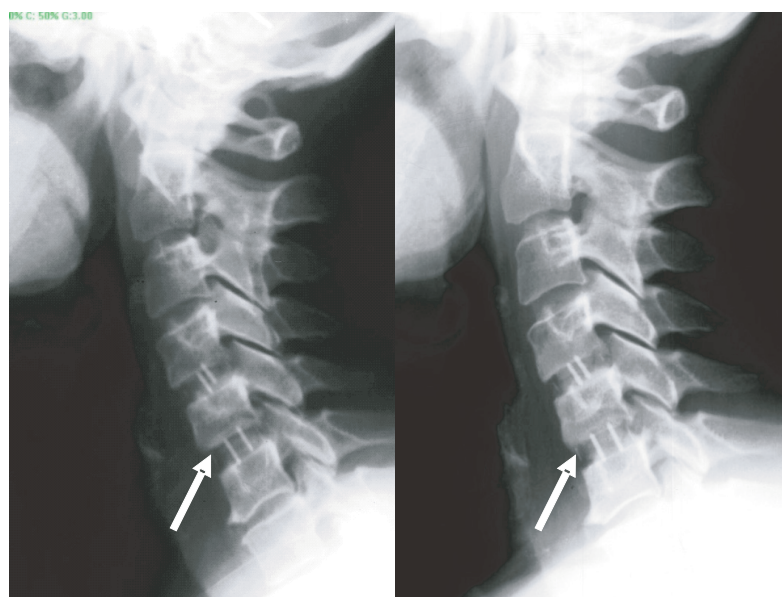
- natężeniu bólu pooperacyjnego między grupą pacjentów z uzyskanym zrostem (średnia 3,20 pkt) i z grupą bez zrostu kostnego (średnia 2,92 pkt),
- wynikach ankiet NDI między grupą pacjentów: z uzyskanym zrostem (średnia 18,36 pkt) a brakiem zrostu (średnia 15,62 pkt).





Ryc. 5. Przykład doskonale widocznych płytek granicznych operowanych przestrzeni. Strzałka pokazuje dolną płytkę graniczną trzonu C5. Zdjęcie po stronie lewej – trzecia doba po operacji, zdjęcie po stronie prawej – 3 miesiące po operacji

*Fig. 5. An example of clearly visible boundary plates of the operated spaces. The arrow points to the lower boundary plate of the C5 vertebral body. Left: day 3 post-operatively. Right: 3 months after surgery*



Ryc. 6. Widoczny zanik płytek granicznych na obu zdjęciach wraz z pojawianiem się zrostu kostnego. Zdjęcie po stronie lewej – 6 miesięcy po operacji, a po stronie prawej – 9 miesięcy po operacji

*Fig. 6. Visible atrophy of boundary plates on both images, accompanied by the appearance of bone union. Left: 6 months after surgery. Right: 9 months after surgery*

## DYSKUSJA

Zastosowanie klatek w odcinku szyjnym kręgosłupa w miejscu po usunięciu krążka międzykręgowym jest kolejnym etapem rozwoju elementów stabilizujących.

Przez wiele lat w chirurgii odcinka szyjnego kręgosłupa w celu uzyskania spondylodezy jako złoty standard stosowane były przeszczepy kostne. Przedstawiane w literaturze wyniki leczenia z zastosowaniem belki kostnej dotyczące zrostu kostnego są bardzo zróżnicowane. Wg Robinsona [3] i Bohlmana [3]

Tab. 5. Rodzaj krążka międzykręgowego a zrost kostny przestrzeni

Tab. 5. *Type of intervertebral disc and bone union of the space*

| rodzaje krążków międzykręgowych | liczba | zrost |       | brak zrostu |       |
|---------------------------------|--------|-------|-------|-------------|-------|
| miękki                          | 115    | 101   | 87,8% | 14          | 12,2% |
| twardy                          | 62     | 59    | 95,2% | 3           | 4,8%  |
| razem                           | 177    | 160   | 90,4% | 17          | 9,6%  |
| miękki                          | 65,0%  | 57,1% |       | 7,9%        |       |
| twardy                          | 35,0%  | 33,3% |       | 1,7%        |       |
| %                               | 100,0% | 90,4% |       | 9,6%        |       |

Tab. 6. Rozmiar wszczepu a zrost kostny

Tab. 6. *Size of the graft and bone union*

| rozmiar wszczepu | liczba wszczepów | zrost | brak zrostu | zrost | brak zrostu |
|------------------|------------------|-------|-------------|-------|-------------|
| 12\5             | 29               | 25    | 4           | 86,2% | 13,8%       |
| 12\6             | 32               | 28    | 4           | 87,5% | 12,5%       |
| 12\7             | 10               | 9     | 1           | 90,0% | 10,0%       |
| 14\5             | 39               | 35    | 4           | 89,7% | 10,3%       |
| 14\6             | 50               | 47    | 3           | 94,0% | 6,0%        |
| 14\7             | 17               | 16    | 1           | 94,1% | 5,9%        |
| razem            | 177              | 160   | 17          | 90,4% | 9,6%        |

wskaźnik pseudoartrozy wynosił 12%. Ryzyko braku zrostu było znacznie większe w przypadku operacji na wielu poziomach niż w jednopoziomowej artrodezii. Według Brodke i Zdeblicka [5] wskaźnik zrostu kostnego dla spondylodezy jednopoziomowej wynosił 97%, a dwupoziomowej 94%, trzypoziomowej – 83%.

Dane dotyczące zrostu przestrzeni po zastosowaniu różnych typów wszczepów przedstawione w literaturze są następujące. Według Thome [6] zrost kostny wystąpił u 83% pacjentów, u których zastosowano klatki tytanowe, natomiast u 89% pacjentów z przeszczepem kostnym. Tancredi [7] podaje 100% zrost kostny, w 6 miesięcy po operacji z zastosowaniem klatek wypełnionych różnym materiałem. Payer [8] uzyskał zrost kostny u 96% pacjentów, u których zastosował klatki puste. Matge [9] podaje, że zrost kostny uzyskał w 90% przypadków 6 miesięcy po operacji, a w 100%, rok po operacji. Według Cho [10] zrost kostny wystąpił u 100% pacjentów, u których zastosowano wszczepy wykonane z materiału PEEK, a u 93,1% pacjentów, u których użyto przeszczep kostny. Hacker [11] w swojej pracy podaje, że zrost kostny w jednopoziomowej spondylodezy z zastosowaniem klatek BAC/C uzyskano u 97,9% pacjentów, natomiast w grupie, u której użyto przeszczep kostny wskaźnik zrostu wynosił 89,7%. Zevgaridis [12] uzyskał zrost kostny u 83% pacjentów z zastosowanym wszczepem tytanowym, a u 89% z przeszczepem kostnym.

Wyniki prezentowane w literaturze, a dotyczące zrostu kostnego po zastosowaniu wszczepów, są bardzo zróżnicowane: od 83% do 100%. Przedstawiony w niniejszej pracy wskaźnik zrostu kostnego 90% znajduje się w przedziale wartości prezentowanych przez innych autorów.

Zrost kostny maleje wraz ze wzrostem liczby operowanych przestrzeni międzykręgowych u jednego pacjenta.

Assietti [13] uzyskał zrost kostny w 96% spondylodez dwupoziomowych z zastosowaniem klatek typu Cornerstone (węglowe). Martin [14] podaje 90% wskaźnik zrostu kostnego w jednopoziomowej spondylodezy z zastosowaniem kości mrożonej, a 72% w spondylodezy dwupoziomowej.

Wiele prac wskazuje, że wskaźnik zrostu kostnego po zastosowaniu przeszczepu kostnego istotnie maleje wraz ze wzrostem liczby wykonanych spondylodez z użyciem przeszczepu kostnego u jednego pacjenta [4].

Związane jest to najpewniej z mniejszymi możliwościami osteogennymi trzonu, gdy w zroście uczestniczą dwie płytki graniczne: górna i dolna. Analiza poprzecznych zdjęć radiologicznych wykazuje, że zrost kostny następuje od płytek granicznych. Nie obserwowano brzeżnego braku zrostu kostnego, a występował on zawsze w części centralnej.

Zrost kostny występuje zdecydowanie częściej w przypadku usunięcia krążka międzykręgowego twardego. Możemy to wytłumaczyć w następujący

sposób. Podczas operacji przestrzeni z krążkiem twardego usuwane są osteofity z krawędzi trzonów oraz, w niektórych przypadkach, zdejmowane są płytki graniczne. Prowadzi to do odsłonięcia części gąbczastej trzonów i stwarza lepsze możliwości kościotwórcze. Fakt ten potwierdza również Emery [15], który w czasie operacji usuwał celowo płytki graniczne w celu poprawy zrostu kostnego. Uzyskał poprawę zrostu kostnego, ale kosztem zwiększenia liczby obniżonych przestrzeni międzytrzonowych.

Zrost kostny zależy również od wymiarów użytego wszczepu i występuje częściej, gdy zastosowany był wszczep o wymiarze strzałkowym 14 mm. Wszczepy o większym wymiarze strzałkowym najprawdopodobniej zapewniają większy kontakt przeszczepu autogenego z powierzchnią trzonu i dlatego wynik uzyskanego zrostu kostnego dla wszczepów o tym wymiarze jest lepszy i wynosi ponad 92%. Dla wszczepów o wymiarze 12 mm. wynosi 87%. Natomiast brak zrostu kostnego występuje częściej, gdy użyto wszczepów o wymiarach 12/5 i 12/6. Możemy to interpretować w następujący sposób: ilość użytej miazgi kostnej w celu wypełnienia wszczepów jest mniejsza, dlatego wydaje się, że możliwości osteoindukcyjne są tutaj słabsze. Przyczynia się to do częstszego występowania braku zrostu. Dodatkowo potwierdza to odwrotny wynik dla wszczepów o wymiarach największych (tj. 14/6 i 14/7). Zrost kostny występuje w tej grupie aż w ok. 94%.

W literaturze nie znaleziono prac analizujących zależność braku zrostu kostnego od wielkości użytego wszczepu.

Wszystkie operowane przestrzenie międzykręgowo pomimo rozpoznanego radiologicznie braku zrostu kostnego są sztywne. Również nie stwierdzono klinicznych cech niestabilności w grupie pacjentów bez zrostu kostnego. Porównano wyniki ankiet NDI i natężenia bólu pooperacyjnego między grupą pacjentów z uzyskanym zrostem i z grupą bez zrostu kostnego. Stwierdzono, że nie ma istotnych różnic w wynikach. Można powiedzieć, że brak zrostu kostnego w żaden sposób nie wpływa na odczucia pacjenta, co oznacza, że nie ma klinicznych cech niestabilności.

Payer [8] w swojej pracy podaje, że uzyskał stabilność wszystkich operowanych przestrzeni międzytrzonowych, w których w miejscu po usunięciu krążku międzykręgowym zastosował klatki (a wskaźnik zrostu kostnego wynosił 96%). Wynik ten świadczy, że pomimo braku zrostu sztywność operowanego segmentu była zachowana. Według Salame [16], przestrzenie międzytrzonowe z zastosowanymi klatkami, które nie wykazały zrostu kostnego, były stabilne. Wyniki podane w literaturze są zgodne z wynikami przedstawionymi w pracy.

## WNIOSKI

1. Zastosowanie wszczepów międzytrzonowych typu Solis według oceny radiologicznej umożliwia osiągnięcie zrostu kostnego operowanej przestrzeni.
2. Przestrzenie operowane z zastosowaniem wszczepu międzytrzonowego, z radiologicznym brakiem zrostu kostnego są sztywne.
3. Brak zrostu kostnego przestrzeni międzytrzonowej:
  - występuje częściej w przypadkach zastosowania wszczepów na wielu poziomach,
  - nie wpływa na jakość życia pacjentów.

## PIŚMIENNICTWO

1. Frymoyer JW i wsp. The adult spine, vol. II, Chapter 55. New York: Raven Press; 1991.
2. Cannada LK, Scherping SC, Yoo JU, Jones OK, Emery SE. Pseudoarthrosis of the cervical spine. A comparison of radiographic diagnostic measures. Spine 2003; 28 (1): 46-50.
3. Robinson R, Walker A, Ferlic D. The results of anterior interbody fusion of the cervical spine. J Bone Joint Surg Am 1962; 44: 1569-1587.
4. Bohlman H, Emery SE, Goodfellow DB i wsp. Robinson anterior cervical discectomy and arthrodesis for cervical radiculopathy: Long term followup of one hundred and twenty two patients. J Bone Joint Surg Am 1992; 75: 1298-1307.
5. Brodke DS, Zdeblick TA. Modified Smith Robinson procedure for anterior cervical discectomy and fusion. Spine 1992; 17: 427-430.
6. Thome C, Krauss JK, Zevgaridis D. A prospective clinical comparison of rectangular titanium cages and iliac crest autografts in anterior cervical discectomy and fusion. Neurosurg Rev 2004; 27 (1): 34-41.
7. Tancredi A, Agrillo A i wsp. Use of carbon fiber cages for treatment of cervical myeloradiculopathies. Surg Neurol 2004; 61 (3): 221-226.
8. Payer M, May D i wsp. Implantation of an empty carbon fiber composite frame cage after single-level anterior cervical discectomy in the treatment of cervical disc herniation: Preliminary results. J Neurosurg (Spine) 2003; 98: 143-148.
9. Matgé G. Cervical cage fusion with 5 different implants: 250 cases. Acta Neurochir 2002; 144: 539-550.
10. Cho DY, Liao WR i wsp. Preliminary experience using a polyetheretherketon (PEEK) cage in the treatment of cervical disc disease. Neurosurgery 2002; 51 (6): 1343-49.
11. Hacker RJ, Cauthen JC i wsp. A prospective randomized multicenter clinical evaluation of an anterior cervical fusion cage. Spine 2000; 25 (20): 2646-2654.
12. Zevgaridis D, Thome C i wsp. Prospective controlled study of rectangular titanium cage fusion compared with iliac crest autograft fusion in anterior cervical discectomy. Neurosurg Focus 2002; 12 (1).
13. Assietti R, Beretta F, Arienta C. Two-level anterior cervical discectomy and cage-assisted fusion without plates. Neurosurg Focus 2002; 12 (1).
14. Martin GJ, Haid RW i wsp. Anterior cervical discectomy with freeze-dried fibula allograft. Overview of 317 cases and literature review. Spine 1999; 24: 852-859.
15. Emery SE, Bolesna MJ i wsp. Robinson anterior cervical fusion. Comparison of the standard and modified techniques. Spine 1994; 19: 660-663.
16. Salame K, Georges ER i wsp. The use of carbon fiber cages in anterior cervical interbody fusion: Report of 100 cages. Neurosurg Focus 2002; 12 (1).