

# Analiza przyczyn niepowodzeń leczenia chirurgicznego choroby zwydrodnieniowej odcinka lędźwiowego kręgosłupa

## Analysis of Reasons for Failure of Surgery for Degenerative Disease of Lumbar Spine

**Alicja Baranowska<sup>1(A,B,D,E,F)</sup>, Joanna Baranowska<sup>2(E,F)</sup>, Paweł Baranowski<sup>1(A,B,D,E,F)</sup>**

<sup>1</sup> Mazowieckie Centrum Rehabilitacji , Szpital im. prof. M. Weissa, Oddział Neuroortopedii, Konstancin-Jeziorna, Polska

<sup>2</sup> I Wydział Lekarski Warszawskiego Uniwersytetu Medycznego, Warszawa, Polska

<sup>1</sup> Neuroorthopaedic Department , Marian Weiss Memorial Mazovia Rehabilitation Center, Konstancin-Jeziorna, Poland

<sup>2</sup> First Faculty of Medicine, Medical University of Warsaw, Warsaw, Poland

### STRESZCZENIE

**Wstęp.** W związku ze starzeniem się społeczeństwa rośnie liczba chorych z zaawansowanymi zmianami zwydrodnieniowymi kręgosłupa, które niejednokrotnie wymagają leczenia operacyjnego. Celem pracy była analiza przyczyn niepowodzeń w leczeniu chirurgicznym chorych ze zmianami zwydrodnieniowymi odcinka lędźwiowego kręgosłupa.

**Materiał i metoda.** Analizie retrospektywnej poddano historie chorób pacjentów operowanych przez jeden zespół chirurgów w Oddziale Neuroortopedii „STOCER” w latach 2014 i 2015 z powodu choroby zwydrodnieniowej odcinka lędźwiowego kręgosłupa. Z całej grupy wybrano chorych, którzy byli reoperowani i podzielono na 2 grupy: A (60) chorzy operowani wcześniej w innym ośrodku, B (47) chorzy operowani uprzednio w naszym ośrodku. Przeanalizowano szczegółowo przyczyny niepowodzeń w leczeniu operacyjnym tego schorzenia w oparciu o wywiad, badanie przedmiotowe, badanie obrazowe oraz kartę opisu operacji.

**Wyniki.** Operacje wykonano u 601 chorych. W grupie tej 107 chorych było już uprzednio operowanych. Przyczyną ponownej operacji tego samego segmentu ruchowego najczęściej była nawrotowa przepukлина krążka międzykręgowego, niedostateczne odbarczenie i nieodpowiedni dobór metody operacji. W grupie chorych u których zastosowano stabilizatory w celu usztywnienia kręgosłupa, reoperacja w większości przypadków związana była z chorobą segmentu sąsiedniego.

**Wnioski.** Zastosowanie stabilizatorów i usztywnienie kręgosłupa zawsze niesie ze sobą ryzyko powikłań i często jest niezależne od chirurga. 2. W celu zminimalizowania liczby reoperacji ważne jest dokładne odbarczenie i dobór odpowiedniej techniki operacyjnej.

**Słowa kluczowe:** zwężenie kanału kręgowego, kręgozmyk, przepukлина krążka międzykręgowego

### SUMMARY

**Background.** In the aging society, there is a growing number of patients with advanced degenerative disease of the spine. These patients frequently require surgical treatment. This paper aims to analyse the reasons for failure of surgery for degenerative disease of the lumbar spine.

**Material and methods.** Histories of patients operated on by one group of surgeons in the Neuroorthopaedic Department of "STOCER" in 2014 and 2015 due to degenerative disease of the lumbar spine were analysed retrospectively. Out of the cohort, patients who had undergone a revision surgery were selected for the study and divided into two groups: group A (60) of patients previously operated on in another centre and group B (47) of patients previously operated on in "STOCER". The reasons for failure of the surgery were analysed in detail based on history, physical examination, imaging studies and surgery reports.

**Results.** Surgery was performed in 601 patients, of whom 107 patients had been previously operated on. The most frequent reasons for revision surgery of the same motor segment were recurrent disc herniation, inadequate decompression and inappropriate surgical technique. In the group of patients who had implants inserted to stabilise the spine, the revision surgery in most cases was due to adjacent segment disease.

**Conclusions.** Use of implants and spinal fusion is always associated with a risk of complications and is frequently independent of the surgeon. 2. In order to reduce the rate of revision surgeries, it is important to perform complete decompression and select an adequate surgical technique.

**Key words:** spinal stenosis, spondylolisthesis, intervertebral disc displacement

## WSTĘP

W związku ze starzeniem się społeczeństwa rośnie liczba chorych z zaawansowanymi zmianami zwyrodnieniowymi kręgosłupa, na rozwój których najbardziej narażony jest odcinek lędźwiowy, ponieważ przenosi największe obciążenia. Zwyrodnienie dotyczy wszystkich elementów kręgosłupa, zarówno krążka międzykręgowego (k. m.), więzadeł, stawów międzykręgowych, torebek stawowych oraz elementów kostnych. Schorzenie to prowadzi do zwężenia kanału kręgowego, otworów międzykręgowych powodując uciśnięcie nerwów rdzeniowych. W przypadku utrzymujących się dolegliwości bólowych lub pojawienia się ubytków neurologicznych konieczne jest leczenie chirurgiczne.

Anatomicznie kanał kręgowy dzieli się na trzy obszary: część centralną, strefę otworową i strefę zewnętrz otworową. W strefie centralnej w worku oponowym znajdują się nerwy lędźwiowe zwane ogonem końskim. W strefie otworowej nerw rdzeniowy przechodzi wokół nasady, a w zewnątrz otworowej wychodzi poza strefę otworową.

Jeżeli zmiany chorobowe powodują zwężenie części centralnej kanału kręgowego i zaciskają nerwy w worku oponowym określamy je jako stenozę centralną. Jeżeli uciśnięty jest pojedynczy nerw rdzeniowy mówimy wówczas o stenozie obwodowej, inaczej zuchylkowej. Nerw może być uciśnięty w strefie otworowej – stenoza otworowa lub poza strefą otworową – stenoza zewnętrz otworowa. Podział ten jest istotny w przypadku konieczności leczenia operacyjnego, w celu wyboru odpowiedniej techniki chirurgicznej.

U osób starszych patomechanizm powstawania stenozy polega na przeroście zwyrodnialych stawów międzykręgowych, pogrubieniu więzadeł żółtych i torebek stawowych czasami z wytworzeniem torbieli synowialnej. U osób młodszych zwężenie kanału kręgowego najczęściej spowodowane jest przepukliną krążka międzykręgowego [1]. Zwężenie kanału kręgowego może występować także w kręgozmyku, niestabilności czy deformacji skoliozy zwyczajowej. Zmiany chorobowe mogą obejmować jeden lub kilka segmentów ruchowych kręgosłupa, ale najczęściej dotyczą segmentu ruchowego L4-L5.

## OBRAZ KLINICZNY

W rozpoznaniu stenozy centralnej lub obwodowej najistotniejsze są objawy kliniczne, a nie badanie obrazowe. Jeżeli chory skarży się na ból korzeniowy i jest w stanie dokładnie określić jego promieniowanie, wskazać tor bólu to mamy do czynienia ze stenozą obwodową. W stenozie centralnej, charaktery-

## BACKGROUND

In the aging society, there is a growing number of patients with advanced degenerative disease of the spine. The lumbar spine is at the highest risk, since it bears the heaviest loads. Osteoarthritis affects all elements of the spine: the intervertebral disk, ligaments, facet joints, articular capsules and bony components. The disease leads to spinal stenosis and intervertebral foramen encroachment, causing compression of the spinal nerves. In cases of persisting pain or development of neurological deficit, surgical treatment is necessary.

Anatomically, the spinal canal may be divided into three areas: the central part, the foramen area and the area outside the foramen. In the central area, the dural sac houses lumbar nerves (cauda equina). In the foramen area, the spinal nerve courses around the vertebral body and then travels outside the foramen.

If degeneration leads to spinal stenosis in the central part and the nerves are therefore compressed in the dural sac, the condition is referred to as central stenosis. If a single spinal nerve is compressed, there is lateral recess stenosis. The nerve may be compressed in the foramen area (foraminal stenosis) or outside this area (extraforaminal stenosis). This classification is important if surgery is necessary, since it helps select an appropriate surgical technique.

In elderly patients, the pathomechanism underlying stenosis consists in overgrowth of degenerated facet joints, thickening of yellow ligaments and articular capsules, sometimes with formation of a synovial cyst. Spinal stenosis in younger patients, on the other hand, is most frequently caused by disc herniation [1]. Moreover, spinal stenosis may also occur in spondylolisthesis, instability or degenerative lumbar scoliosis. One or several motor segments of the spine may be affected, but the L<sub>4</sub>-L<sub>5</sub> segment is most prone.

## CLINICAL SYMPTOMS

A diagnosis of central or lateral recess stenosis relies primarily on clinical symptoms rather than imaging techniques. If a patient reports radicular pain and is able to precisely describe its pattern of radiation, a diagnosis of lateral recess stenosis is made. Patients with central stenosis display symptoms of

styczne są objawy chromania neurogennego, czyli pojawianie się bólu, drętwień kończyn dolnych przy pokonywaniu różnych dystansów i ustępowanie ich po krótkotrwały odpoczynku. Chory nie jest w stanie dokładnie sprecyzować toru bólu. Przyjmuje on postawę pochyloną w celu poszerzenia kanału kręgowego. Dlatego chorzy częściej poruszają się na rówierze niż pieszo. Próba wyprostowania się potęguje lub prowokuje drętwienia kończyn dolnych [2]. W obu przypadkach w początkowym stadium choroby ból występuje tylko podczas chodzenia, natomiast ustępuje w trakcie siedzenia lub leżenia. Jeżeli proces chorobowy trwa długo, to dolegliwości pojawiają się również w spoczynku. Najczęstsza forma stenozy jest mieszana, w której chory prezentuje wszystkie wymienione dolegliwości. Dla niestabilności i kręgozmyku charakterystyczne są dodatkowo dolegliwości bólowe lędźwi nasilające się przy zmianie pozycji przede wszystkim w nocy. W deformacji skoliotycznej bóle lędźwi często nasilają się podczas siedzenia, a ulgę przynosi pozycja leżąca.

## BADANIE OBRAZOWE

Nadal podstawowym badaniem obrazowym pozostaje zdjęcie rentgenowskie wykonywane w pozycji stojącej w projekcji bocznej i przednio-tylnej. Jeżeli kwalifikujemy chorego do operacji to konieczne jest obrazowanie badaniem rezonansu magnetycznego (MR). Decyżję o operacji podejmujemy, gdy występuje korelacja objawów klinicznych z badaniem obrazowym. Często w praktyce pomijane jest badanie rentgenowskie, uważając, że obraz uzyskany za pomocą rezonansu magnetycznego jest dokładniejszy. Należy jednak pamiętać, że badanie to wykonywane jest w pozycji leżącej, kiedy kręgosłup jest odciążony. Badanie rentgenowskie w pozycji stojącej pozwala uwidoczyć niestabilność czy kręgozmyk, który często w badaniu MR nie jest zobrazowany. W deformacjach skoliotycznych zwrodnieniowych w badaniu rentgenowskim oprócz kąta skrzywienia oceniamy rotację kręgosłupa, a rezonans magnetyczny pozwala ocenić szerokość kanału kręgowego. Jeżeli chory ma przeciwwskazania do wykonania MR, (np. stymulator serca), wówczas należy wykonać tomografię komputerową (TK).

## LECZENIE CHIRURGICZNE

Przed planowaną operacją należy ustalić czy bóle korzeniowe związane są ze stenozą centralną czy obwodową. Często widoczna w badaniu MR stenoza centralna jest bezobjawowa, a objawy są wynikiem stenozy zachyłkowej. Jeżeli wykonamy tylko dekomprezję kanału kręgowego a zachyłki pozostaną zwę-

neurogenic claudication, i.e. pain and numbness of lower limbs upon walking different distances, which disappear after a short rest. The patient is not able to precisely describe the path of pain radiation. Patients assume a stooping posture to widen the spinal canal. This is the reason why such patients prefer cycling to walking. An attempt to straighten up exacerbates or provokes numbness of the lower limbs [2]. In both cases, at an initial stage of the disease pain occurs only during walking and it disappears when the patient is sitting or lying. In advanced disease, pain is also experienced at rest. The most common form is mixed stenosis, with patients displaying all the above symptoms. Instability and spondylolisthesis are additionally characterised by the lumbar pain becoming more intense while changing the position of the body, especially at night. In scoliosis, lumbar pain exacerbates during sitting and is relieved by lying down.

## IMAGING STUDIES

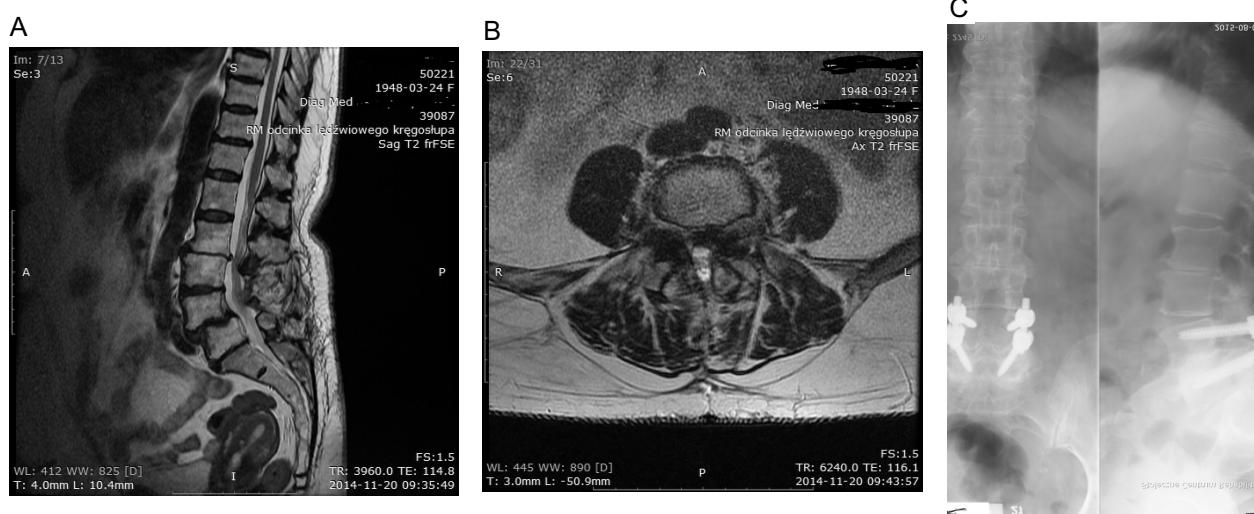
The lateral and A-P X-ray in a standing position still remains the basic imaging technique. If a patient qualifies for a surgery, an MRI study is also necessary. Surgery is performed when clinical symptoms correlate with imaging results. In practice, an X-ray examination is frequently neglected, since MRI images are considered to be more precise. However, it should be borne in mind that MRI is performed in a supine position, when the spine is unloaded. An X-ray performed in a standing position may show instability or spondylolisthesis, which is frequently not visible on an MRI scan. In degenerative scoliosis, an X-ray is used to evaluate not only the angle of scoliosis, but also spinal rotation and MRI enables assessment of the width of the spinal canal. In the presence of contraindications for MRI (e.g. an artificial cardiac pacemaker), a CT study needs to be performed.

## SURGICAL TREATMENT

Before the surgery, it is necessary to determine whether the radicular pain is due to central or lateral recess stenosis. In many cases, central stenosis, visible on an MRI, does not produce any symptoms and all symptoms experienced by the patient are attributable to lateral recess stenosis. If only decompression

żone wówczas chory po operacji nadal będzie skarżył się na bóle korzeniowe. Leczenie chirurgiczne polega na wykonaniu dekomprezji kanału kręgowego poprzez laminotomię (wycięcie fragmentu łuku), laminektomię (wycięcie łuku), hemilaminektomię (wycięcie połowy łuku) jedno lub obustronną [3]. Obustronna hemilaminektomia w porównaniu z laminektomią pozwala zachować wyrostek kolczysty wraz z więzadłem nad i międzykolcowym. Struktury te chronią worek oponowy i zapobiegają tworzeniu się blizny wciągającej występującej po laminektomii. W celu odbarczenia struktur nerwowych, oprócz resekcji łuku wycinamy też więzadło żółte (flavectomy), które w stenozie jest przerośnięte i wpukla się do kanału kręgowego powodując jego zwężenie. W stenozie zachylkowej często konieczne też jest wycięcie wyrostka stawowego czyli wykonanie facetektomii w celu odsłonięcia nerwu rdzeniowego. Wykonanie laminektomii i facetektomii może prowadzić do jatrogennej niestabilności, a nawet kręgozmyku (Ryc. 1). W celu prewencji przed niestabilnością kręgosłupa po tak rozległej dekomprezji konieczna jest stabilizacja segmentu ruchowego za pomocą śrub przeznasadowych. Śruby zapewniają pierwotnie wystarczającą stabilność kręgosłupa, ale z czasem mogą ulec obluzowaniu, z tego powodu niezbędne jest uzyskanie zrostu kostnego stabilizowanego segmentu. W trakcie operacji wycinany jest krążek międzykręgowy, z płytka granicznych trzonów usuwana jest warstwa chrzęstna i tak przygotowana przestrzeń wypełniana jest rozdrobnioną kością z usuniętego łuku, wyrostka stawowego lub pobraną z talerza kości

of the spinal canal is performed and the recesses remain narrowed, the patient will continue to suffer radicular pain following the surgery. Surgical treatment consists in decompression of the spinal canal through laminotomy (resection of a part of a vertebral arch), laminectomy (resection of a vertebral arch), unilateral or bilateral hemilaminectomy (resection of half of a vertebral arch) [3]. Bilateral hemilaminectomy differs from laminectomy in that it preserves the spinous process with the supraspinous and interspinous ligaments. These elements protect the dural sac and prevent formation of a retractile scar, which may occur following laminectomy. Decompression of neural structures requires resection not only of the vertebral arch but also of the yellow ligament (flavectomy), which is overgrown in stenosis and intrudes into the spinal canal, narrowing it. In lateral recess stenosis, it is also necessary to resect the articular process (facetectomy) to expose the spinal nerve. A laminectomy and facetectomy may lead to iatrogenic instability and even spondylolisthesis (Fig. 1). To prevent instability of the spine after such extensive decompression, the motor segment needs to be stabilised using pedicle screws. Initially, the screws ensure sufficient stability of the spine, but they may become loosened with time so it is necessary to achieve union of the operated segment. At the time of the surgery, the intervertebral disc is resected and the cartilaginous layer is removed from the laminae of adjacent vertebral bodies. The space so formed is filled with crumbled bone fragments from the resected vertebral arch and spinous process or harvested



Ryc. 1. MR 3 lata po operacji laminektomii L<sub>3</sub> i L<sub>4</sub> uwidoczyńo kręgozmyk L<sub>4</sub>-L<sub>5</sub> i stenozę (a,b). Rtg po reoperacji przedstawia stabilizację przeznasadową, redukcję kręgozmyku i artrodezę kostną międzytrzonową (c)

Fig. 1. MRI scan at 3 years post L<sub>3</sub>-L<sub>4</sub> laminectomy showing spondylolisthesis at L<sub>4</sub>-L<sub>5</sub> and stenosis (a,b). Postoperative X-ray shows pedicle screw insertion, reduction of spondylolisthesis and intervertebral arthrodesis (c)

biodrowej. Dodatkowo przestrzeń można usztywnić wszczepelem międzytrzonowym wypełnionym kością. Takie usztywnienie międzytrzonowe nazywamy arthrodezą międzytrzonową.

Jeżeli stenoza spowodowana jest tylko przepukniętą krążką międzykręgowego, to w celu jego usunięcia, wykonywana jest laminotomia. Wówczas stabilizacja kręgosłupa i usztywnienie nie są konieczne.

Czasami w stenozie zuchyłkowej spowodowanej tylko przerośnięciem wyrostka stawowego wystarczającą jest laminotomia i foraminotomy, czyli poszerzenie otworu międzykręgowego.

Leczenie chirurgiczne kręgozmyku jest takie samo jak opisano w przypadku stenozy. Obecnie dobrze rozwinięte instrumentarium chirurgiczne umożliwia w czasie operacji wykonać dodatkowo redukcję kręgozmyku. Po nastawieniu kręgozmyku zawsze należy ponownie zrewidować kanał kręgowy a w szczególności jego zuchyłki. Nerwy rdzeniowe po wykonaniu manewru nastawienia mogą zostać zaciśnięte przez resztki krążka międzykręgowego lub przez wyrostek stawowy.

W przypadku stenozy zuchyłkowej jednostronnej czy kręgozmyków I° i II° wg Meyerdinga można zastosować dostęp tylno boczny do kręgosłupa z jednoczesną jego stabilizacją, czyli met. ELIF (ang. extraforaminal lumbar interbody fusion) [4,5] (Ryc. 2). W technice tej cięcie skórne wykonuje się bocznio, ok. 8-10 cm. od linii pośrodkowej i dochodzi się do kręgosłupa pomiędzy mięśniem wielodzielnym i mię-

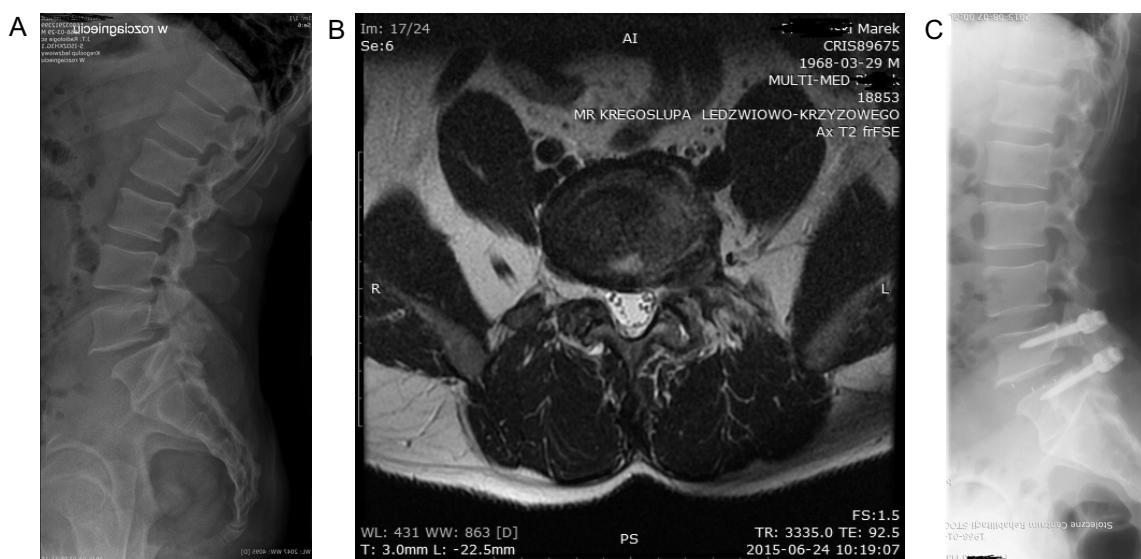
from iliac ala. Additionally, it may be stabilised using an interbody implant filled with bone, referred to as intervertebral arthrodesis.

If stenosis is only due to disc herniation, laminotomy is performed to remove the disc. In such cases, screw insertion and fusion are not necessary.

In some cases, when lateral recess stenosis is caused only by overgrowth of the spinous process, it suffices to perform laminotomy and foraminotomy, i.e. widening of the intervertebral foramen.

Surgical treatment of spondylolisthesis is the same as that for stenosis as described above. Currently, state-of-the-art surgical equipment enables additional intraoperative reduction of spondylolisthesis. After reduction of spondylolisthesis, it is always necessary to review the spinal canal and, in particular, the recesses. The spinal nerves may become compressed as a result of the reduction by remnants of the intervertebral disk or by the articular process.

In cases of unilateral recess stenosis or Meyerding grade I and II spondylolisthesis, posterolateral access with fusion, i.e. extraforaminal lumbar interbody fusion (ELIF) may be used [4,5] (Fig. 2). In this technique, the incision is made laterally, approximately 8-10 cm from the midline, and the spine is approached between the multifidus muscle and the longissimus muscle of thorax. A part of the articular process is removed laterally to expose the intervertebral disc and the narrowed recess. The operated segment is fixed unilaterally with pedicle screws and the



Ryc. 2. W RTG widoczny kręgozmyk cieśniowy L<sub>5</sub>-S<sub>1</sub> (a), w MR w projekcji poprzecznej widoczna stenoza otworowa lewostronna (b), RTG po operacji met. ELIF, wycięcie k.m.L<sub>5</sub>-S<sub>1</sub> z dostępu tylno bocznego, usztywnienie międzytrzonowe wszczeppami i stabilizacja przeznasadowa jednostronna z redukcją kręgozmyku (c)

Fig. 2. X-ray showing isthmic spondylolisthesis at L<sub>5</sub>-S<sub>1</sub> (a), MRI scan in transverse plane showing left-sided foraminal stenosis (b), X-ray post ELIF procedure (L<sub>5</sub>-S<sub>1</sub> discectomy from a posterolateral approach, intervertebral arthrodesis with cages, unilateral pedicle screw insertion, reduction of spondylolisthesis) (c).

śniem najdłuższym klatki piersiowej. Po ścięciu od strony bocznej części wyrostka stawowego odsłania się krążek międzykręgowy i zwężony zachełk kanału. Operowany segment stabilizuje się jednostronnie śrubami przeznasadowymi, a w przestrzeni po wycięciu krążka międzykręgowego, wkłada się wszczepy wypełnione rozdrobnioną kością. Jeśli jest to konieczne, kość można pobrać z tego samego cięcia skórne-go, z talerza kości biodrowej. Opisana metoda należy do technik mniej inwazyjnych, gdyż pozwala oszczę-dzić mięśnie przykręgosłupowe, których nie odcinamy i nie odsuwamy od łuków. Dodatkowo omijamy kanał kręgowy dochodząc do dysku, od strony boczej kręgosłupa. Brak ingerencji w kanał kręgowy za-pobiega w przyszłości tworzeniu się zrostów poope-racyjnych. Podobnie jak w klasycznej metodzie z do-stępu tylnego wykonana stabilizacja zapewnia bez-pośrednio po operacji dobrą pierwotną stabilność krę-gosłupa, a artrodeza międzytrzonowa pozwala uzys-kać w przyszłości zrost kostny.

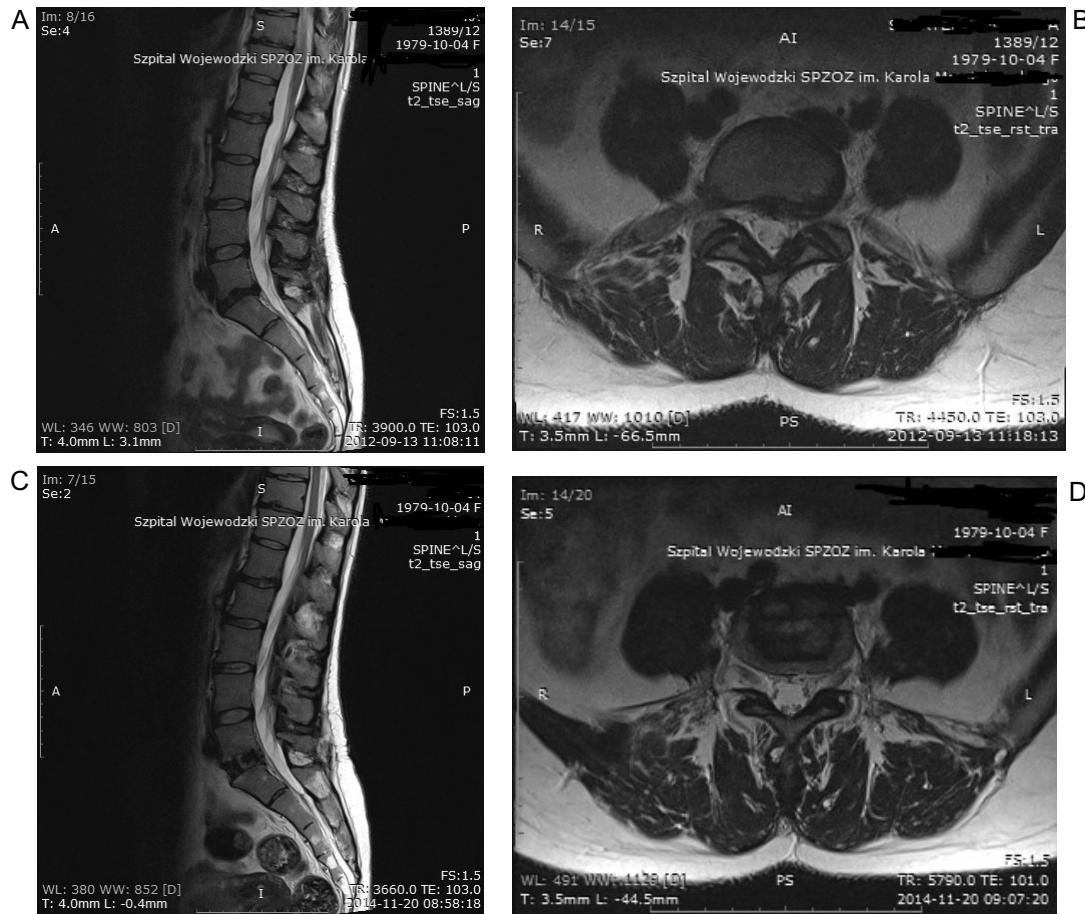
Usztywnienie międzytrzonowe z dostępu przed-niego czyli met. ALIF (ang. anterior lumbar interbody fusion) jest kolejną techniką chirurgiczną, która znalazła zastosowanie w leczeniu operacyjnym ste-nozy. W wybranych przypadkach, jeżeli ucisk na nerw spowodowany jest uwypuklonym krążkiem między-kręgowym, zwężeniem otworu międzykręgowego, niestabilnością lub kręgozmykiem niskiego stopnia możemy wykonać operację z dostępu przedniego. Najczęściej przeprowadzana jest w schorzeniach obejmujących segment ruchowy L<sub>5</sub>-S<sub>1</sub>. W technice tej nie przecinamy żadnego mięśnia, jedynie pochewkę i prostego brzucha i po jego odsunięciu oraz worka otrzewnowego, będąc w przestrzeni zaotrzewnowej, wycinamy krążek międzykręgowy. W miejscu po usu-niętym krążku wkładamy wszczep wypełniony ko-ścią pobrana z kości biodrowej. Pozwala to na uzy-skanie zaraz po operacji dobrej stabilności oraz w przyszłości umożliwia zrost kostny. Podobnie jak w met ELIF brak ingerencji w kanał kręgowy zapobiega tworzeniu się zrostów pooperacyjnych, a usunięcie dysku z dostępu przedniego oszczędza tylne elemen-ty kręgosłupa i mięśnie przykręgosłupowe. W przy-padku zwężenia otworu międzykręgowego poprzez podniesienie przestrzeni międzytrzonowej poszerza-my go (Ryc. 3) [6-8].

W planowaniu leczenia chirurgicznego chorego z deformacją skoliotyczną zwyrodnieniową istotny jest zarówno badanie kliniczne jak i badanie obrazo-we rentgenowski i MR. Przy stabilizacji przeznasado-wej wielopoziomowej możemy w czasie operacji wykonać korekcję skrzywienia poprzez derotację i dystrakcję. Dekompresję kanału kręgowego wyko-nujemy tylko w przypadku objawowego wąskiego ka-

space left after resection of the intervertebral disc is filled with implants with minced bone inside. If necessary, bone may also be collected from the iliac ala via the same skin incision. This method is among less invasive techniques, since it spares spinal muscles, which are not detached or pushed away from the vertebral arches. Moreover, the spinal canal is circumvented on the way to the disc, which is ap-proached laterally. Sparing the spinal canal prevents formation of postoperative adhesions in the future. Similarly to the classic method with a posterior approach, it ensures good stability of the spine imme-diately after the surgery and intervertebral arthrodesis facilitates bone union in the future.

Anterior lumbar interbody fusion is another sur-gical technique employed for stenosis. In some ca-ses, if a nerve is compressed by a protruding inter-vertebral disk, intervertebral foramen encroachment, instability or low-grade spondylolisthesis, surgery may be performed from an anterior approach. It is most frequently conducted in patients with L<sub>5</sub>-S<sub>1</sub> seg-ment disease. This technique does not require cutting any muscle, only the sheath of the rectus abdominis. After pushing away the rectus abdominis and the peritoneum, the surgeon enters the retroperitoneal space and resects the intervertebral disk. The place where the disk used to be is filled with implants with minced bone harvested from the iliac ala. This pro-vides good stability immediately after the surgery and facilitates union in the future. As with ELIF, sparing with the spinal canal prevents formation of postoperative adhesions and the anterior approach helps spare posterior elements of the spine and spinal muscles. In the case of intervertebral foramen encro-achment by elevation of the intervertebral space, the surgeon widens the canal (Fig. 3) [6-8].

Both the physical examination and imaging stu-dies (X-rays and MRI) are important in planning the surgical treatment of a patient with degenerative scolio-sis. In multilevel pedicle screw insertion, the ab-normal curvature may be corrected intraoperatively by derotation and distraction. Decompression of the spinal canal is only performed if spinal canal stenosis is symptomatic and confirmed by an MRI scan. If the spinal canal is wide and the patient reports radicular pain during sitting and walking which disappears in the lying position when the spine is unloaded, then pedicle screw insertion is performed without recess decompression.



Ryc. 3. W MR widoczna przepuklina k.m L<sub>5</sub>-S<sub>1</sub> z zajęciem zachyłka lewego (a,b), chora operowana metodą ALIF, wycięcie k.m. L<sub>5</sub>-S<sub>1</sub> z dostępu przedniego i usztywnienie wszczepem, w MR pooperacyjnym, widoczne zachowanie wysokości przestrzeni międzytrzonowej (c), nerwy rdzeniowe nie uciśnięte (d)

Fig. 3. MRI showing L<sub>5</sub>-S<sub>1</sub> disc prolapse with lateral recess stenosis (a,b), patient underwent ALIF procedure comprising discectomy from an anterior approach and cage interbody fusion; postoperative MRI showing intervertebral height preserved (c), no spinal nerve compression (d)

nału kręgowego potwierdzonego badaniem obrazowym MR. Jeżeli kanał kręgowy jest szeroki, a chory manifestuje bóle korzeniowe podczas siedzenia i chodzenia, które ustępujące w pozycji leżącej, gdy kręgosłup jest odciążony wówczas wykonujemy stabilizację bez dekomprezji zachyłków korzeniowych.

## MATERIAL I METODA

Analizie poddano historie chorób pacjentów operowanych przez jeden zespół chirurgów w Oddziale Neuroortopedii STOCER w roku 2014 i 2015 z powodu choroby zwydrodniowej odcinka lędźwiowego kręgosłupa. Wykluczono chorych leczonych z powodu urazów i procesów nowotworowych. Operacje wykonano u 601 chorych w wieku od 20 do 87 lat, (śr. 55,8). Najczęstszym wskazaniem do leczenia chirurgicznego była przepuklina krążka międzykręgowego. Drugą co do liczby grupę stanowili cho-

## MATERIAL AND METHOD

We analysed the histories of patients operated on by one group of surgeons in the Neuroorthopaedic Department of "STOCER" in 2014 and 2015 due to degenerative disease of the lumbar spine. Patients treated due to injury or tumour were excluded. Surgeries were performed for 601 patients aged from 20 to 87 years (mean 55.8). The most frequent indication for operation was disc herniation, followed by spondylolisthesis (Tab. 1). Out of the cohort, patients who had undergone a revision surgery were selected for the

Tab. 1. Wskazania do operacji w badanej grupie chorych

Tab. 1. Indications for surgery in the study group

Jednostka chorobowa/ Disease	Liczba chorych/ Number of patients	Płeć K / M / Sex F/M
Przepukлина krążka międzykręgowego/ Disc herniation	285	136 / 149
Kręgozmyk/ Spondylolisthesis	207	114 / 93
Stenoza/ Stenosis	105	53 / 52
Niestabilność/ Instability	30	23 / 7
Deformacja skoliotyczna zwyrodnieniowa/ Degenerative lumbar scoliosis	18	13 / 5
Razem / Total	601	314 / 287

Tab. 2. Wskazania do reoperacji u chorych operowanych uprzednio w innym ośrodku

Tab. 2. Indications for revision surgery in patients previously operated on at another centre

Przyczyna reoperacji w grupie A/ Reason for revision surgery in group A	Liczba chorych/ Number of patients
Nawrotowa przepukлина / Recurrent disc herniation	32
Niedostateczne odبارczenie / Inadequate decompression	10
Niestabilność pooperacyjna / Postoperative instability	4
Niewłaściwa metoda operacji / Inappropriate surgical technique	12
Choroba segmentu sąsiedniego / Adjacent segment disease	1
Obluzowanie śrub / Screw loosening	1
Razem/ Total	60

Tab. 3. Wskazania do reoperacji u chorych operowanych w naszym ośrodku

Tab. 3. Indications for revision surgery in patients previously operated on at our centre

Przyczyna reoperacji w grupie B/ Reason for revision surgery in group B	Liczba chorych/ Number of patients
Nawrotowa przepukлина/ Recurrent disc herniation	9
Choroba segmentu sąsiedniego/ Adjacent segment disease	17
Obluzowanie śrub/ Screw loosening	8
Złamanie śrub/ Screw breakage	4
Przemieszczenie wszczepu w met. ALIF/ Cage displacement following ALIF surgery	1
Nieprawidłowe wprowadzenie śrub/ Incorrect screw insertion	3
Niestabilność pooperacyjna/ Postoperative instability	1
Niedostateczne odbarczenie/ Inadequate decompression	4
Razem/ Total	47

rzy operowani z powodu kręgozmyku (Tab. 1). Z całej grupy wybrano chorych, którzy byli operowani po raz kolejny i podzielono na 2 grupy: A (60) chorzy operowani wcześniej w innym ośrodku, B (47) chorzy operowani uprzednio w naszym ośrodku (Tab.

study and divided into two groups: group A (60) of patients previously operated on in another centre and group B (47) of patients previously operated on in "STOCER" (Tab. 2 and 3). The reasons for the revision surgery were compared between the two groups.

Tab. 4. Przyczyny reoperacji związane z zastosowaniem stabilizatorów

Tab. 4. Reasons for revision surgery associated with the use of implants

Powiklania związane z zastosowaniem stabilizatorów/ Complications associated with use of implants	Liczba chorych/ Number of patients
Choroba segmentu sąsiedniego/ Adjacent segment disease	17
Złamanie śrub/ Screw breakage	4
Obluzowanie śrub/ Screw loosening	9
Przemieszczenie wszczepu w met ALIF/ Cage displacement following ALIF surgery	1
Nieprawidłowe wprowadzenie śrub/ Incorrect screw insertion	3
Razem / Total	34

Tab. 5. Przyczyny reoperacji nie związane ze stabilizacją

Tab. 5. Reasons for revision surgery not associated with the use of implants

Powiklania niezależne od stabilizacji/ Complications not associated with use of implants	Liczba chorych/ Number of patients
Nawrotowa przepukлина/ Recurrent disc herniation	41
Niedostateczne odbarczenie/ Inadequate decompression	14
Niestabilność pooperacyjna/ Postoperative instability	5
Niewłaściwy dobór techniki operacyjnej/ Inappropriate surgery technique	12
Razem/ Total	72

2, 3). W obu grupach porównano przyczyny reoperacji. Przeanalizowano również przyczyny reoperacji u chorych z zastosowanym stabilizatorem w celu usztywnienia operowanego segmentu oraz u chorych u których nie wykonywano usztywnienia (Tab. 4, 5).

## WYNIKI

W grupie A reoperacje w większości przypadków były wykonane z powodu nawrotowej przepukliny i niedostatecznego odbarczenia, a w grupie B najwięcej reoperacji związanych było z zastosowaniem stabilizacji (Tab. 2, 3). Powiklania mające związek z zastosowaniem stabilizatorów wystąpiły w 34 przypadkach, z czego 50% reoperacji wykonanych było z powodu choroby segmentu sąsiedniego po usztywnieniu kręgosłupa (Tab. 4). W 3 przypadkach śruby były nie prawidłowo wprowadzone i przechodziły przez zuchyłek boczny kanału kręgowego powodując ból korzeniowy, ale bez ubytków neurologicznych. Zmiana położenia śrub przyniosła całkowitą remisję dolegliwości. W badanym materiale nawrotowa przepuklina i niedostatecznego odbarczenia było przyczyną reoperacji aż u 55 chorych co stanowi 51% chorych reoperowanych (Tab. 5).

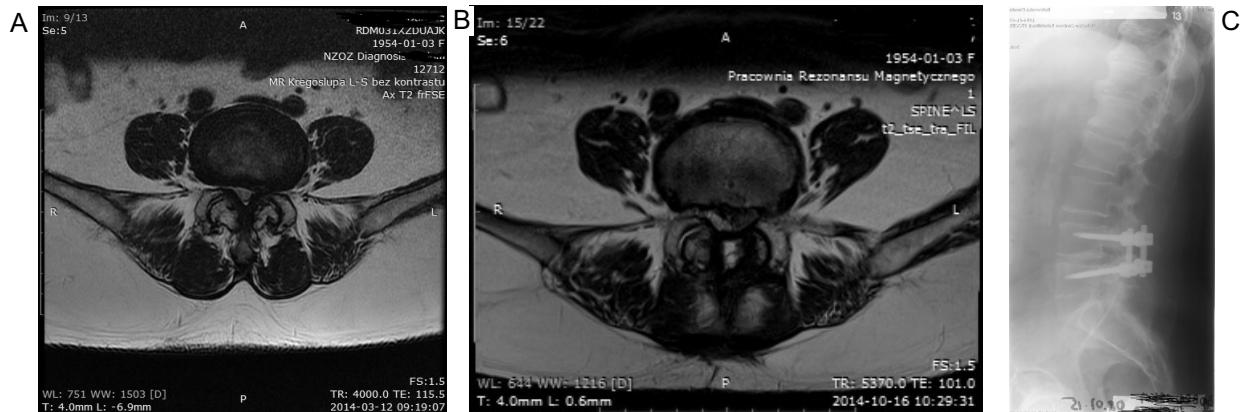
Najczęstszą przyczyną niepowodzenia w leczeniu chirurgicznym były nawrotowe przepukliny krążka

Moreover, the reasons for reoperation were also analysed for patients with and without implants (Tab. 4 and 5).

## RESULTS

In Group A, revision surgery was performed in most cases due to recurrent disc herniation and inadequate decompression, while in Group B most revision surgeries were associated with the use of implants (Tab. 2 and 3). Implant-related complications were found in 34 patients, of who 50% were reoperated due to a post-operative lesion of an adjacent segment (Tab. 4). In 3 cases, the screws had been inserted incorrectly and they traversed the lateral recess of the spinal canal causing radicular pain, however, without neurologic deficits. Repositioning of the screws resulted in complete remission of the symptoms. In the study group, revision surgery was performed due to recurrent disc herniation or inadequate decompression in as many as 55 patients, i.e. 51% of the patients reoperated (Tab. 5).

The most frequent reason for failure of surgery for degenerative disease of the lumbar spine was recurrent disc herniation. Postoperative instability was



Ryc. 4. MR przedoperacyjne przedstawia stenozę L<sub>4</sub>-L<sub>5</sub> na skutek przerośnięcia wyrostków stawowych, więzadła żółtego i przeplukiny k. m. (a), MR po operacji częściowej lamektonii L<sub>4</sub>, widoczna przepuklina k. m. lewostronna i stenoza (b); RTG po reoperacji hemilamektonii lewostronnej, usunięciu k. m. stabilizacji przeznasadowej oraz artrodezie międzytrzonowej (c)

Fig. 4. Preoperative MRI scan demonstrating L<sub>4</sub>-L<sub>5</sub> stenosis secondary to facet arthrosis, ligamentum flavum hypertrophy and disc prolapse (a). MRI scan after partial L<sub>4</sub> laminectomy demonstrating recurrent disc prolapse and stenosis (b). X-ray after revision surgery (left hemilaminectomy, discectomy, intervertebral arthrodesis and pedicle screw insertion) (c)



Ryc. 5. Chory z utrzymującym się chromaniem neurogennym po operacji implantacji dystraktora międzykolcowego L<sub>3</sub>-L<sub>4</sub>. MR pooperacyjne uwidoczyliły wąski kanał kręgowy na poziomie L<sub>3</sub>-L<sub>4</sub> (a). Chory reoperowany:laminotomia i facetekomia obustronna, artrodeza kostna międzytrzonowa i stabilizacja przeznasadowa L<sub>3</sub>-L<sub>4</sub>. W MR po reoperacji widoczne poszerzenie kanału kręgowego (b).

Fig. 5. Patient with persistent neurogenic claudication and lower limb numbness after interspinous device placement at L<sub>3</sub>-L<sub>4</sub>. Postoperative MRI showing lumbar stenosis L<sub>3</sub>-L<sub>4</sub> (a). Patient underwent revision surgery comprising bilateral laminotomy, facetectomy, discectomy, interbody arthrodesis and pedicle screw insertion at L<sub>3</sub>-L<sub>4</sub>. Postreoperative MRI scan showing widening of spinal canal (b)

miedzykręgowego. Pooperacyjną niestabilność stwierdzono u 3 chorych po rozległej lamektonii, bez zastosowania stabilizacji przeznasadowej, w tym u jednego chorego rozwiniął się jatrogenny kręgozmyk (Ryc. 1). Kolejną przyczyną niepowodzenia w leczeniu był nieodpowiedni dobór techniki operacyjnej do istniejącego schorzenia. Zastosowanie dystraktorów międzykolcowych w stenozie bez odbarczenia kanału kręgowego: 5 chorych; zastosowanie dystraktorów w niestabilnościach i kręgozmyku: 2 chorych (Ryc. 5); cementoplastyka bez odbarczania kanału kręgowego: 2 chorych; operacja kręgozmyku bez stabilizacji: 2 ch-

found in 3 patients after extensive laminectomy without pedicle screw insertion; one of them developed iatrogenic spondylolisthesis (Fig. 1). A further reason for failure of treatment was the choice of an inappropriate surgical technique for the condition. Use of devices for intervertebral assisted motion (DIAM) in stenosis without decompression of the spinal canal was the reason in 5 patients, use of DIAM in instability and spondylolisthesis was found in 2 patients (Fig. 5), cementoplasty without decompression of the spinal canal had been carried out in 2 patients, surgery for spondylolisthesis without pedicle screw

rych, operacja kręgozmyku ze stabilizacją, ale bez wykonanej artrodezy międzytrzonowej: 1 chory.

## DYSKUSJA

Dekompresja w kręgozmyku i stenozie była standardowym leczeniem chirurgicznym [9,10] do czasu ukazania się kilku przelomowych artykułów sugerujących, przewagę dekomprezji wraz z usztywnieniem [11-13]. Sato i wsp. przedstawiają w swojej pracy, że wskaźnik reoperacji kręgozmyków zwyrodnieniowych jest istotnie wyższy po laminotomii niż w przypadku dekomprezji z usztywnieniem 33.8% vs. 14.4% [14]. Niemniej jednak usztywnienie kręgosłupa nie jest doskonałym leczeniem ponieważ towarzyszy ryzyko zwyrodnienia segmentu sąsiadniego lub niestabilność [15-18]. Santiago-Dieppa i wsp. w pracy retrospektywnej oceniającej odległe wyniki artrodezy odcinka lędźwiowego kręgosłupa bez stabilizacji podają, że w 18,35% przypadków wystąpiła choroba segmentu sąsiadniego [19].

Jak przedstawiono w pracy w naszym ośrodku przeważały reoperacje związane z usztywnieniem. Stosowanie śrub przeznasadowych w wielu przypadkach jest konieczne, a skutki usztywnienia kręgosłupa i konieczność kolejnej operacji z tego powodu są niezależne od chirurga.

Stenoza lędźwiowa najczęściej dotyczy osób starszych, u których współistnieją inne schorzenia, dla tego dekomprezja kanału (np. laminektomia, laminotomia) obciążona jest większym ryzykiem powikłań [20]. U osób po 50 roku życia w celu zmniejszenia inwazyjności operacji wprowadzono wszczepy międzykolcowe jako metodę alternatywną w leczeniu stenozy. Wkładane są one pomiędzy wyrostki kolczyste przez co mechanicznie ograniczają wyrostek lędźwi i zwiększą zgięcie powodując poszerzenie kanału kręgowego i otworów międzykręgowych [21]. Pośrednia dekomprezja kanału z użyciem wszczepów międzykolcowych ma na celu zmniejszenie objawów chromania neurogennego.

Analiza retrospektywna Patil i wsp. wykazała, że wskaźnik reoperacji po zastosowaniu wszczepów międzykolcowych w stenozie po 18 miesiącach wynosił 22,1%. Najczęstszym typem reoperacji była laminektomia (12,1%), włożenie nowego wszczepu międzykocowego (10,4%), rewizja usztywnienia międzytrzonowego (6,0%), ponowne usztywnienie międzytrzonowe (3,6%). Porównano wyniki operacji dwóch grup pacjentów: po laminektomii i po zastosowaniu wszczepów międzykolcowych rok po operacji. Wskaźnik reoperacji był istotnie wyższy w grupie z zastosowaniem wszczepów międzykolcowych

insertion had been performed in 2 patients and surgery for spondylolisthesis without intervertebral arthrodesis had been conducted in 1 patient.

## DISCUSSION

Decompression used to be standard surgical treatment [9,10] for spondylolisthesis and stenosis until several breakthrough papers suggested superiority of decompression with pedicle screw insertion [11-13]. Sato et al. found that the rate of revision surgeries in degenerative spondylolisthesis was significantly higher after laminotomy than after decompression with pedicle screw insertion, the proportions being 33.8% vs. 14.4% [14]. Nevertheless, pedicle screw insertion is not a perfect therapy, since it is associated with a risk of degenerative lesions in adjacent segments or instability [15-18]. Santiago-Dieppai et al., in their retrospective study evaluating long-term outcomes after non-instrumented lumbar arthrodesis, revealed that disease of an adjacent segment developed in 18.35% of the patients [19].

In "STOCER", the majority of revision surgeries were associated with arthrodesis. Pedicle screw insertion is necessary in many cases and the effects as well as the necessity of revision surgery do not depend on the surgeon.

Lumbar stenosis is predominantly diagnosed in elderly patients with co-morbidities; hence, decompression of the spinal canal (e.g. laminectomy, laminotomy) is associated with a higher risk of complications [20]. Interspinous device placement was introduced as a less invasive alternative for therapy of stenosis in patients above 50 years of age. Such devices are placed between the spinous processes so they mechanically limit extension of the lumbar spine and increase flexion, thus widening the spinal canal and intervertebral foramina [21]. Indirect decompression using an interspinous device aims to reduce the symptoms of neurogenic claudication.

A retrospective analysis by Patil et al. showed that the proportion of revision surgeries after interspinous device placement in stenosis was 22.1% after 18 months. The most frequent reason for revision surgery was laminectomy (12.1%), followed by insertion of a new interspinous device (10.4%), revision of intervertebral arthrodesis (6.0%) and new intervertebral arthrodesis (3.6%). The surgery outcomes of two groups of patients, those after laminectomy and after interspinous device placement, were compared at one year after the surgery. The rate of revision surgeries was significantly higher in those who had received interspinous devices compared to the laminectomy group (12.6% vs. 5.8%) [22]. For

w porównaniu z grupą chorych, u których wykonano laminektomię (12,6% vs. 5,8%) [22]. Wskaźnik reoperacji dla wszczepów międzykolcowych wynosi od 4,6%, aż do 85%, w badaniach z długim okresem obserwacji [20,23,24,25].

Ze względu na podawany w piśmiennictwie wysoki wskaźnik reoperacji po zastosowaniu wszczepów międzykolcowych w leczeniu stenozy, w pracy przyjęliśmy to za niewłaściwy dobór metody operacyjnej. Jak przedstawiono na Ryc. 5, kanał kręgowy po operacji stenozy – bez odbarczenia – pozostał wąski, a chorzy nadal zgłaszały dolegliwości, jak przed operacją.

Przepuklina k. m. jest najczęstszym wskazaniem do leczenia chirurgicznego odcinka lędźwiowego kręgosłupa, a wskaźnik reoperacji wynosi od 4% do 24%, w badaniach Kim po 5 latach wynosił 13,4% [26]. Najczęstszym powikłaniem po operacji przepukliny k. m. jest jej nawrót co potwierdzone zostało w naszym materiale klinicznym i zgodne jest z pracą Cheng [27,28]. Shamji w pracy przedstawił, że wskaźnik reoperacji z powodu narotowej porzepukliny jest istotnie niższy po wycięciu k. m niż w przypadku usunięcia tylko sekwestru [29]. Odmienne wyniki w niepowodzeniu leczenia przepukliny podaje Śmigiel i wsp. gdzie w badanej grupie 51 chorych reoperowanych przeważały reoperacje z powodu niestabilności [30].

## WNIOSKI

1. Leczenie chirurgiczne chorych ze stenozą powinno obejmować pełne odbarczenie korzeni w kanale kręgowym i w zachylkach, a prewencją przed nawrotową przepukliną powinno być doszczelne wycięcie krążka międzykręgowego
2. Rozległe odbarczenie z facetektonią wymaga stabilizacji przeznasadowej i artrodezy międzytrzonowej
3. Dystraktory międzykolcowe stosowane w chirurgii kręgosłupa w leczeniu stenozy nie zawsze przynoszą oczekiwany rezultat
4. W celu zmniejszenia liczby chorych reoperowanych ważne jest dokładne badanie kliniczne, szczególna analiza badań obrazowych i wybór odpowiedniej techniki operacyjnej.

## PIŚMIENICTWO / REFERENCES

1. Kiwerski JE. Choroba dyskowa dolnego odcinka kręgosłupa lędźwiowego u osób młodych. Post Rehab 2011; 1: 19-22.
2. Atlas SJ, Dellito A. Spinal stenosis: surgical versus nonsurgical treatment. ClinOrthopRelat Res 2006; 443: 198-207.
3. Sobański D, Strohm W, Kolasa P. Ocena leczenia operacyjnego pacjentów ze stenozą zwyrodnieniową w odcinku lędźwiowym metodą hemilaminektomii. AktualnNeurol 2014; 14(1): 70-4.
4. Extraforaminal lumbar interbody fusion for the treatment of isthmic spondylolisthesis.Baek OK, LeeSH. J Spinal Disord Tech 2009; 22(3): 219-27.

interspinous device placement, the reoperation rate ranges from 4.6% to as much as 85% in studies with long-term follow-up [20,23,24,25].

In view of the high rate of revision surgeries after interspinous device placement in therapy of stenosis quoted in the literature, the present authors considered it an inappropriate surgical technique. As illustrated in Fig. 5, after surgery for stenosis without decompression the spinal canal remained narrow and the patients continued to experience the same symptoms as before the operation.

Intervertebral disc herniation is the most frequent indication for surgical treatment of the lumbar spine and the rate of revision surgeries ranges from 4% to 24%. In Kim's study it was 13.4% at five years post surgery [26]. The most common complication after surgery for disc herniation is recurrence of the condition, as confirmed by the results of this study and that of Cheng [27,28]. Shamji found that the proportion of revision surgeries due to recurrent disc herniation was significantly lower when the intervertebral disc was resected (conventional discectomy) than when only a sequestrum was removed (sequestrectomy) [29]. Different results concerning failure of disc herniation therapy were presented by Śmigiel et al., the most common reason for revision surgery in their study of a group of 51 patients being instability [30].

## CONCLUSIONS

1. Surgical for spinal canal stenosis should include complete decompression of roots in the spinal canal and recesses and resection of the entire intervertebral disc to prevent recurrence of disc herniation.
2. Extensive decompression with facetectomy requires pedicle screw insertion and intervertebral arthrodesis.
3. Interspinous device placement used in spinal surgery for treatment of stenosis does not always produce the expected result.
4. To reduce the rate of revision surgeries, it is important to perform a careful physical examination and a detailed analysis of the results of imaging studies and choose an appropriate surgical technique.

5. Recoules-Arche D, Alcaix D. Extraforaminal Lumbar Interbody Fusion (ELIF) (30 degenerative lumbar dislocations, 1 year follow-up.) (French) *Rachis*. 2004; 16: 3.
6. Rao PJ, Maharaj MM, Phan K, Abeygunasekara ML, Mobbs RJ. Indirect foraminal decompression after lumbar interbody Fusion: a prospective radiographic study using a new pedicle-to-pedicle technique. *Spine J* 2015; 15: 817-24.
7. Mobbs RJ, Loganathan A, Yeung V, Rao PJ. Indications for anterior lumbar fusion. *OrtopSurg* 2013; 5: 153-63.
8. Hsieh PC, Koski TR, O'Shaughnessy BA, et al. Anterior lumbar interbody fusion in comparison with transforaminal lumbar interbody fusion: implications for the restoration of foraminal height, local disc angle, lumbar lordosis, and sagittal balance. *J Neurosurg Spine* 2007; 7: 379-86.
9. Macnab I. Spodyolisthesis with an intact neural arch; the so-called pseudo-spondylolisthesis. *J Bone Joint Surg Br* 1950; 32-B: 325-33.
10. Fitzgerald JAW, Newman PH. Degenerative lumbar spondylolisthesis. *J Bone Joint Surg Br* 1976; 58-B: 184-92.
11. Herkowitz HN, Kurz LT. Degenerative lumbar spondylolisthesis with spinal stenosis. Aprospective study comparing decompression with decompression and intertransverse process arthrodesis. *J Bone Joint Surg Am* 1991; 73: 802-8.
12. Fischgrund JS, Mackay M, Herkowitz HN, Brower R, Montgomery DM, Kurz LT. Volvo Award winner in clinical studies. Degenerative lumbar spondylolisthesis with spinal stenosis: a prospective, randomized study comparing decompressive laminectomy and arthrodesis with and without spinal instrumentation. *Spine* 1997; 22: 2807-12.
13. Weinstein JN, Lurie JD, Tosteson TD, et al. Surgical compared with nonoperative treatment for lumbar degenerative spondylolisthesis. Four year results in the Spine Patient Outcomes Research Trial (SPORT) randomized and observational cohorts. *J Bone Joint Surg Am* 2009; 91: 1295-304.
14. Sato S, Yagi M, Machida M et al. Reoperation rate and risk factors of elective spinal surgery for degenerative spondylolisthesis: minimum 5-year follow-up. *Spine Journal* 2015; 15(7): 1536-44.
15. Park P, Garton HJ, Gala VC, Hoff JT, McGillicuddy JE. Adjacent segment disease after lumbar or lumbosacral fusion: review of the literature. *Spine* 2005; 29: 1938-44.
16. Lee CS, Hwang CJ, Lee SW, Ahn YJ, Kim YT, Lee DH. Risk factors for adjacent segment disease after lumbar fusion. *Eur Spine J* 2009; 18: 1637-43.
17. Choi KC, Kim JS, Shim HK, Ahn Y, Lee SH. Changes in the adjacent segment 10 years after anterior lumbar interbody fusion for low-grade isthmic spondylolisthesis. *ClinOrthopRelat Res* 2014; 472(6): 1845-54.
18. Miwa T, Sakaura H, Yamashita T, Suzuki S, Ohwada T. Surgical outcomes of additional posterior lumbar interbody fusion for adjacent segment disease after single-level posterior lumbar interbody fusion. *Eur Spine J* 2013; 22(12): 2864-8.
19. Santiago-Dieppa D, Bydon M, Xu, R et al. Long-term outcomes after non-instrumented lumbar arthrodesis. *Journal of Clinical Neurosci* 2014; 21(8): 1393-7.
20. Epstein NE. A review of interspinous fusion devices: high complication, reoperation rates, and costs with poor outcomes. *SurgNeuroInt* 2012;3:7.
21. Linsey DP, Swanson KE, Fuchs P, Hsu KY, Zucherman JF, Yerby SA. The effects of an interspinous implant on the kinematics of the instrumented and adjacent levels in lumbar spine. *Spine* 2003; 28: 2192-7.
22. Patil CG, Sarmiento JM, Ugiliweneza B, et al. Interspinous device versus laminectomy for lumbar spinal stenosis: a comparative effectiveness study. *The Spine J* 2014; 14: 1484-92.
23. Sobottke R, Röllinghoff M, Siewe J, etal. Clinical outcomes and quality of life 1 year after open microsurgical decompression or implantation of an interspinous stand-alone spacer. *Minim Invasive Neurosurg* 2010; 53: 179-83.
24. Bowers C, Amini A, Dailey AT, Schmidt MH. Dynamic interspinous process stabilization: review of complications associated with the X-Stop device. *Neurosurgical Focus* 2010; 28(6): E8.
25. Brodke DS, Annis P, Lawrence BD, Woodbury AM, Daubs MD. Reoperation and revision rates of 3 surgical treatment methods for lumbar stenosis associated with degenerative scoliosis and spondylolisthesis. *Spine* 2013; 38(26): 2287-94.
26. Kim CH, Chung CK, Park CS, Choi B, Kim MJ, Park BJ. Reoperation rate after surgery for lumbar herniated intervertebral disc disease: nationwide cohort study. *Spine* 2013; 38(7): 581-90.
27. Cheng J, Wang H, Zheng W, et al. Reoperation after lumbar disc surgery in two hundred and seven patients. *Int Ortho* 2013; 37(8): 1511-7.
28. Lee JK, Amorosa L, Cho SK, Weidenbaum M, Kim Y. Recurrent lumbar disc herniation. *J Am AcadOrthop Surg* 2010; 18(6): 327-37.
29. Shamji MF, Bains I, Yong E, Sutherland G, Hurlbert RJ. Treatment of herniated lumbar disc by sequestrectomy or conventional discectomy. *World Neurosurg* 2014; 82(5): 879-83.
30. Śmigiel M, Doniec J, Koczy B, Nobis A, Komarek M. Wstępna ocena wyników leczenia operacyjnego chorych po niepowodzeniach discektomii w części lędźwiowej kręgosłupa. *ChirNarz Ruchu* 2006; 71(2): 123-6.

**Liczba słów/Word count:** 6607**Tabele/Tables:** 5**Ryciny/Figures:** 5**Piśmiennictwo/References:** 30

Adres do korespondencji / Address for correspondence

Alicja Baranowska

Mazowieckie Centrum Rehabilitacji, Oddział Neuroortopedii, ul. Wierzejewskiego 12,  
05-510 Konstancin Jeziorna, Polska, Tel: 22 7119020, e-mail: alicja.baranowska@onet.eu

Otrzymano / Received

09.03.2016 r.

Zaakceptowano / Accepted

22.04.2016 r.