

# Results of the surgical treatment of neoplastic metastases to the cervical section of the spine

## Wyniki operacyjnego leczenia przerzutów nowotworów do części szyjnej kręgosłupa

© ONKOLOGIA I RADIOTERAPIA 2 (4) 2008

Review article/Artykuł poglądowy

---

TOMASZ MAZURKIEWICZ, PAWEŁ POLAK, JACEK GAĞAŁA

Katedra i Klinika Ortopedii i Traumatologii Uniwersytetu Medycznego w Lublinie

---

Address for correspondence/Adres do korespondencji:

Tomasz MAZURKIEWICZ

Katedra i Klinika Ortopedii i Traumatologii AM

ul. Jaczewskiego 8, 20-954 Lublin, Poland

### Statistic/Statystyka

---

Word count/Liczba słów 1931/1347

Tables/Tabele 0

Figures/Ryciny 3

---

References/Piśmiennictwo 13

Received: 15.03.2008

Accepted: 24.04.2008

Published: 10.06.2008

### Summary

The spine is the most common location of neoplastic metastases. In the cervical spine they are diagnosed much less frequently than in the lumbar or thoracic spine. Metastases in the cervical spine cause pains, create a risk of a pressure upon the spinal cord.

The objective of this study was the evaluation of the surgical treatment of patients with metastases to the cervical spine.

11 patients were treated, 6 women and 5 men, aged between 17 and 61. The most often diagnosis was a renal cancer metastasis – 4 persons and lung cancer metastasis – 3 persons. In case of 8 patients the vertebral body was destroyed, and in case of 3 patients – the spinous process and the vertebral arches. 2 patients exhibited a full pressure on the spinal cord, 9 patients had symptoms of a pressure on the roots. We excised the vertebral body in case of 8 patients, and the posterior vertebral elements in case of 3.-/-

The patients survived from 2 weeks to 3 years. We observed a neurological improvement in case of 9 patients.

**Keywords:** spine, surgical treatment

### Streszczenie

W kręgosłupie najczęściej umiejscawiają się przerzuty nowotworów. W części szyjnej rozpoznaje się je znacznie rzadziej niż w lędźwiowej czy piersiowej. Przerzuty w części szyjnej powodują bóle, zagrażają uciskiem rdzenia.

Celem pracy była ocena wyników leczenia operacyjnego pacjentów z przerzutami do części szyjnej kręgosłupa.

Leczono 11 chorych, 6 kobiet i 5 mężczyzn, w wieku od 17 do 61 lat. Najczęściej rozpoznaliśmy przerzut raka nerki u 4 osób i płuca u 3 osób. U 8 chorych niszczone były trzon kręgu, a u 3 wyrostek kolczysty i łuki kręgu. U 2 chorych był pełny ucisk rdzenia, u 9 objawy ucisku korzeni. U 8 chorych usunęliśmy trzon, u 3 tylne elementy kręgu.

Chorzy żyli od 2 tygodni do 3 lat. Poprawę neurologiczną obserwowaliśmy u 9 chorych.

**Słowa kluczowe:** kręgosłup, leczenie operacyjne

## INTRODUCTION

The spine is the most common location for neoplastic bone metastases to occur [1,2]. They appear mostly in the thoracic and lumbar spine, much more seldom in the cervical spine. Rao [3] confirmed metastases to the cervical spine in case of 11% of patients, whereas Inoue [4] – in case of 21 on the basis of scyntygraphy of 2,216 patients suffering from a neoplasm.

Neoplastic metastases to the spine cause a nagging pain and create a risk of a pressure onto the spinal cord or the roots. The results of the proliferation of metastases in the cervical spine differ from the ones occurring when the metastases are found in the thoracic or lumbar spine. In the cervical section they can cause the upper and lower limbs paralysis. The location of a metastasis in the first 3 cervical vertebrae causes a risk of a pressure onto important respiratory and vasomotor centres. Furthermore, a growing metastasis may cause a pressure onto the vertebral artery, and thus the brain vascularization disorders.

Another anatomical feature differentiating these two sections is the structure of the vertebral canal. In the cervical spine the vertebral canal is much wider than in the thoracic spine and a growing metastasis causes the pressure symptoms later and a full damage of the cord does not occur so often. In the thoracic spine the pressure symptoms on the cord or the roots are confirmed in case of 46% patients, in the lumbar spine in case of 48%, and in the cervical spine – in case of only 6% [3].

The basic method of treating bone metastases, including spine metastases, is radiotherapy combined with chemotherapy or hormonotherapy, depending on the type of a neoplasm, as well as treatment with biphosphonians. Radiotherapy liquidates or alleviates the pain in case of nearly 70%-80% of patients. However, 10%-20% of patients with bone metastases require the surgical treatment [5]. The indications to a surgical intervention in case of the spine metastases are a vertebra fracture, spine instability and persistent pains in spite of radiotherapy [1]. The manner of the operation depends on the location of a metastasis. If it is located in the vertebral body, it is necessary to excise the body and to fill the defect with a bone graft or a vertebra prosthesis, stabilizing the spine with a plate fixed to the two neighbouring vertebrae. When the metastasis grows in the vertebral arch and the spinous process, laminectomy is performed. Arches of the neighbouring vertebrae are joined with an applied graft, and stabilization can be obtained using a wire loop or a system of connecting hooks and beams [1, 6, 7].

The objective of this study is to evaluate indications and manners of the surgical treatment of metastases to the cervical spine.

## MATERIAL

In the period 1998-2006 in the Orthopaedics and Traumatology Clinic of the Medical University in Lublin 85 patients were treated due to spine metastases, including 11 persons who had a metastasis excised from the cer-

## WSTĘP

Kręgosłup jest miejscem, w którym najczęściej umiejscawiają się przerzuty nowotworów do kości [1, 2]. Lokalizują się przede wszystkim w części piersiowej i lędźwiowej, znacznie rzadziej w szyjnej. Rao [3] stwierdził przerzuty do kręgosłupa szyjnego u 11% chorych, zaś Inoue [4] u 21% na podstawie scyntygrafii 2 216 chorych na nowotwór.

Przerzuty nowotworów do kręgosłupa powodują dokuczliwe bóle i zagrażają uciskiem rdzenia lub korzeni. Skutki rozrostu przerzutów w części szyjnej kręgosłupa są różne od tych, gdy lokalizują się one w części piersiowej i lędźwiowej. W części szyjnej mogą powodować porażenie kończyn dolnych i górnych. Umieszczenie przerzutu w pierwszych 3 kręgach szyjnych grozi uciskiem ważnych ośrodków oddechowego i naczynioruchowego. Ponadto rozrastający się przerzut może powodować ucisk tętnicy kręęgowej, a tym samym zaburzenia unaczynienia mózgu.

Inną cechą anatomiczną różniącą te części jest budowa kanału kręgowego. W części szyjnej kanał kręgowy jest znacznie szerszy niż w części piersiowej i rozrastający się przerzut później powoduje objawy uciskowe i rzadziej dochodzi do pełnego uszkodzenia rdzenia. W części piersiowej objawy ucisku rdzenia lub korzeni stwierdza się u 46%, w lędźwiowej u 48%, a w szyjnej tylko u 6% [3].

Podstawową metodą leczenia przerzutów do kości, w tym do kręgosłupa, jest radioterapia łączona z chemiobądź hormonoterapią w zależności od rodzaju nowotworu oraz bisfosfonianami. Radioterapia znosi lub łagodzi bóle u blisko 70%-80% chorych. Jednak 10%-20% pacjentów z przerzutami do kości wymaga leczenia operacyjnego [5]. Wskazaniami do interwencji chirurgicznej przy przerzutach do kręgosłupa są złamanie kręgu, niestabilność kręgosłupa oraz utrzymujące się bóle mimo radioterapii [1]. Sposób operacji zależy od umiejscowienia przerzutu. Jeśli lokalizuje się on w trzonie to należy usunąć trzon, a ubytek wypełnia się przeszczepem kostnym lub protezą kręgu, stabilizując kręgosłup płytką umocowaną do dwóch sąsiednich kręgów. Gdy przerzut rozrasta się w łuku kręgu i wyrostku kolczystym wykonuje się laminectomię. Łuki sąsiednich kręgów łączy się przeszczepem przyłożonym, a stabilizację można uzyskać pętlą drutu bądź systemem haczyków i belek łączących [1, 6, 7].

Celem pracy była ocena wskazań i sposobów operacyjnego leczenia przerzutów do części szyjnej kręgosłupa.

## MATERIAŁ

W latach 1998-2006 w Klinice Ortopedii i Traumatologii UM w Lublinie leczono operacyjnie 85 chorych z powodu przerzutów do kręgosłupa, w tym 11 osób, którym usunięto przerzut z części szyjnej. W tej grupie było 6 kobiet i 5 mężczyzn w wieku od 17 do 61 lat (średnia 48,8 lat). Najczęściej rozpoznano przerzuty raka nerki u 4 chorych, płuca u 3, zaś u pojedynczych osób jelita gru-

vical spine. The group consisted of 6 women and 5 men aged from 17 to 61 (average age 48.8). The most common diagnosis was the renal cancer metastasis in case of 4 patients, lung cancer metastasis in case of 3 patients, and in single cases large intestine cancer and mesenchymal sarcoma, melanoma, and in case of one patient the initial location of the neoplasm was not found.

The metastasis was destroying the vertebral body in case of 8 patients, and in case of 3 patients it was infiltrating the spinous process and vertebral arches.

The most common location of the metastasis was the vertebra C5 in case of 4 persons, C4 in case of 3, C3 in case of 2 and C6 in case of 2.

All the patients reported pain as the dominating symptom. In case of 7 patients symptoms of a pressure onto roots were confirmed, in case of 2 – minor symptoms of a pressure onto the cord according to Frankel's scale (Frankel D), in case of the next 2 – a total damage of the spinal cord (Frankel B).

## METHODS OF TREATMENT

The patients suffering from a metastasis destroying a vertebral body were operated on from the anterior access. In case of all the patients after the excision of the vertebral body with the metastasis the defect was filled with a cortical spongy graft in case of 6 patients and a vertebral prosthesis in case of 2 patients.

Two patients after a resection of arches and spinous processes of the vertebra C5 had their spines stabilized with grafts connecting arches C4 and C6 and a wire loop, whereas in case of one patient only the spinous process with a renal cancer metastasis was excised.

Irrespectively of the surgery type we applied immobilisation in a collar for the period of 3 months.

In case of all patients with a renal cancer metastases, the destroyed vertebra was irradiated prior to the operation in order to obtain obliteration of vessels 5 x 4Gy.

In case of 3 patients the spine was irradiated after the operation due to a non-radical procedure as the lateral sections of the vertebra were destroyed.

## RESULTS

In case of all patients after the surgical treatment the pains stopped. In case of one patient at the first stage we stabilized the segment C3-C4 with a wire loop and grafts located on the arches due to considerable instability. After the radiotherapy we removed the destroyed vertebral body, we completed the defect with a graft taken from the iliac bone crest and we stabilized the spine with a plate fixed on the vertebrae C2 and C4. After 2 years there was a regrowth of the metastasis, but we did not confirm the destruction of the graft or any instability since the metastasis was growing inside the canal. The patient was irradiated. She survived another year.

In case of one patient in the 2<sup>nd</sup> week after the operation there occurred slackening and lateral dislocation of a prosthesis of the vertebra C3 after a resection of a renal cancer. Another surgical procedure was necessary,

tego i mięsaka mezenchymalnego, czerniaka, a u jednego chorego nie rozpoznano pierwotnej lokalizacji nowotworu.

Przerzut niszczył trzon kręgu u 8 chorych, a u 3 pacjentów naciekał wyrostek kolczysty i łuki kręgow.

Najczęściej przerzut umiejscawiał się w kręgu C5 u 4 osób, w C4 u 3, C3 u 2 i C6 u 2.

U wszystkich chorych objawem dominującym był ból. U 7 stwierdzono objawy ucisku korzeni, u 2 niewielkie objawy ucisku rdzenia wg skali Frankela (Frankel D), a u kolejnych 2 pełne uszkodzenia rdzenia (Frankel B).

## SPOSOBY LECZENIA

Chorych, u których przerzut niszczył trzon kręgu operowano z dojścia przedniego. U wszystkich chorych po usunięciu trzonu z przerzutem wypełniano ubytek: u 6 przeszczepem korowo-gąbczastym, zaś u 2 protezą kręgu.

Dwóm chorym po resekcji łuków i wyrostków kolczystych kręgu C5 ustabilizowano kręgosłup przeszczepami łączącymi łuki C4 i C6 i pętlę drutu. Natomiast u jednej pacjentki wycięto tylko wyrostek kolczysty z przerzutem raka nerki.

Niezależnie od sposobu operacji stosowaliśmy unieruchomienie w kołnierzu przez okres 3 miesięcy.

U wszystkich pacjentów z przerzutami raka nerki napromieniano zniszczony krąg przed operacją celem obliteracji naczyń 5 x 4Gy.

U 3 chorych napromieniano kręgosłup po operacji ze względu na nieradykalny zabieg, gdyż niszczone były części boczne kręgu.

## WYNIKI

U wszystkich chorych po leczeniu operacyjnym ustąpiły bóle. U jednej chorej w pierwszym etapie z powodu dużej niestabilności ustabilizowaliśmy segment C3-C4 pętlą drutu i przeszczepami położonymi na łukach. Po radioterapii usunęliśmy zniszczony trzon, a ubytek wypełniliśmy przeszczepem pobranym z grzebienia kości biodrowej i ustabilizowaliśmy kręgosłup płytką mocowaną w kręgu C2 i C4. Po 2 latach nastąpił odrost przerzutu, ale nie stwierdziliśmy niszczenia przeszczepu, ani niestabilności gdyż przerzut rozrastał się śródkanałowo. Chora była napromieniana. Przeżyła kolejny rok.

U jednego chorego w 2 tygodniu po operacji doszło do obluźnienia i bocznego przemieszczenia protezy kręgu C3 po resekcji raka nerki. Konieczny był drugi zabieg, podczas którego wymieniliśmy protezę i płytę stabilizującą. Pacjent ten przeżył 6 miesięcy.

U innego pacjenta, któremu usunęliśmy trzon kręgu C5 z przerzutem raka płuca nastąpił szybki rozsiew nowotworu. Zmarł on 2 tygodnie po operacji.

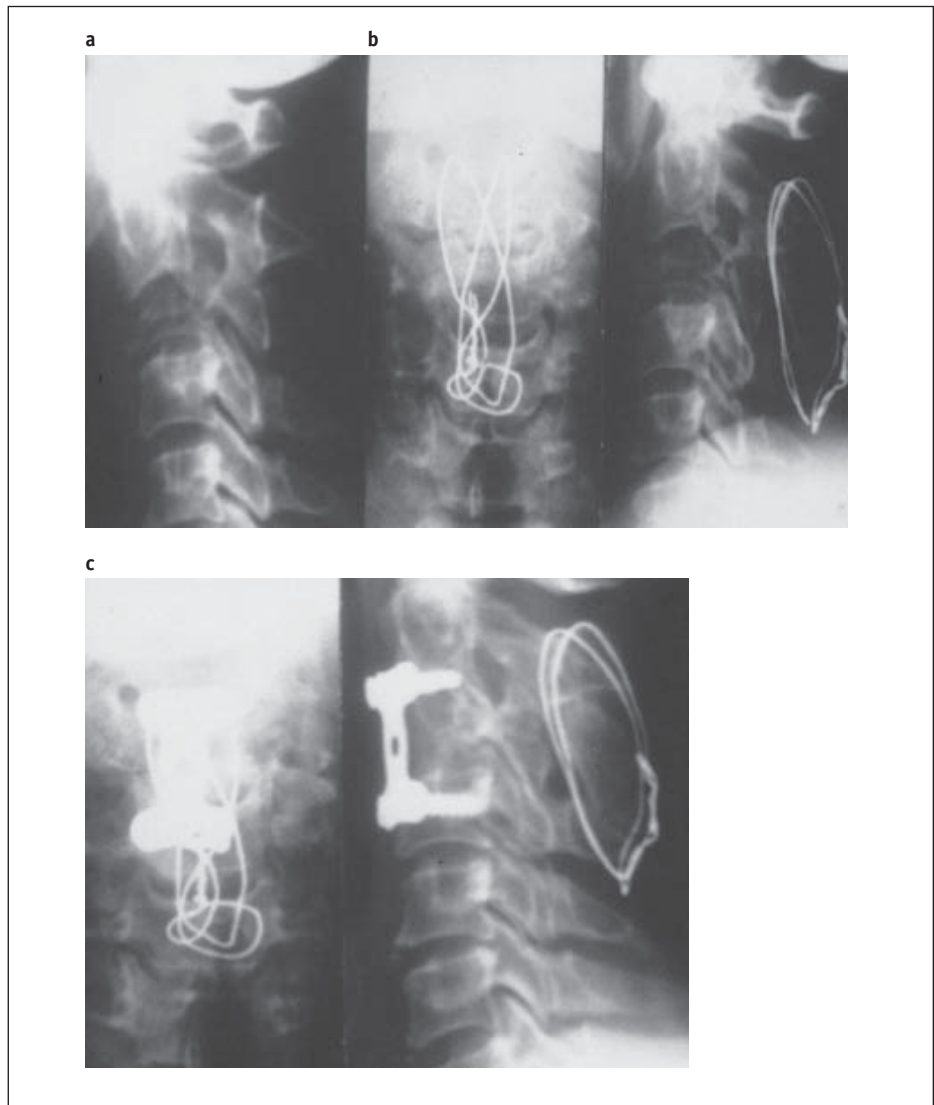
Pozostali chorzy uzyskali dobrą stabilizację.

Poprawę neurologiczną obserwowaliśmy u 9 pacjentów, gdy uszkodzenie rdzenia nie było pełne. Natomiast nie było poprawy u chorych z tetraplegią.

Jeden z operowanych chorych z objawami tetraplegii zmarł 2 tygodnie po zabiegu. Inni żyli od 4 do 36 miesięcy (średnia 14,2 miesiąca).

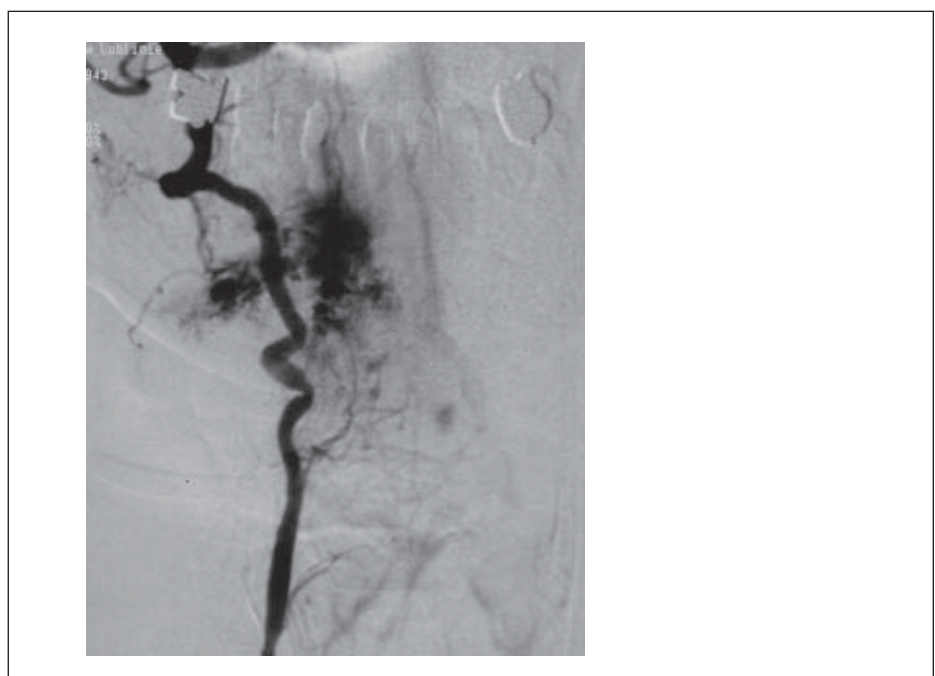
**Fig. 1.** (a) Renal cancer metastasis to the vertebral body C3 with significant instability and subluxation. (b) Stabilization with a wire loop and applied grafts. (c) After 2 weeks radiotherapy, and after 2 subsequent weeks – removal of the vertebral body, completing the defect with an iliac ala graft and stabilization with a plate

**Ryc. 1.** (a) Przerzut raka nerki do trzonu kręgu C3 z dużą niestabilnością i podwichnięciem. (b) Stabilizacja pętlą drutu i przeszczepami przyłożonymi. (c) Po 2 tyg. radioterapia, a po kolejnych 2 tyg. usunięcie trzonu, wypełnienie ubytku przeszczepem z talerzki biodrowego i stabilizacja płytką.



**Fig. 2.** Arteriography of the vertebral artery. A richly vascularized renal cancer metastases is well visible

**Ryc. 2.** Arteriografia t. kręgowej. Widoczny bogatounaczyniony przerzut raka nerki





during which we replaced the prosthesis and the stabilizing plate. This patient survived 6 months.

In case of another patient who underwent an excision of the body of the vertebra C5 with a lung cancer metastasis there occurred a rapid dissemination of the neoplasm. He died 2 weeks after the operation.

The rest of the patients reached a good level of stabilization.

We observed neurological improvement in case of 9 patients, when the spinal cord damage was not total. On the other hand, there was no improvement in case of patients with quadriplegia.

One of the patients subjected to a surgical procedure with symptoms of quadriplegia died 2 weeks after the procedure. Others lived for another 4 to 36 months (average of 14.2 months).

## DISCUSSION

Despite the fact that the spine is a place where neoplastic metastases occur most often, they are much less frequent in the cervical spine than in the thoracic or lumbar spine. Such a location of metastases could be explained with a role of Batson's plexus. The veins of this plexus directly connect internal organs with the thoracic and lumbar spine sections. Therefore, neoplastic cells can make their way from these organs to the vertebrae omitting the systemic circulation. Similarly to other authors, we confirmed the presence of metastases to the cervical spine only in case of 14% of patients subjected to the surgical treatment [3, 4].

Usually metastases are located in the vertebral bodies, less frequently in the posterior section. Among the patients treated by us 9 of them had their vertebrae destroyed and only 3 (25%) had the posterior elements damaged.

The selection of the surgical access when treating metastases to the cervical spine does not rise so many controversies as it is the case with the thoracic or lumbar spine. In these regions the access selection is less dependant on the location of metastasis, and more dependant on the type of the initial neoplasm and the presence of metastases in the internal organs. Both these factors decide on the time of survival. If the expected survival period is shorter than one year, it is enough to perform decompression of the spinal cord or roots and stabilization from the posterior access even when the vertebral body is damaged. In case of a good prognosis it is necessary to excise the vertebral body from the anterior access. This procedure is influenced by the extension of the operation. Surgical procedures with the anterior access through the chest or extraperitoneal procedures are much more extensive than with the posterior access [8, 9, 10, 11].

On the other hand, in the cervical spine both anterior and posterior access constitutes a burden for the patient in the same manner. Special difficulties in the surgical treatment are caused by the renal cancer metastases as they are extensively vascularized and damaging them

## DYSKUSJA

Mimo, że kręgosłup jest miejscem, w którym najczęściej umiejscawiają się przerzuty nowotworów to jednak w części szyjnej lokalizują się one znacznie rzadziej niż w piersiowej czy lędźwiowej. Takie rozmieszczenie przerzutów można tłumaczyć rolą splotu Batsona. Żyły tego splotu łączą bezpośrednio narządy wewnętrzne z kręgosłupem piersiowym i lędźwiowym. Dlatego komórki nowotworowe mogą przedostać się z tych narządów do kręgow z pominięciem krążenia wielkiego. Podobnie jak inni autorzy przerzuty do części szyjnej stwierdziliśmy tylko u 14% operowanych [3, 4].

Zwykle przerzuty umiejscawiają się w trzonach kręgow, znacznie rzadziej w części tylnej. Wśród leczonych przez nas chorych u 9 niszczone był krąg a tylko u 3 (25%) elementy tylne.

Wybór dojścia operacyjnego przy leczeniu przerzutów do części szyjnej kręgosłupa nie budzi tyle kontrowersji co w części piersiowej czy lędźwiowej. W tych okolicach wybór dojścia w mniejszym stopniu zależy od umiejscowienia przerzutu, a bardziej od rodzaju nowotworu pierwotnego i obecności przerzutów w narządach wewnętrznych. Oba te czynniki decydują o czasie przeżycia. Jeśli prognozowany czas przeżycia jest krótszy niż rok wystarczy odbarczenie rdzenia lub korzeni i stabilizacja z dojścia tylnego nawet, gdy niszczone jest trzon kręgu. U chorych z dobrym rokowaniem konieczne jest usunięcie trzonu z dojścia przedniego. Na taki sposób postępowania wpływa rozległość operacji. Zabiegi z dojścia przedniego przez klatkę piersiową czy pozaotrzewnowe są znacznie bardziej rozległe niż z dojścia tylnego [8, 9, 10, 11].

Natomiast w części szyjnej kręgosłupa dojście przednie czy tylne w jednakowym stopniu obciąża chorego. Szczególne trudności w leczeniu operacyjnym sprawiają przerzuty raka nerki, gdyż są bogato unaczynione, a ich uszkodzenie powoduje masywny krwotok. Przy umiejscowieniu kończynowym istnieje możliwość usunięcia przerzutu raka nerki w całości. Natomiast, gdy rozrasta się w kręgosłupie nie jest to możliwe. Dlatego przy umiejscowieniu przerzutu w części piersiowej i lędźwiowej wskazana jest embolizacja naczyń odżywiających przerzut (t. międzyżebrowe, t. lędźwiowe) [12]. W części szyjnej unaczynienie pochodzi od tętnicy kręgowej. W przeciwieństwie do innych tętnic nie zwięza się ona w kierunku mózgu, dlatego nie jest możliwe jej zaczkowanie. Z tego powodu stosujemy radioterapię powodującą obliterację naczyń [13]. U wszystkich leczonych przez nas chorych była ona skuteczna gdyż nie obserwowaliśmy nadmiernego krwawienia w czasie operacji.

Wyniki leczenia operacyjnego przerzutów nowotworów do kości ocenia się w 2 kategoriach: miejscowej i czasu przeżycia. Każde leczenie operacyjne ma na celu uwolnienie chorego od bólu i przywrócenie sprawności. W przypadku przerzutów do kręgosłupa przede wszystkim jest to odbarczenie rdzenia i korzeni. Ostateczny wynik zależy od stopnia uciśnięcia tych elementów przed operacją. Jeśli jest pełne uszkodzenie rdzenia (Frankel A

causes a massive haemorrhage. In case of a location in the extremities there exists a possibility of removing the renal cancer metastasis in full. On the other hand, when it grows in the spine it is not possible. Therefore, when the metastasis is located in the thoracic and lumbar spine it is recommended to perform embolization of vessels feeding the metastasis (intercostal and lumbar arteries) [12]. In the cervical spine vascularization comes from the vertebral artery. Unlike any other artery, it narrows as it approaches the brain, therefore it is not possible to plug it. For this reason we apply radiotherapy causing vascular obliteration [13]. In case of all the patients treated by us it was effective as we observed no excessive bleeding during the operations.

The results of the surgical treatment of neoplastic bone metastases are evaluated in 2 categories: the local category and the survival period. Each surgical treatment aims at freeing a patient from pain and restoring his / her efficiency. In case of metastases to the spine it is – most of all – decompression of the spinal cord and the roots. The final results depend on the degree of pressure applied on these elements prior to the operation. If there occurs a total damage to the spinal cord (Frankel A and B), a chance for restoring the functions of the limbs is slight. On the other hand, in case of a partial damage we normally observe a total restoration of the limbs functions. This factor also influences the survival period. Patients with a full damage of the spinal cord, regardless the neoplasm type, live shorter than those in whose case the limbs functions were restored after the surgical procedure [9, 10, 11].

The type of the neoplasm decides on the survival period in a significant manner. The shortest survival period is observed in case of patients suffering from the lung cancer, and longest – in case of the breast cancer and the thyroid cancer.

The results obtained in our material confirm these observations. In case of both patients who exhibited the symptoms of a total spinal cord damage prior to the operation the spinal functions were not restored despite the surgical treatment. The patients with a total damage of the spinal cord lived the shortest, up to 6 months, whereas among the patients suffering from the lung cancer one of them survived a year, and the renal cancer patients lived several years.

## CONCLUSIONS

1. The surgical treatment of metastases to the cervical spine frees the patient from pain and allows to restore full functions of the spinal cord.
2. The condition for a success is quick qualification for the surgical treatment prior to the occurrence of symptoms of the total damage of the spinal cord.

i B) szansa na powrót funkcji kończyn jest znikoma. Natomiast przy częściowym uszkodzeniu zwykle obserwujemy całkowity powrót funkcji kończyn. Ten czynnik ma również wpływ na czas przeżycia. Chorzy z pełnym uszkodzeniem rdzenia, niezależnie od rodzaju nowotworu, żyją krócej niż ci, u których po zabiegu operacyjnym powróciła funkcja kończyn [9, 10, 11].

Rodzaj nowotworu w istotny sposób decyduje o czasie przeżycia. Najkrócej żyją chorzy na raka płuca, zaś najdłużej na raka piersi i tarczycy.

Wyniki uzyskane w naszym materiale potwierdzają te spostrzeżenia. U obu pacjentów u których przed operacją wystąpiły objawy pełnego uszkodzenia rdzenia nie powróciła jego funkcja mimo leczenia operacyjnego. Najkrócej żyli chorzy z pełnym uszkodzeniem rdzenia, do 6 miesięcy. Natomiast wśród chorych na raka płuca żaden nie przeżył roku, podczas gdy chorzy na raka nerki żyli po kilka lat.

## WNIOSKI

1. Leczenie operacyjne przerzutów do szyjnej części kręgosłupa uwalnia chorego od bólu i pozwala odzyskać pełną funkcję rdzenia.
2. Warunkiem powodzenia jest szybka kwalifikacja do leczenia operacyjnego przed wystąpieniem objawów pełnego uszkodzenia rdzenia.

## References/Piśmiennictwo:

1. **Harrington K.D.** Metastatic disease of the spine. Current concepts review. *J Bone Joint Surg* 1986, 68A: 1110-1115.
2. **Fornasier V.L.** Metastases to the vertebral column. *Cancer* 1975, 36: 590-595.
3. **Rao S., Banadi K., Schildhauer, Borges M. M.** Metastatic malignancy of the cervical spine. A non-operative history. *Spine* 1992, 17: 407-412.
4. **Inoue T., Onomura T., Morishita S, Tatsui H.** Spinal metastatic lesions in cancer patients. *Spine Spinal Cord* 1990, 3: 261-270.
5. **Hoskin P.J.** Radiotherapy in the management of bone pain. *Clin Orthop Relat R* 1995, 312; 105-119.
6. **Aebi M.** Spinal metastasis In the elderly. *Eur Spine J* 2003, 12 (suppl. 2): 202-213.
7. **Rao G., Ha C.S., Chakrabarti I., Feiz-Erfan I., Mendel E., Rhines L.D.** Multiple myeloma of the cervical spine: treatment strategies for pain and spinal instability. *J Neurosurg Spine* 2006, 5 (2): 140-145.
8. **Hosono N., Yonenobu K., Fuji T., Ebara S., Yamashita K., Ono K.** Orthopaedic management of spinal metastases. *Clin Orthop Relat R.* 1995, 312: 148-159.
9. **Bauer H.C.** Posterior decompression and stabilization for spinal metastases. Analysis of sixty-seven consecutive patients. *J Bone Joint Surg* 1997, 79A: 514-522.
10. **Bauer H.C.F., Wedin R.** Survival after surgery for spinal and extremity metastases. *Acta Orthop Scand* 1995, 66: 143-146.
11. **Rompe J.D., Eysel P., Hopf C., Heine J.** Decompression/stabilization of the metastatic spine. Cotrel-Dubouset instrumentation in 50 patients. *Acta Orthop Scand* 1993, 64: 3-8.
12. **Barton P.P., Waneck R.E., Karnel F.J., Ritschl P., Kramer J., Lechner G.L.** Embolization of bone metastases. *J Vasc Interv Radiol* 1996, 7: 81-88.
13. **Faria S.L., Schlupp W.R., Chiminazo H.J.R.** Radiotherapy in the treatment of vertebral hemangiomas. *Int J Radiat Oncol Biol Neurol* 1978, 10: 171-173.