

**Uniwersytet Medyczny
im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu
Wydział Lekarski I**

Lek. Zbigniew Brodziński

**Stabilizacja wewnętrzna połączenia lędźwiowo-krzyżowego
kręgosłupa z wykorzystaniem metody minimalnie inwazyjnej,
przezskórnej, osiowej-przedniej stabilizacji
międzytrzonowej-AxiaLIF**

Praca na stopień doktora nauk medycznych

Promotor: Prof. dr hab. med. Roman Jankowski

Katedra i Klinika Neurochirurgii i Neurotraumatologii
Uniwersytetu Medycznego
im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu

Poznań, 2019 rok

**Składam serdeczne podziękowanie:
Prof. dr. hab. med. Romanowi Jankowskiemu
za motywację, zaangażowanie i pomoc.**

Spis treści

1. Spis używanych skrótów.....	5
2. Wprowadzenie.....	6
3. Wstęp.....	8
3.1. Aspekt anatomiczny i biomechaniczny kręgosłupa.....	8
3.2. Choroba zwyrodnieniowa kręgosłupa.....	12
3.3. Leczenie spondylozy lędźwiowej.....	16
3.4. Techniki operacyjne stosowane w celu uzyskania zespolenia międzytrzonowego.....	21
3.5. Diagnostyka i kwalifikacja chorych do leczenia operacyjnego choroby zwyrodnieniowej.....	25
4. Założenia i cele pracy.....	27
4.1. Założenia pracy.....	27
4.2. Cele pracy.....	28
5. Materiał i metodyka badań.....	29
5.1. Materiał kliniczny.....	29
5.2. Metody badawcze w pierwszym etapie badań.....	29
5.3. Metody badawcze w drugim etapie badań.....	36
5.4. Metody analizy statystycznej.....	37
6. Wyniki badań.....	38
6.1. Wyniki przedoperacyjne.....	38
6.2. Opis metody operacyjnej.....	39
6.3. Wyniki pooperacyjne.....	53
7. Omówienie.....	59
8. Wnioski.....	64
9. Piśmiennictwo.....	65
10. Streszczenie.....	78
11. Summary.....	80

12. Spis tabel.....	82
13. Spis rycin.....	83
14. Załączniki.....	85
14.1. Skala bólu pleców i następnej Niepełnosprawności.....	85
14.2. Zgoda Komisji Bioetycznej.....	86

1. Spis używanych skrótów

ALIF – Anterior Lumbar Interbody Fusion

ASD – Adjacent Segment Disease

ASA – American Society of Anesthesiologists

ATP – Anterior To Psoas

Axia-LIF – Axial Lumbar Interbody Fusion

BMI – Body Mass Index

DDD – Degenerative Disc Disease

EMG – Electromyography

EZ – Elastic Zone

FBS – Failed Back Syndrome

ITF – Intertransverse Fusion

LLIF/XLIF/DLIF – Lateral/Extralateral/Direct Lumbar Interbody Fusion

Magerl-TSF – Translaminar Screw Fixation

MEP – Motor Evoked Potentials

MIS – Minimally Invasive Surgery

NA – Neutral Zone

OLBPDS – Oswestry Low Back Pain Disability Scale

OLIF – Oblique Lumbar Interbody Fusion

PLIF – Posterior Lumbar Interbody Fusion

PI – Pelvic Incidence

PT – Pelvic Tilt

ROM – Range of Motion

SEP – Sensory Evoked Potentials

SS – Sacral Slope

TFSF – Facet Joint Screw Fixation

TLIF – Transforaminal Lumbar Interbody Fusion

TSF – Transpedicular Screw Fixation

VAS – Visual Analogue Scale

2. Wprowadzenie

Połączenie lędźwiowo-krzyżowe należy do najbardziej obciążonych i ruchomych odcinków kręgosłupa u człowieka. Związane to jest z postawą wyprostną oraz z charakterem czynności wykonywanych w życiu codziennym. Uszkodzenia połączenia lędźwiowo-krzyżowego występują najczęściej z powodu choroby zwyrodnieniowej kręgosłupa. Znacznie rzadziej prowadzą do nich urazy, nowotwory, choroby zapalne, osteoporoza i wady wrodzone kręgosłupa. Niezależnie od etiopatogenezy skutki uszkodzenia kręgosłupa są podobne. Powstaje zmienione, przymusowe ustawienie kręgosłupa, niestabilność, przemieszczenie kręgow, ucisk na korzenie nerwowe i naczynia krwionośne. Zmiany te powodują objawy subiektywne (np. ból) i obiektywne (ubytkowe objawy neurologiczne). O ile rozwój technik obrazowania (tomografii komputerowej – TK, rezonansu magnetycznego – MR) w znacznym stopniu poprawił możliwość rozpoznania, ocenę umiejscowienia rozległości uszkodzeń struktur nerwowych oraz kostnych i więzadłowych kręgosłupa, o tyle możliwość ich naprawy nadal stwarza wiele problemów. W zależności od rodzaju uszkodzenia i zaawansowania choroby stosowane jest leczenie zachowawcze lub operacyjne.

Założenia

leczenia operacyjnego uszkodzeń kręgosłupa, według zasad współczesnej neuroortopedii, powinny spełniać trzy podstawowe wymogi. Pierwszym jest zapewnienie optymalnych warunków dla przywrócenia czynności rdzenia kręgowego i korzeni nerwowych poprzez uwolnienie z ucisku struktur nerwowych i naczyniowych kanału kręgowego. Następnym – przywrócenie prawidłowych stosunków anatomicznych kręgosłupa: nastawienie przemieszczenia, odtworzenie wysokości trzonu kręgowego i fizjologicznych krzywizn kręgosłupa. Takie postępowanie przywraca prawidłowe wymiary kanału kręgowego. Natomiast zapewnienie stabilności w uszkodzonych segmentach ruchowych kręgosłupa umożliwia dokonanie zrostu kostnego w miejscu uszkodzenia.

W ostatnich latach zapewnienie stabilności kręgosłupa poprzez uzyskanie spondylodezy jest przedmiotem dyskusji. Jako alternatywne działanie zaproponowano stabilizację dynamiczną kręgosłupa, której celem jest zapewnienie ruchomości w segmentach kręgosłupa, które wykazują największy zakres mobilności.

W wielu przypadkach właściwy sposób postępowania operacyjnego jest warunkiem „sine qua non” podjęcia wczesnej aktywnej rehabilitacji ruchowej i psychospołecznej, mającej na celu odzyskanie samodzielności w czynnościach życia codziennego, powrót do aktywnego życia społecznego i podjęcia pracy zawodowej.

W ostatnich latach postęp w leczeniu operacyjnym osiągnięty został dzięki nie tylko rozwojowi nowoczesnych technik neuroobrazowania, ale również neuroanestezjologii i wdrożeniu różnych dojsć oraz sposobów operacyjnych. Wprowadzenie nowego typu instrumentarium do wewnętrznej stabilizacji kręgosłupa stało się przełomowym wydarzeniem w leczeniu operacyjnym chorób kręgosłupa powodujących jego niestabilność. Wybór oszczędnej metody leczenia operacyjnego kręgosłupa ma szczególne znaczenie, tym bardziej, że istnieje wiele różnych technik operacyjnych oraz sposobów zespożeń i stabilizacji kręgosłupa. Od rodzaju operacji zależy jej powodzenie. Wykorzystywane są różne sposoby operacyjne obejmujące dostępy tylny, tylnoboczny, boczny, przedni jak i połączenie tych dojsć w operacje dwuetapowe. Liczne dojsćia operacyjne do kręgosłupa w odcinku lędźwiowo-krzyżowym świadczą, że nie istnieje jednolity sposób postępowania. Operacje oszczędne w chirurgii kręgosłupa o minimalnym stopniu inwazyjności (MIS) zyskują coraz większą popularność.

Różnorodność zaproponowanych systemów implantów do stabilizacji kręgosłupa spowodowana jest złożoną budową kręgosłupa, specyficznym charakterem obciążeń, które oddziałują na kręgosłup, jak również umiejscowieniem i rozległością procesu chorobowego. W celu zapewnienia stabilności kręgosłupa w odcinku lędźwiowo-krzyżowym w schorzeniach przebiegających ze zniszczeniem krążków międzykręgowych, aparatu stawowo-więzadłowego lub przemieszczeniem trzonów kręgow, zostały przystosowane systemy stabilizacyjne skonstruowane wcześniej z myślą o leczeniu skolioz, urazów, procesów zapalnych, a także opracowano nowe. Wieloletnie wysiłki doskonalenia metod stabilizacji wewnętrznej kręgosłupa doprowadziły do zwiększenia wytrzymałości implantów, co również zapewniło wytworzenie bardziej trwałego zrostu kostnego w miejscu uszkodzenia.

Inne kierunki dalszego rozwoju systemów stabilizacyjnych kręgosłupa polegają na wykorzystaniu implantów zapewniających zachowanie ruchomości w wybranych segmentach kręgosłupa, materiałów lepiej tolerowanych przez organizm człowieka, wprowadzenie implantów biodegradalnych.

3. Wstęp

3.1. Aspekt anatomiczny i biomechaniczny kręgosłupa

Historia wiedzy o kręgosłupie i rdzeniu kręgowym zaczyna się w starożytnym Egipcie. W czasach predynastycznych (3500 – 3000 p.n.e.) „djet” było symbolem boskości wywodząc się prawdopodobnie od panującego o imieniu Djet. Od Starego Królestwa (2650 – 2150 p.n.e.) „djet” stało się symbolem stabilności, wytrzymałości i czasu trwania. W tym znaczeniu było wykorzystywane w postaci hieroglifu. Kolumna „djet” po raz pierwszy została użyta do opisanego kręgosłupa ok. 1550 r. p.n.e. Djet było symbolem boga Ozyrysa i wybrano je do przedstawiania kręgosłupa. Djet malowano na dnie sarkofagu, gdzie znajdował się kręgosłup mumii. Stało się symbolem hieroglificznym w ikonografii kręgosłupa służąc do przedstawiania kręgow i rdzenia kręgowego [96, 199].

Hipokrates (4 w. p.n.e.), pozostawił rozległą wiedzę o anatomii kręgosłupa. Wyróżnił 3 grupy kręgow. Pierwsza obejmowała kręgi powyżej poziomu obojczyków. Wyrostek zębowy obratnika oraz atlas również należy do tej grupy. Druga – nazywana odcinkiem piersiowym kręgosłupa – zawiera 12 kręgow, które są połączone stawami z żebrami. Trzecią grupę stanowiło 5 kręgow pomiędzy klatką piersiową i miednicą (odcinek zwany „koneon”, tj. pusty, ponieważ w tym odcinku za wyjątkiem kręgow lędźwiowych nie ma innych kości). Hipokrates nie opisuje kręgow krzyżowych i guzicznych jako części kręgosłupa. Pisze, że kręgi mają różne wielkości. Każdy krąg posiada wyrostek tylny („apophysis” – wyrostek kostny) z nasadą „epiphysis” chrzęstną. Wiązadła odchodzą od tych nasad ku tyłowi. Kręgi są połączone ze sobą poprzez śluzowe i wiązadłowe zrosty i otoczone mięśniami. Hipokrates opisuje również krzywizny kręgosłupa. Celem przedstawienia przebiegu krzywizn kręgosłupa używa terminu „ithiscolios”, który wskazuje, że kręgosłup jest prosty w płaszczyźnie wieńcowej a wykrzywiony w strzałkowej. Kość krzyżowa tworzy łuk skierowany ku tyłowi formując jamę, w której są zaczepione pęcherz moczowy, narządy rozrodcze i odbytu. Lordozy kręgosłupa lędźwiowego oraz szyjnego są cechą prawidłową. Według niego głównym zadaniem kręgosłupa jest utrzymanie pozycji wyprostnej i formowanie ludzkiego ciała. [163, 199].

Galen z Pergamonu (131 n.e. do 201 n.e.), kolejny po Hipokratesie wybitny grecki lekarz używał określeń „kyphosis”, „lordosis”, „skoliosis”. Prawidłowo opisał wiele cech anatomicznych, fizjologicznych kręgosłupa i rdzenia kręgowego. Jego prace pozostawały wyjątkowo gruntownym i sumiennym opracowaniem dotyczącym kręgosłupa aż do XVI

wieku [62, 116, 199].

W średniowieczu na pracach Galena opierał się Ibn Sina, znany w Europie jako Avicenna (980 – 1037), najślynniejszy lekarz i filozof arabski. Avicenna, przedstawia w swoim traktacie „Al-Qanun fi al-Tibb” (Kanon Medycyny) ówczesną wiedzę o anatomii oraz mechanice kręgosłupa i rdzenia kręgowego [130]. W rozdziale 6 Kanonu zatytułowanym „Czynności kręgosłupa” na uwagę zasługują spostrzeżenia, że kręgosłup chroni narządy znajdujące się w jego sąsiedztwie. To dlatego posiada kostne wstępy i kolce. Kręgosłup jest jak oś w karecie, bo tworzy główną strukturę szkieletu ciała. U ludzi kręgosłup jest potężną oraz niezmienną się podporą umożliwiającą stanie i zginanie ciała na boki. Plecy są zbudowane z kręgów pozwalających na te ruchy. Połączenia między kręgami nie są ani luźne ani zbyt sztywne, co zapobiega tworzeniu „prostego pnia”.

Do

początku rozwoju współczesnej wiedzy o kręgosłupie przyczynił się rozwój mechaniki klasycznej i znajomość anatomii. Borelli w XVII w. zapoczątkował rozwój biomechaniki kręgosłupa. Podstawowym warunkiem odpowiedzialnym za ochronę i prawidłowy układ zapewniający niezmienną elementów nerwowych i naczyniowych oraz ich wzajemne relacje jest stabilność kręgosłupa. Stabilnością kręgosłupa nazywamy zespół cech anatomicznych, biomechanicznych i fizykochemicznych, które stanowią o jego trwałości, odporności na zmiany. Pełne osiągnięcie stabilności kręgosłupa następuje około czternastego roku życia, gdy układ kostno-stawowo-więzadłowy kręgosłupa zostaje ostatecznie wykształcony, zapewniając stan określonej stałości i dynamicznej równowagi, pozwalającej na reagowanie małymi zmianami na zachowanie układu kostno-stawowo-więzadłowego kręgosłupa w odpowiedzi na niewielkie obciążenia [42, 104, 185].

Do czynników anatomicznych należą odpowiednia budowa i ukształtowanie kręgów, które w odcinku lędźwiowym są masywniejsze od kręgów szyjnych i piersiowych. W odcinku lędźwiowym wysokości kręgów są prawie jednakowe w częściach przedniej i tylnej, poza kręgiem piątym, który od przodu jest wyższy. Specyficzna budowa kręgów warunkuje maksymalną wytrzymałość na obciążenia. Badania Belle i Messera wykazały bardzo dużą wytrzymałość kręgów lędźwiowych na siły ściskające. W części lędźwiowej wytrzymałość na siły ściskające jest największa i wynosi na poziomie kręgu L1 6000 N, a na poziomach kręgów L4 i L5 8000 N [187].

Łuki kręgów lędźwiowych, chociaż węższe u nasady, dalej rozszerzają się i tworzą mocne obramowanie kanału kręgowego. W tym odcinku kanał kręgowy jest najszerszy, w przekroju zbliżony do trójkąta, co jest konieczne ze względu na ogon koński i dużą

ruchomość tej części kręgosłupa. Ważne dla stabilności jest ustawienie wyrostków stawowych, które w odcinku lędźwiowym znajdują się w płaszczyźnie strzałkowej. Więzadło podłużne przednie poszerza się ku dołowi i w części lędźwiowej staje się grubsze. Więzadło podłużne tylne jest mocniejsze w części lędźwiowej niż piersiowej, rozszerza się na krążkach międzykręgowych, a zwęża na trzonach kręgów. Więzadło żółte znajduje się między łukami kręgów dopełniając zamknięcia kanału kręgowego, a przez swoją niezwykłą sprężystość jest bardzo istotne w biomechanice kręgosłupa. Więzadła nadkolcowe, międzykolcowe, międzypoprzeczne są najlepiej rozbudowane w odcinku lędźwiowym. Więzadła wpływają na zachowanie krzywizn kręgosłupa [42, 187].

Pod względem biomechanicznym kręgosłup został podzielony na jednostki ruchowe (segmenty). Pojęcie segmentu ruchowego wprowadził Schmorl i Junghanns – 1997 [165]. Jednostka ruchowa kręgosłupa składa się z dwóch sąsiednich kręgów, krążka międzykręgowego i stawów międzykręgowych, wzmocnionych przez system więzadeł: podłużne przednie, podłużne tylne, międzypoprzeczne, żółte, międzykolcowe i nadkolcowe. Rolę wspomagającą odgrywają mięśnie grzbietu, mające swoje przyczepy w segmentach ruchowych kręgosłupa. Na biomechanikę kręgosłupa wpływają trzy grupy mięśni. Pierwsza – krótkie, głębokie mięśnie grzbietu oddziałują na segment ruchowy. Druga grupa – długie mięśnie grzbietu oddziałują na cały kręgosłup. Trzecia grupa mięśni ma wpływ na kręgosłup i kończyny. Mięśnie aktywnie stabilizują kręgosłup poprzez mechanizmy regulujące napięcie mięśniowe [42, 110, 147, 187].

Dwukolumnowy model kręgosłupa zaproponował Holdsworth [81]. Kolumna przednia zbudowana jest z trzonów kręgowych, krążków międzykręgowych, więzadeł podłużnych. W skład kolumny tylnej wchodzi łuki ze swoimi wyrostkami, torebki stawowe i więzadła grzbietowe kręgosłupa. Na kolumnę przednią kręgosłupa oddziałują siły ściskające (kompresyjne), a na tylną siły rozciągające (dystrakcyjne). Ciężar ciała jest przenoszony głównie poprzez trzony kręgów oraz struktury krążków międzykręgowych (kolumna przednia). Kolumna tylna odpowiedzialna jest za stabilność segmentu ruchowego. Zwiększenie wytrzymałości na obciążenia osiowe zapewniają fizjologiczne krzywizny kręgosłupa. Wytrzymałość kręgosłupa zmniejsza się wraz z czasem działania obciążenia. Przy stałym obciążeniu przekraczającym zakres fizjologiczny wytrzymałość kręgosłupa maleje, powodując wzrost sztywności kręgosłupa i jego większą wrażliwość na przeciążenia i urazy [110]. W segmencie kręgosłupa odbywają się ruchy zgięcia, prostowania, obrotowe oraz obwodzenia będące połączeniem wszystkich trzech wymienionych. Największa ruchomość kręgosłupa lędźwiowo-krzyżowego jest w płaszczyźnie strzałkowej. Mniejszy zakres ruchów

jest obserwowany w płaszczyźnie czołowej i poprzecznej. Ruchy rotacyjne jednocześnie wywołują ruchy w płaszczyźnie strzałkowej. Mobilność w obrębie segmentu ruchowego uwarunkowana jest przestrzenną orientacją wyrostków stawowych. Powierzchnie stawowe stawów międzywyrostkowych w odcinku lędźwiowym zorientowane w płaszczyźnie strzałkowej ograniczają ruchy skrętne oraz ruchy nadmiernego prostowania i zginania zapobiegając w ten sposób nadmiernym ruchom translacyjnym [147].

Zwiększenie zakresu ruchów lub pojawienie się nowych, prowadzi do zaburzenia stabilności kręgosłupa [104, 131]

Denis – 1983 [43], a następnie McAffe i wsp. 1983 [121], Ferguson i Allen 1984 [56] wprowadzili podział kręgosłupa na trzy kolumny. Najczęściej cytowany jest Denis, który wyróżnia w płaszczyźnie strzałkowej kolumny: przednią, środkową i tylną. Kolumnę przednią stanowią przednia połowa trzonu, środkową – tylna część trzonu kręgowego, a tylną – łuk kręgowy ze stawami międzykręgowymi i zespół tylnych więzadeł. Uszkodzenie jednej z kolumn nie zaburza zwartości kręgosłupa, jeśli dwie pozostałe nie zostają uszkodzone, podczas gdy uszkodzenie dwóch z trzech kolumn zawsze zaburza stabilność kręgosłupa.

Natomiast Magerl i wsp. [107, 108] zaproponowali bardzo szczegółowy i przydatny klinicznie podział uszkodzeń niestabilności pourazowej kręgosłupa oparty na modelu dwukolumnowym.

Definicja niestabilności kręgosłupa zaproponowana przez White i Panjabi [187] łączy aspekty biomechaniczne i kliniczne. Uważają oni, że kręgosłup jest niestabilny, jeżeli pod wpływem fizjologicznych obciążeń pojawia się niezdolność do utrzymywania właściwego ustawienia kręgów. Natomiast Będziński i Wall [15] piszą, że w niestabilnym kręgosłupie podczas ruchu lub już pod wpływem fizjologicznych obciążeń dochodzi do nadmiernych przemieszczeń, względem siebie, segmentów ruchowych. W tej sytuacji kręgosłup traci zdolność do zachowania prawidłowych stosunków przestrzennych w obrębie tej samej lub sąsiednich jednostek ruchowych i w następstwie tego rozwija się ciasnota w obrębie kanału kręgowego lub otworów międzykręgowych [15, 16, 104, 137, 187].

Stabilność kręgosłupa zachowana jest w określonych granicach obciążeń zewnętrznych, a także wewnętrznych. Obciążenia zewnętrzne to głównie urazy i przewlekłe przeciążenia związane z pracą, a wewnętrzne – nowotwory, procesy zapalne, zwyrodnieniowe, choroby układowe (choroba reumatyczna, osteoporoza, nadczynność przytarczyc i inne). Nadmierne obciążenia tak zewnętrzne, jak i wewnętrzne prowadzą do niestabilności. Przykładami niestabilności ostrej są złamania pourazowe z rozerwanie

kolumny tylnej kręgosłupa, przewlekłej – kręgozmyki, a zagrażającej – złamania patologiczne.

Objawami niestabilności są ból, zniekształcenie osi kręgosłupa, ubytkowe objawy neurologiczne. Podstawowym badaniem radiologicznym potwierdzającym niestabilność kręgosłupa są zdjęcia rentgenowskie czynnościowe. Również na podstawie analizy wyników badań neuroobrazowych – TK, MR (umiejscowienie, rozległość procesu chorobowego itp.) uzyskujemy informacje dotyczące zaburzeń stabilności kręgosłupa [121, 142].

W

badaniach doświadczalnych można dokładnie zmierzyć parametry związane ze stabilnością kręgosłupa. Do najważniejszych wskaźników oceniających stabilność kręgosłupa należą pomiary: całkowitego zakresu ruchu (Range of Motion – ROM), strefy neutralnej (Neutral Zone – NZ), strefy sprężystej (Elastic Zone – EZ). W celu doskonałego doświadczalnego pomiaru właściwości biomechanicznych kręgosłupa tworzone są, metodą elementów skończonych, modele matematyczne kręgosłupa [104].

3.2. Choroba zwyrodnieniowa kręgosłupa

Choroba zwyrodnieniowa kręgosłupa polega na utracie przez kręgosłup normalnego stanu fizycznego, który utrudnia jego normalne działanie. Choroba zwyrodnieniowa kręgosłupa (spondyloza) należy do jednej z najczęściej występujących jednostek nozologicznych. Ostre i przewlekłe bóle kręgosłupa na podłożu zmian zwyrodnieniowych stanowią najczęstszą u mężczyzn i drugą, co do częstości u kobiet przyczynę nieobecności w pracy oraz najczęstszą przyczynę zwolnień lekarskich, a w 20% są wskazaniem do przyznania renty inwalidzkiej zgodnie z danymi ZUS. Zmiany zwyrodnieniowe kręgosłupa rozwijają się od 20 roku życia i postępują przez całe życie. Choroba zwyrodnieniowa kręgosłupa zostaje zapoczątkowana uszkodzeniem krążka międzykręgowego lub stawów międzykręgowych. Choroba dotyczy prawie zawsze w różnym stopniu całego segmentu ruchowego kręgosłupa. Wraz z postępem choroby zwyrodnieniowej wszystkie jego struktury są w różnym stopniu zmienione. Zmiany mogą być ograniczone do jednego segmentu ruchowego względnie obejmować dwa sąsiednie segmenty lub więcej.

W

następstwie

odwodnienia jądro miażdżyste traci swoją sprężystość, przez co obniża się jego zdolność do skutecznego pochłaniania energii mechanicznej. Dochodzi do zaburzeń równowagi pomiędzy syntezą a depolimeryzacją proteino-polisacharydów jądra miażdżystego. Równocześnie obniża się wysokość krążka międzykręgowego, co prowadzi do rozluźnienia segmentu

ruchowego. Zmiana właściwości mechanicznych segmentu ruchowego jest przyczyną postępu zmian zwyrodnieniowych i wytwórczych w obrębie stawów międzykręgowych (spondyloartroza). W miarę rozwoju zmian pierścieni włóknisty krążka międzykręgowego pęka (rozdarcia promieniste i okrężne), tracąc możliwość utrzymania jądra miażdżystego w prawidłowym położeniu. Przerwanie ciągłości włókien pierścienia powoduje uwypuklenie, a w końcu powstanie przepukliny tkanek jądra miażdżystego do kanału kręgowego. Uwypuklone tkanki krążka międzykręgowego napinają z czasem zewnętrzne części pierścienia włóknistego oraz więzadło podłużne tylne [75]. Dolny wyrostek stawowy górnego kręgu segmentu ruchowego jest położony do tyłu i przyśrodkowo stanowiąc boczną ścianę kostną kanału kręgowego. Zmieniony chorobą zwyrodnieniową wyrostek przyczynia się do centralnego zwężenia kanału kręgowego. Górny wyrostek stawowy dolnego kręgu segmentu ruchowego jest położony do przodu i do boku. Zmieniony zwyrodnieniowo powoduje zwężenie zachyłka bocznego i otworu międzykręgowego – boczne zwężenie kanału kręgowego. Obniżenie wysokości przestrzeni międzytrzonowej powoduje niestabilność segmentu ruchowego kręgosłupa, co wpływa na wzrost osteofitów, szczególnie wzdłuż brzegów trzonów kręgowych i na przednio-przyśrodkowych powierzchniach stawów międzywyrostkowych. Dodatkową przyczyną ucisku struktur nerwowych i naczyniowych są wpuklające się do kanału kręgowego – od przodu krążki międzykręgowce, a od tyłu – więzadło żółte. Zmiany zwyrodnieniowe przyczyniają się do skrócenia odcinka lędźwiowego kręgosłupa. Zmniejsza się objętość kanału kręgowego zawierającego elementy nerwowe „ogona końskiego”. Choroba zwyrodnieniowa może prowadzić do przemieszczeń kręgów (kręgozmyk zwyrodnieniowy) i zniekształceń osi kręgosłupa w odcinku lędźwiowym (skolioza zwyrodnieniowa) [70, 92, 150, 171].

Kręgozmyk zwyrodnieniowy po raz pierwszy został opisany w latach trzydziestych i czterdziestych ubiegłego wieku przez Junghans'a, Macnab'a i Newman'a [9]. Zwyrodnieniowy kręgozmyk najczęściej występuje na poziomie L4/L5 i charakteryzuje się przednim przemieszczeniem wyżej położonego kręgu w porównaniu z położonym niżej. Badania rentgenowskie wykazują niezmienny łuk i część międzywyrostkową, a przyczyną przemieszczenia są zmiany zwyrodnieniowe w stawach międzykręgowych na poziomie kręgozmyku. Wartość wskaźnika przemieszczenia przedniego wynosi od 5% do 30%. Przerost stawów międzykręgowych na poziomie kręgozmyku powoduje ucisk struktur nerwowych w kanale kręgowym w strefie zachyłka bocznego i na poziomie nasady łuku dolnego kręgu. Przy większych przemieszczeniach

opisywany jest ucisk korzeni nerwowych wychodzących z otworów międzykręgowych poniżej nasady łuku wyższego kręgu. Zwężenie kanału kręgowego i ucisk na struktury nerwowe również są spowodowane tylnym uwypukleniem krążka międzykręgowego, wyrostkami kostnymi i pogrubiałym więzadłem żółtym [9, 51, 97, 110].

Więzadła podłużne przednie i tylne, żółte, międzykolcowe, torebki stawów międzywyrostkowych, okostna kręgów, powięź kręgową, naczynia krwionośne oraz mięśnie przykręgosłupowe unerwione są nocycyptywnie – głównie przez gałązkę oponową nerwu rdzeniowego (nervus sinuvertebralis). Bodziec bólowy działa bezpośrednio na receptory nocycyptywne lub drogą pośrednią poprzez mediatory chemiczne uwolnione do płynu pozakomórkowego z uszkodzonych komórek (miejscowa reakcja zapalna i autoimmunizacyjna). Do takich mediatorów należą serotonina, acetylocholina, histamina, jony potasu, zmiany pH, bradykardia i inne [37, 65, 173].

Bóle lędźwiowo-krzyżowe związane są z historią człowieczeństwa i musiały dokuczać człowiekowi od czasu przyjęcia postawy wyprostnej. Około 2500 lat p.n.e. powstają literackie opisy dotyczące medycyny hinduskiej – Ayurveda (w sanskrycie – wiedza o życiu), pojawia się opracowana przez hinduskich lekarzy Caraka i Susruta teoria chorób wiatru („wind diseases”). Obejmują one liczne postaci bólow. Określenie „wiatr w stawach” spotykane w Ayurvedzie jest analogiczne do reumatyzmu czy zapalenia stawów („arthritis”). Caraka opisuje też ból pleców oraz stopy, co odpowiada rwie kulszowej [151,199].

W starożytnym Egipcie na bóle lędźwiowo-krzyżowe, często na podłożu reumatycznym, cierpiało wiele osób w starszym wieku, na co wskazuje obecność chondrocalcinosis w krążkach międzykręgowych u mumii [158].

W 1991 r. w wysokich Alpach w regionie Finailspitze (3516 m) w Otztal Alps odkryto z mumifikowane ciało mężczyzny, nazwanego Otzi, pochodzące sprzed 5200 lat. Badanie TK kręgosłupa wykazało, że Otzi mógł cierpieć na bóle spowodowane zwyrodnieniem stawów kręgosłupa w odcinku lędźwiowym [68].

Wystąpienie nagłego, ostrego bólu promieniującego do nogi wśród ludów rolniczych przypisywano demonom i określano w Niemczech mianem Hexenschuß, czyli strzał czarownicy, w Anglii-elf's arrow (strzała elfa), a w Egipcie szeroko była rozpowszechniona wiara w junin (złe demony) powodujące rwę kulszową [88].

Ischialgia była terminem używanym w średniowieczu, a do medycyny wprowadzona została przez Cotugno w 1770 roku, stąd rwa kulszowa określana była jako choroba Cotugno [40].

Bóle powodowane chorobą zwyrodnieniową

kręgosłupa mogą mieć charakter miejscowy lub promieniujący (neuralgiczny). Pierwszy, dotyczący ograniczonego miejsca kręgosłupa, który zwykle poprzedza drugi o typie neuralgicznym. Wiąże się to z dynamiką procesu chorobowego np. stopniem wytwarzania cieśni kanału kręgowego lub otworu międzykręgowego, względnie ucisku lub napinania struktur nerwowych. Rwa kulszowa i/lub ból lędźwiowo-krzyżowy spowodowane są w 77% zmianami przeciążeniowo-zwyrodnieniowymi, a w 23% przypadków uszkodzeniem krążka międzykręgowego [129]. Intensywność bólu mimo narastania procesu uszkadzającego może nagle zmniejszyć się lub ustąpić z utrwaleniem objawów uszkodzenia obwodowego neuronu ruchowego (trwałych, ubytkowych objawów neurologicznych). Pojawia się znaczna niedomoga czynności ruchowych – niedowład grup lub poszczególnych mięśni, różnice w odruchach (ścięgnistych i skórnych), zaburzenia czucia powierzchniowego. Natomiast przy uszkodzeniach nerwów unerwiających pęcherz moczowy dołączają się zaburzenia zwieraczy. W zaawansowanych przypadkach choroby zwyrodnieniowej obserwowane są objawy zespołu ogona końskiego. Charakteryzuje się on asymetrią objawów, na które składają się bóle krocza, okolicy krzyżowej, zaburzenia czucia tzw. spodenkowe, niedowład mięśni strzałkowych i dysfunkcja pęcherza.

Bólowi kręgosłupa towarzyszy odruchowy skurcz mięśni przykręgosłupowych. Ma on znaczenie obronne, gdyż ogranicza ruchomość tej części kręgosłupa, która jest miejscem powstawania bólu. Zmienia się postawa ciała. Dochodzi do zmniejszenia (zniesienia) lordozy lędźwiowej oraz powstania bocznego skrzywienia kręgosłupa (skoliozy). Wypukłość skoliozy skierowana jest w stronę miejsca podrażnienia.

W przypadkach zespołów bólowych kręgosłupa podrażnienie układu receptorowego w zakresie struktur śród- i przykręgosłupowych wyzwała bóle, które mogą mieć różny charakter: poza bólem miejscowym i neuralgią mogą wystąpić uporczywe bóle o charakterze neuralgii, kausalgii, meralgii, sympatalgii. Ból miejscowy może być powierzchowny względnie głęboki, z ograniczonym owalnym obszarem odczuwania bólu w okolicy lędźwiowo-krzyżowej i nazywany jest lumbalgią. W bólu miejscowym kręgosłupa istnieje zgodność pomiędzy umiejscowieniem doznań bólowych a obszarem podrażnienia receptorowego. Często pojawia się po nagłym lub przewlekłym przeciążeniu kręgosłupa. Neuralgią nazywane są zespoły bólowe wywołane podrażnieniem układu przewodzenia bodźców bólowych. Podrażnienie może dotyczyć od- lub dośrodkowych włókien nerwów rdzeniowych, synaps międzyneuronalnych, włókien i komórek rdzeniowych biorących udział w przewodnictwie bólu. Ból neuralgiczny ma charakter promieniujący wzdłuż poszczególnych pni nerwowych i rozprzestrzenia się do obszaru unerwianego przez ten nerw

lub korzeń nerwowy (rwa kulszowa, udowa). Zwykle jest to ból ostry, ciągły, niekiedy napadowy. Rzadko ogranicza się do obszaru unerwienia jednego korzenia lub segmentu rdzeniowego, częściej obejmuje wiele korzeni [82]. Do innych rzadko spotykanych zespołów bólowych związanych z uszkodzeniem układu przewodzącego ból zalicza się kaulgę, meralgę, sympatalgę. W tych zespołach przeciwnie niż w bólach miejscowych kręgosłupa lub neuralgii, zwiększona aktywność ruchowa (chodzenie) łagodzi dolegliwości bólowe. Klasycznym objawem neurologicznym stenozy zwyrodnieniowej kanału kręgowego w odcinku lędźwiowo-krzyżowym jest obustronne neurogenne chromanie przestankowe i przemijające bóle promieniujące do uda lub goleni, które nasilają się w pozycji stojącej, przy chodzeniu, odgięciu do tyłu odcinka lędźwiowo-krzyżowego kręgosłupa. Objawy te ustępują w pozycji siedzącej, leżącej i podczas zgięcia tułowia do przodu. Ponadto pacjenci często skarżą się na przemijające odczucie parzenia, zdrętwienie (ścierpnięcie), ciężkości lub osłabienia kończyn dolnych. Ból miejscowy w okolicy lędźwiowo-krzyżowej jest częstszy u pacjentów z centralnym zwężeniem kanału kręgowego, a jego przyczyną nie jest ucisk korzeni nerwowych, a zmiany zwyrodnieniowe w krążku międzykręgowym. Miejscowy charakter bólu związany ze zmianami pozycji ciała, podczas dźwigania, zginania tułowia może wskazywać na niestabilność segmentu ruchowego kręgosłupa. W badaniu neurologicznym, poza bólowym ograniczeniem ruchomości kręgosłupa, może występować niedowład i osłabienie czucia powierzchniowego w zakresie kończyn dolnych [31, 61, 70, 92, 148, 194].

3.3. Leczenie spondylozy lędźwiowej

Historia leczenia operacyjnego dyskopatii i choroby zwyrodnieniowej w odcinku lędźwiowo-krzyżowym kręgosłupa sięga początku XX wieku. Prace niemieckich patologów Schmorla i Andrea (1927 r. -1929 r.) zwróciły uwagę na znaczenie wypadniętego dysku do kanału kręgowego jak również zmian degeneracyjnych w patogenezie bólów lędźwiowych. Pierwsza operacja przepukliny krążka międzykręgowego w odcinku lędźwiowym została wykonana przez Mixter'a i Barr'a. Operację wykonano przez laminectomię i nacięcia worka oponowego. Publikacja Mixter'a i Barr'a 1934 r. na temat rozpoznania i leczenia operacyjnego dyskopatii lędźwiowo-krzyżowej, po której ustąpiła ischialgia, zyskała uznanie jako nowa metoda leczenia bólów ischialgicznych. W tym też czasie neurochirurdzy zaakceptowali jako przyczynę bólów zwężenie zwyrodnieniowe kanału kręgowego w odcinku lędźwiowym, gdzie laminectomia uwalnia chorego od bólów [124]. W pierwszej

połowie XX wieku pojawiły się doniesienia na temat wykorzystania dojścia przedniego do kręgosłupa lędźwiowego. Muller – 1906 r., Capener – 1932 r. opisali technikę operacyjną dojścia przedniego przez jamę brzuszną (przezotrzewnowego), dzięki której uzyskiwano uwidocznienie trzonów kręgów lędźwiowych [30]. Zaotrzewnowe dojście operacyjne – zaproponował Verbiest w 1942 r. i Harmon w 1960 r. [80, 181].

Po raz pierwszy usztywnienia (podparcia) wewnętrznego kręgosłupa dokonał Albee w roku 1911, u pacjenta z gruźlicą kręgosłupa w odcinku szyjnym [2]. W celu uzyskania zrostu kostnego (spondylodezy) pomiędzy wyrostkami kolczystymi umieścił przeszczep kostny pobrany z kości strzałkowej. Różne warianty tego sposobu postępowania okazały się nieudane. Spowodowane to było tym, że spondylodeza tylna uzyskana poprzez implantację przeszczepu kostnego, zastosowanie długotrwałego unieruchomienia zewnętrznego, w końcowym wyniku nie odtwarza prawidłowej anatomii kręgosłupa. Często występowały również niepowodzenia po usztywnieniu przednim międzytrzonowym autogennym przeszczepem kostnym w odcinku lędźwiowym. Przeszczep kostny założony z przodu nie zmieniał swojego położenia tylko przy obciążeniach osiowych i nienaruszonej kolumnie tylnej kręgosłupa [18].

Czynnikiem, który stymulował poszukiwania nowych rozwiązań i sposobów stabilizacji wewnętrznej kręgosłupa był długi okres oczekiwania na powstanie zrostu kostnego. Pierwszej stabilizacji wewnętrznej kręgosłupa dokonał Hardra w 1891 roku. Zespolił on drutem wyrostki kolczyste u chorego po urazie odcinka szyjnego kręgosłupa [77].

W odcinku lędźwiowo-krzyżowym kręgosłupa pionierami wewnętrznej stabilizacji przedniej byli Capener – 1931[29] a tylnej Jaslow – 1946 [73] i Cloward – 1953 [35].

W celu uzyskania osteosyntezy skonstruowano płyty mocowane do wyrostków kolczystych (płyta Williamsa, płyta Daaba w Polsce), pręty przytwierdzone hakami do łuków kręgowych (instrumentarium Harringtona), ramki mocowane do wyrostków kolczystych i łuków kręgów pętlami drutu (klamry Luque'a, ramki Hartshill). W 1965 roku Weiss wprowadził w Polsce do leczenia złamań kręgosłupa alloplastykę sprężynową (spondylodezę dynamiczną), która wcześniej wykorzystywana była przez Grucę do ortopedycznej korekcji skolioz. Sprężyny pod nazwą „Weiss springs” były używane w Europie i USA [14, 17, 59, 78].

Niedogodnościami stabilizacji wewnętrznej, w której stabilizator przymocowany jest do wyrostków kolczystych i łuków są: niewłaściwa redukcja w miejscu uszkodzenia,

niemożność osiągnięcia trójwymiarowej korekcji oraz nadmierna długość unieruchomienia. Aby ich uniknąć, King użył śrub do zespolenia wyrostków stawowych, a w 1940 roku, po raz pierwszy zastosował śruby transpedikularne (przez nasadowe, przeszypułowe), co opisał w 1948 roku [90]. Zespolenie transpedikularne polega na wprowadzeniu do trzonów kręgowych poprzez nasady łuków śrub mocujących, do których przykręca się pręty (belki). O dobrych wynikach tego typu stabilizacji donosił Boucher w 1959 roku [26].

Inne rozwiązanie, które zaproponował Magerl w 1977, polegało na krótszym usztywnieniu, bo obejmującym tylko jeden lub dwa segmenty ruchowe, za pomocą czterech przeskórnice wprowadzonych wkrętów Schanz przez nasady łuków do trzonów. Następnie śruby były mocowane do zewnętrznej ramy [108]. Jego urządzenie pozwalało na dokonanie redukcji w miejscu przemieszczenia pourazowego kręgow i usztywnienie sąsiednich segmentów ruchowych.

Dalsze

modyfikacje, które wprowadził Krag i wsp., Dick, Olerud i wsp., Roy-Camille i wsp. pozwalały, dzięki mocnemu zakotwiczeniu wkrętów, na krótką i trwałą stabilizację oraz na rozpowszechnienie systemu stabilizacji przez nasadowej [44, 95, 133, 161].

W 1984

roku Cotrel i wsp. opracowali nowy sposób segmentarnej stabilizacji kręgosłupa [38]. Początkowo stosowany był w leczeniu skolioz, a następnie również w innych przypadkach. Pozwalał na zgodną z anatomią (trójwymiarową) korekcje zniekształceń kręgosłupa.

Rozpowszechnienie technik przednich dojsć operacyjnych do kręgosłupa w odcinku lędźwiowym przyczyniło się do rozwoju systemów wewnętrznej stabilizacji kręgosłupa dokonywanej od przodu. Systemy przedniej stabilizacji kręgosłupa rozwijały się w trzech rodzajach: międzytrzonowym, dystrakcyjnym i płytkowym. Stabilizacja międzytrzonowa ogranicza się do zastąpienia usuniętego trzonu kręgu lub krążka międzykręgowego przez klatkę (kejdza), metalową protezę w postaci siatkowego walca (cylindra, koszyka) wypełnionego przeszczepami kostnymi, bądź tworzywem sztucznym (palakost, cement akrylowy) [52, 87, 94]. W ostatnich dwudziestu latach obserwuje się dynamiczny postęp w zakresie systemów stabilizacji wewnętrznej kręgosłupa polegający na udoskonaleniu starych i wprowadzeniu nowych. Obecnie w systemach stabilizacji wewnętrznej kręgosłupa stal austenityczną (nierdzewną) i włókna węglowe całkowicie zastąpiły stopy tytanowe i polimery (polieteroeteroketon – PEEK).

W implantologii kręgosłupowej stosowane są dwa typy implantów: „non-fusion” oraz „fusion”, czyli odpowiednio – bez zrostu i ze zrostem kostnym. Większą grupę stanowią

stabilizacje ze zrostem kostnym, dla których szybkość oraz jakość osteointegracji ma kluczowe znaczenie dla końcowego efektu leczenia. Najczęściej stosowanymi biomateriałami są stopy tytanu oraz polimer PEEK o różnej topografii powierzchni 2D oraz przestrzennej konstrukcji 3D. Wykazano, że osteointegracja zależy w dużym stopniu od m.in. odpowiedniej konfiguracji 2D i 3D, topografii, porowatości oraz energii powierzchniowej [34]. W celu uściślenia zakresu operacji w przypadku zmian zwyrodnieniowych został zaproponowany przez Spivaka anatomiczny podział kanału kręgowego w odcinku lędźwiowo-krzyżowym, który wyznacza w płaszczyźnie czołowej trzy poziomy w kierunku od góry ku dołowi (nasadowy, pośrodkowy i dysku) i trzy strefy, w kierunku od linii środkowej do boku kanału kręgowego (centralna, zachyłka boczna i nasadowa) [171].

Różne techniki operacyjne są stosowane w leczeniu stenozy kanału kręgowego w chorobie zwyrodnieniowej. Standardowa szeroka laminektomia pozwala na bezpośrednie uwidocznienie i uwolnienie z ucisku korzeni nerwowych. Zachyłki boczne, w których nerwy mogą być „spułapkowane”, są uwalniane na drodze całkowitej lub częściowej facetektomii. Obarczająca laminektomia jest nadal standardową techniką operacyjną, a zadowalające wyniki leczenia są uzyskiwane w 62% do 70% przypadków. Typowa laminektomia pozwala na adekwatne uwolnienie z ucisku struktur nerwowych kanału kręgowego, ale powoduje naruszenie integralności więzadeł nadkolcowego, międzykolcowego, więzadeł żółtych i stawów międzywyrostkowych oraz przyczepów mięśni [31, 91, 92, 176, 194].

Zaproponowano też inne, alternatywne techniki dekompresji w przypadkach stenozy centralnych i bocznych kanału kręgowego w celu zachowania większej ilości tylnych struktur kostnych i więzadłowych.

U chorych z zachowaną stabilnością kręgosłupa w leczeniu operacyjnym choroby zwyrodnieniowej zalecane są minimalne inwazyjne techniki operacyjne. Pionierami mikrochirurgii w operacjach kręgosłupa są Young i wsp. [191], Weiner i wsp. [183], Caspar [32]. Różne, minimalnie inwazyjne, operacje są wykonywane w chorobie zwyrodnieniowej kręgosłupa w odcinku lędźwiowo-krzyżowym kręgosłupa: częściowa międzywyrostkowa laminektomia [55], zmodyfikowana osteotomia wyrostka kolczystego [179], obustronna laminektomia [7, 170], laminoplastyka [177, 193], poszerzona fenestracja, z częściową facetektomią [132], skośna laminektomia – operacja jednostronnej laminektomii pozwalająca na obustronne odbarczenie zachyłków bocznych kanału kręgowego [86, 146]. Rozległa technika operacyjna powoduje konieczność zastosowania stabilizacji wewnętrznej z użyciem implantów metalowych (śruby, płytki, kejdże) i autogennych przeszczepów kostnych lub

innych materiałów wspomagających powstanie zrostu kostnego (spondylodezy) w miejscu niestabilności kręgosłupa [75]. Rola artrodezy w leczeniu operacyjnym zwyrodnieniowego zwężenia kanału kręgowego jest dyskutowana. Po rutynowym odbarczeniu struktur nerwowych i naczyń, w przypadkach nieobecności kręgosłupowej deformacji lub niestabilności, przeprowadzenie artrodezy nie dostarcza dodatkowych klinicznych korzyści. Jednostronna lub obustronna częściowa facetektomia ma niewielki wpływ na segmentarną ruchomość kręgosłupa. Można odstąpić od stabilizacji kręgosłupa u chorych, którzy mają naturalnie ustabilizowany segment ruchowy kręgosłupa przez zwężoną, z powodu choroby zwyrodnieniowej, przestrzeń międzytrzonową i obecność wyrosła kostnych.

Usunięcie stawów międzywyrostkowych podczas operacji może przyczynić się do destabilizacji segmentów ruchowych i progresji niestabilności oraz zniekształcenia kręgosłupa. Konieczne jest przeprowadzenie u tych pacjentów artrodezy lub osteosyntezy. Jednym ze sposobów artrodezy bez użycia implantów jest spondylodeza tylno-boczna autogennymi przeszczepami kostnymi, pobranymi z talerza biodrowego i umiejscowionymi między wyrostkami poprzecznymi kręgow (ITF – Intertransverse Fusion) i/lub okolicy stawów międzywyrostkowych (facet joint fusion) na poziomie niestabilności.

Inny typ postępowania stanowi osteosynTEza międzytrzonowa klatkami (kejdża) tytanowymi, z włókien węglowych lub PEEK wypełnionymi tkanką kostną, przeprowadzona z dojścia tylnego (PLIF – Posterior Lumbar Interbody Fusion), przedniego (ALIF – Anterior Lumbar Interbody Fusion) lub bocznego (TLIF – Transforaminal Lumbar Interbody Fusion). Powyższe dostępy operacyjne są modyfikowane poprzez wprowadzenie minimalnie inwazyjnych technik operacyjnych, jak i wprowadzane są oryginalne minimalnie inwazyjne techniki, do których należą ekstremalnie boczna międzytrzonowej spondylodezy (Lateral/Extralateral/Direct Lumbar Interbody Fusion – LLIF/XLIF/DLIF) i ukośna spondylodeza międzytrzonowa (Oblique Lumbar Interbody Fusion – OLIF). Celem osteosyntezy jest uzyskanie spondylodezy międzytrzonowej.

Kolejnymi sposobami uzyskania stabilności w operacjach choroby zwyrodnieniowej są: zastosowanie stabilizacji przezstawowej – Boucher (TFSF – Facet Joint Screw Fixation), przezłukowej – Magerl (Translaminar Screw Fixation) i przemasadowej (TSF – Transpedicular Screw Fixation). Wewnętrzna stabilizacja przy pomocy śrub, czopów międzytrzonowych i przeszczepów kostnych zakładanych w różnych modyfikacjach ułatwia powstawanie spondylodezy u chorych z niestabilnością kręgosłupa i przyczynia się tym samym do uzyskania lepszych wyników leczenia [67, 89].

Jednym z niepowodzeń w zespoleniach lędźwiowych i lędźwiowo-krzyżowych z wykorzystaniem sztywnej instrumentacji jest nasilenie zmian zwyrodnieniowych w sąsiednich segmentach ruchowych kręgosłupa (choroba przyległego segmentu ruchowego kręgosłupa, Adjacent Segment Degeneration – ASD). Badania biomechaniczne w warunkach in vitro wykazały wzrost ciśnienia o 45% wewnątrz krążka międzykręgowego i obciążeń w stawach międzykręgowych oraz zwiększony zakres ruchomości w przyległych do zespolenia segmentach ruchowych kręgosłupa. Nasilenie zmian typu ASD koreluje z rozległością zespolenia, zmniejszoną wartością kąta lordozy, obniżeniem tylnej wysokości krążka międzykręgowego i zwiększeniem zakresu ruchomości w przyległym wyższym segmencie ruchowym kręgosłupa [66].

W 1993 roku została wprowadzona stabilizacja przemasadowa z półsztywnymi połączeniami dynamicznymi (semi-rigid dynamic connection), którymi są amortyzatory zawierające wewnątrz poddające się odkształceniu uszczelki. Pozwoliły one na wytworzenie się przejściowej strefy (transitional zone) pomiędzy sztywnym zespolonym segmentem i znajdującym się powyżej segmentem wykazującym zwiększoną ruchomość. Badania kliniczne z okresem obserwacji 8 lat wykazały, że zmiany zwyrodnieniowe w sąsiednim wyższym segmencie ruchowym występują z dziesięciokrotnie mniejszą częstością [12, 141].

3.4. Techniki operacyjne stosowane w celu uzyskania zespolenia międzytrzonowego

W celu uzyskania zespolenia międzytrzonowego (Lumbar Interbody Fusion) w odcinku lędźwiowo-krzyżowym kręgosłupa stosowane są różne techniki operacyjne. Wskazaniami do zastosowania tej metody operacyjnej są wszystkie patologie zwyrodnieniowe kręgosłupa w odcinku lędźwiowym, w tym zawansowana choroba dyskowa – dyski „twarde” (hard disc), skolioza zwyrodnieniowa, choroba zwyrodnieniowa krążka międzykręgowego (Degenerative Disc Disease – DDD), nawracające po operacji przepukliny jądra miażdżystego, pseudoartrozy i kręgozmyki. Przeciwwskazaniem są między innymi rozległe blizny zewnątrzoponowe, zapalenie pajęczynówki i osteoporoza.

ALIF (Anterior Lumbar Interbody Fusion), przedni zaotrzewnowy lub przezotrzewnowy dostęp operacyjny, zapewnia dobre uwidocznienie przestrzeni międzytrzonowej, umożliwia wykonanie całkowitej discektomii, założenie implantu o dużym rozmiarze i kształcie zapewniającym odtworzenie lordotycznego ustawienia segmentu kręgosłupa w miejscu operacji. ALIF jest preferowany na poziomach L4-L5 i L5-S1. Zastosowanie tego dostępu operacyjnego jest uzależnione od przebiegu anatomicznego

naczyń krwionośnych w przestrzeni przedkręgosłupowej (aorta, tętnice biodrowe, żyła główna dolna, żyły biodrowe). Wskazaniem do przeprowadzenia operacji jest choroba zwyrodnieniowa krążka międzykręgowego (DDD) powodująca bóle neurogenne, nieskuteczna operacja spondylodezy z dostępu tylnego [156]. Przeciwwskazaniem są wcześniej, z innego powodu, wykonane operacje w zakresie jamy brzusznej („zrosty” pooperacyjne), niekorzystna anatomia naczyń przedkręgosłupowych, miażdżycza naczyń obwodowych, nerka „samotna”. Do względnych przeciwwskazań należy zaliczyć zapalenie kręgosłupa (spondylodiscitis) i kręgozmyk spondylolityczny [144, 155].

Zaletami tej techniki są dobra wizualizacja miejsca operacji i możliwość implantacji odpowiedniej wielkości kejdża, nienaruszenie ciągłości tylnych mięśni przykręgosłupowych i przednio-bocznych (biodrowo-lędźwiowych), w pośredni sposób uwolnienie z ucisku korzeni nerwowych w otworach międzykręgowych i zapewnienie właściwych warunków do powstania trwałej spondylodezy [83, 111, 125, 127, 145, 157].

Opisywane są powikłania związane z techniką ALIF, takie jak wytrysk wsteczny, uszkodzenia naczyń krwionośnych, moczowodów [126, 127, 143, 145,].

W technice PLIF (Posterior Lumbar Interbody Fusion) dostęp chirurgiczny do krążka międzykręgowego i przestrzeni międzytrzonowej uzyskuje się z dostępu tylnego. Wykorzystywany jest konwencjonalny dostęp do tylnej kolumny kręgosłupa z cięcia pośrodkowego lub techniką MIS (Wiltse’go) z obustronnego dojścia paramedialnego z atraumatyczną dylatacją mięśni przykręgosłupowych (minimalna traumatyzacja mięśni). Następnie wykonywana jest laminotomia przyśrodkowo lub laminektomia, a struktury oponowe kanału kręgowego są przemieszczane przyśrodkowo, w celu utworzenia „korytarza” (kanału roboczego) do przestrzeni dyskowej. Po wykonaniu obustronnej doszczętnej discektomii wprowadzane są implanty do przestrzeni międzytrzonowej. Do operacji tą techniką kwalifikowani są chorzy z nawrotową dyskopatią, stenozą kanału kręgowego, kręgozmykiem pierwszego stopnia. Przeciwwskazaniem do operacji są zapalenia kręgosłupa i krążka międzykręgowego, obecność rozległych blizn nadtwardówkowych, zapalenia pajęczynówki. Technika PLIF to tradycyjny dostęp do przestrzeni międzytrzonowej w lędźwiowym odcinku kręgosłupa. Dostęp tylny pozwala na doskonałą wizualizację korzeni nerwów rdzeniowych, zapewnia odtworzenie wysokości przestrzeni międzytrzonowej, a jeżeli jest wykonana laminotomia (nie laminektomia) zachowane są tylne struktury kręgosłupa. Z jednego dojścia operacyjnego może być zapewniona stabilizacja 360° (implanty przemasadowe, implanty przezstawowe) [24, 33, 38, 102, 195].

Do wad tej techniki można zaliczyć: uraz mięśni przykręgosłupowych (retrakcja), mniejsza jest doszczętność usunięcia krążka międzykręgowego, wielkość i kształt implantu międzytrzonowego nie gwarantuje lordotycznego ustawienia stabilizowanego segmentu kręgosłupa. Późne następstwa operacji są związane ze znacznym zakresem eksploracji korzeni nerwowych i mogą być przyczyną blizn okołokorzeniowych [36, 138, 196].

Technika operacyjna TLIF (Transforaminal Lumbar Interbody Fusion) jest bardziej bocznym dostępem w porównaniu z techniką PLIF w celu zmniejszenia retrakcji struktur oponowych kanału kręgowego i korzeni nerwowych. Po raz pierwszy została opisana w 1982 roku przez Harms i Retingera [144]. TLIF można przeprowadzić za pomocą procedury otwartej/konwencjonalnej lub techniki MIS/TLIF "mini-open" z zastosowaniem mikroskopu operacyjnego, jak również metodą endoskopową-EndoLIF. Cięcie skórne prowadzone jest w linii pośrodkowej lub paramedialnie obustronnie typu Wiltsego/mini-TLIF. Metoda ta szczególnie dobrze sprawdza się w niestabilnościach kręgosłupa z lateralizacją objawów klinicznych. Wybieramy wówczas dostęp operacyjny po stronie dolegliwości, oszczędzamy przeciwną stronę, a uzyskamy efekt spondylodezy zbliżony jest do rozległej obustronnej operacji. Jednostronny dostęp operacyjny i zastosowanie odpowiedniego implantu jest w stanie zapewnić obustronne „podparcie” przedniej kolumny kręgosłupa [8, 145].

Do korzyści uzyskiwanych tą techniką operacyjną zalicza się lepsze uwolnienie z ucisku korzeni nerwowych, a zarazem bardziej efektywne leczenie bólu korzeniowego, poprawę w zakresie zrostu międzytrzonowego. Niewątpliwą jej zaletą jest możliwość uniknięcia bliznowacenia w obrębie kanału kręgowego, gdyż operacja jest przeprowadzona drogą pozakanałową (przez otwór międzykręgowy) W porównaniu z tradycyjną techniką PLIF, dostęp TLIF zachowuje struktury więzadłowe, które zapewniają biomechaniczną stabilność segmentu ruchowego kręgosłupa [8, 83, 138]. Zastosowanie techniki małoinwazyjnej – MIS może dodatkowo zmniejszyć krwawienie podczas operacji i ograniczyć uraz mięśni przykręgosłupowych. Trudny do skorygowania jest balans strzałkowy miedniczno-kręgosłupowy i przywrócenie fizjologicznej lordozy [84, 162].

Technika LLIF/XLIF/DLIF (Lateral/Extralateral/Direct Lumbar Interbody Fusion) ekstremalnie boczna międzytrzonowa spondylodeza (XLIF) została opisana przez Ozgur i wsp. w 2006 r. [135] i obejmuje dostęp do przestrzeni międzytrzonowej poprzez boczny zaotrzewnowy „korytarz”, to jest przez mięsień biodrowo-lędźwiowy. Pozwala na dostęp do przestrzeni międzytrzonowych od Th 11-L1 do L4-L5. W tym dostępie operacyjnym jest niemożliwa do osiągnięcia przestrzeń międzytrzonowa L5-S1 z uwagi na obecność talerza

miednicy. Położenie anatomiczne splotu lędźwiowo-krzyżowego i naczyń krwionośnych przedkręgosłupowych utrudnia dostęp do przestrzeni L4-L5. Chory podczas operacji ułożony jest na boku. Wykorzystanie neuromonitoringu śródoperacyjnego jest konieczne z uwagi na kanał roboczy przebiegający przez mięsień biodrowo-lędźwiowy [6, 49, 114, 135,143].

Dostęp LLIF jest wskazany w leczeniu spondylozy w odcinku lędźwiowym współistniejącej ze skoliozą zwyrodnieniową. Przeciwwskazaniem do operacji jest znaczna stenoza kanału kręgowego i otworów międzykręgowych, niestabilność i kręgozmyk zwyrodnieniowy [111, 112, 113]. Do innych przeciwwskazań należą wcześniejsza operacja i zmiany zapalne w przestrzeni zaotrzewnowej, anomalie naczyniowe w zakresie naczyń krwionośnych przedkręgosłupowych. Powikłania obejmują potencjalne ryzyko uszkodzenia splotu lędźwiowego, mięśni biodrowo-lędźwiowych, uszkodzenia narządów w przestrzeni pozaotrzewnowej i jamie brzusznej. Uraz naczyń krwionośnych, jeśli wystąpi, może być trudny do opanowania [6, 10, 98, 115].

Innym minimalnie inwazyjnym dostępem operacyjnym jest OLIF (Oblique Lumbar Interbody Fusion) lub ATP (Anterior To Psoas) zostało po raz pierwszy opisane przez Mayera w 1977 r. [118] i obejmuje dostęp MIS do przestrzeni dyskowej poprzez kanał roboczy pomiędzy otrzewną a mięśniem biodrowo-lędźwiowym. Podobnie jak w przypadku dostępu XLIF/DLIF, nie ma możliwości wykonania operacji na poziomie L5-S1. Korzyścią wynikającą z zastosowania tego dostępu operacyjnego jest uniknięcie traumatyzacji mięśnia biodrowo-lędźwiowego. Pacjent ułożony jest na lewym lub prawym boku (uwarunkowane preferencjami chirurga). Poziom cięcia skórny uzależniony od miejsca operacji zostaje wyznaczony pod kontrolą fluoroskopii. Konieczny jest śródoperacyjny neuromonitoring. Wskazania są takie same jak dla techniki XLIF/DLIF, OLIF, bardzo skuteczny w stenozach otworów międzykręgowych powodowanych zmianami zwyrodnieniowymi [132]. Mało prawdopodobny jest uraz splotu lędźwiowego i mięśnia biodrowo-lędźwiowego. Istnieje potencjalne ryzyko wystąpienia dysfunkcji układu współczulnego i uszkodzenia naczyń krwionośnych przestrzeni zaotrzewnowej i przedkręgosłupowej. [167].

3.5. Diagnostyka i kwalifikacja chorych do leczenia operacyjnego choroby zwyrodnieniowej

Diagnostyka opiera się na badaniach rtg, TK i MR. Zdjęcia rentgenowskie przeglądowe wykazują wielopoziomowe zmiany zwyrodnieniowe kręgow, kręgozmyk zwyrodnieniowy, skoliozę. W celu stwierdzenia niestabilności wykonywane są zdjęcia czynnościowe. Stenoza zwyrodnieniowa kanału kręgowego zostaje potwierdzone badaniami TK lub MR. Obraz TK pozwala na ocenę zmian kostnych szczególnie w okolicy zachyłka bocznego i uwidocznia daleko boczną („far lateral”) dyskopatię, która może współistnieć ze stenozą zwyrodnieniową kanału kręgowego. Badanie MR uwidacznia zmiany struktur więzadłowych i szczególnie jest użyteczne w ocenie krążka miedzykręgowego. Analiza obrazów w projekcjach osiowych i strzałkowych pozwala na ocenę kanału kręgowego oraz otworów miedzykręgowych. Badanie funkcjonalnego rezonansu magnetycznego obrazuje niestabilność kręgosłupa (też rotacyjną) i czynnościową stenozę kanału kręgowego. Badanie przeprowadzone jest aparatem otwartym o natężeniu pola magnetycznego 0,6 Tesla w pozycji siedzącej, stojącej, w pochyleniu do przodu i odchyleniu ciała do tyłu [50]. Mielografia lędźwiowa z następowym badaniem TK jest nadal zalecana w celu wykazania ucisku struktur nerwowych [101].

Przed kwalifikacją do operacji konieczna jest ocena stanu ogólnego chorego i współistniejących schorzeń [160].

Najistotniejszym czynnikiem w kwalifikacji chorego do operacji jest dokonanie korelacji wyników badań neuroobrazowych z dolegliwościami i ubytkowymi objawami neurologicznymi, a w przypadkach wątpliwych uzupełnienie diagnostyki (badania dopplerowskie krążenia krwi w kończynach dolnych, badania elektrofizjologiczne, densytometria). Badania elektrofizjologiczne (przewodnictwo nerwowe, EMG, somatosensoryczne i czuciowe potencjały wywołane) są pomocne w różnicowaniu radikulopatii spowodowanej uciskiem nerwu od neuropatii obejmujących nerwy czuciowe i ruchowe. Elektromiografia jest również przydatna do różnicowania zmian o charakterze odnerwienia na pograniczu nerwowo-mięśniowym. Prawidłowe wyniki badań elektrofizjologicznych nie wykluczają obecności objawowej stenozy kanału kręgowego w odcinku lędźwiowym. Ocena wyników somatosensorycznych potencjałów wskazuje, które korzenie nerwowe są uciśnięte u pacjentów z centralnym zwężeniem kanału kręgowego w odcinku lędźwiowym [171].

W przypadkach, w których zawiodły metody postępowania zachowawczego należy rozważyć leczenie operacyjne. Do leczenia operacyjnego powinni być kwalifikowani chorzy z przewlekłym bólem, ubytkowymi objawami neurologicznymi, które nie ustępują

po leczeniu zachowawczym – farmakologicznym i fizykalnym prowadzonym co najmniej przez okres trzech miesięcy. Postępujące objawy ubytkowe neurologiczne lub rozwijający się zespół ogona końskiego są wskazaniami do interwencji operacyjnej w trybie pilnym [31, 70, 149, 152, 171].

4. Założenia i cele pracy

4.1. Założenia pracy

Najczęściej wykonywaną operacją w chorobie zwyrodnieniowej kręgosłupa odcinka lędźwiowo-krzyżowego jest zespolenie międzytrzonowe [47]. Liczba tego typu operacji wzrosła w USA o 220% w latach 1990 – 2001, dzięki wprowadzeniu do powszechnego użytku klinicznego klatek międzytrzonowych (kejdże) i śrub przemasadowych [69, 180, 184]. Kolejne publikacje wykazały dalszy wzrost operacji o 137% w latach od 1998 do 2008. Nie obserwuje się tak dynamicznego wzrostu w ilości operacji laminektomii obciążających ani operacji implantacji protez stawu kolanowego i biodrowego [154].

Niezliczone badania prospektywne i retrospektywne oceniają wyniki radiologiczne i kliniczne tych operacji. Przedmiotem analiz jest między innymi wpływ dostępów operacyjnych, materiałów implantacyjnych i substancji biologicznych (rhBMP-2) na wynik leczenia, między innymi uzyskania trwałej spondylodezy [5, 20, 48, 57, 135, 139, 190]. Jakkolwiek ilość przeprowadzanych operacji jest duża, jednak wnikliwa ocena kliniczna dotyczy niewielkich grup pacjentów, podawane są sprzeczne wyniki i dlatego jest trudno wyciągnąć wnioski dotyczące wad i zalet różnych postępowań operacyjnych.

Przedmiotem niniejszej pracy jest przedstawienie nowej minimalnie inwazyjnej metody stabilizacji połączenia lędźwiowo-krzyżowego kręgosłupa Axia-LIF w celu poszerzenia i uzupełnienia obszaru badawczego dotyczącego chirurgii kręgosłupa. Okołołuziczny przezkrzyżowy dostęp operacyjny Axia-Lif jest alternatywną metodą operacyjną względem tylnego, przedniego i transforaminalnego międzytrzonowego zespolenia L5-S1 kręgosłupa. Tą nową drogą operacyjną, można wykonać przezskórną discektomię, dystrakcję międzytrzonową i stabilizację.

W celu poprawy efektywności unieruchomienia segmentu międzytrzonowego dodatkowym postępowaniem jest stabilizacja przemasadową lub przestawową techniką przezskórną. W ten sposób uzyskujemy „okrężne” (360°) unieruchomienia wewnętrznego dolnych segmentów międzykręgowych odcinka lędźwiowo-krzyżowego kręgosłupa [22, 41, 46, 100, 117, 168].

W wyborze tematu badawczego kierowałem się powszechnością choroby zwyrodnieniowej kręgosłupa, trudnościami w wyborze sposobu leczenia i niekorzystnym wpływem choroby zwyrodnieniowej na jakość życia osobniczego i społecznego.

4.2. Cele pracy

1. Przedstawienie nowej metody leczenia operacyjnego – stabilizacji wewnętrznej połączenia lędźwiowo-krzyżowego kręgosłupa z wykorzystaniem metody minimalnie inwazyjnej, przezskórnej, osiowej przedniej stabilizacji międzytrzonowej – Axia-LIF.
2. Ocena wyników leczenia na podstawie danych klinicznych z uwzględnieniem biometrycznej analizy badań radiologicznych.
3. Badanie wpływu wybranych czynników socjodemograficznych, z wywiadu chorobowego i wyników badań klinicznych na jakość zrostu kostnego w przestrzeni międzytrzonowej.

5. Materiał i metodyka badań

5.1. Materiał kliniczny

Materiał obejmuje 63 osoby leczone operacyjnie z powodu choroby zwyrodnieniowej połączenia lędźwiowo-krzyżowego kręgosłupa. W analizowanym materiale było 39 (61,90%) kobiet i 24 (38,10%) mężczyzn, w wieku od 22 do 59 lat (mediana wieku 43 lata). Pacjenci byli leczeni zachowawczo, farmakologicznie i fizykalnie, przez okres od kilku do kilkunastu miesięcy, zanim podjęto decyzję o leczeniu operacyjnym. U wszystkich chorych wykonane było badanie MR odcinka lędźwiowego kręgosłupa. Warunkiem kwalifikacji do operacji była ścisła korelacja objawów neurologicznych z wynikami badania rezonansu magnetycznego. Wszyscy chorzy byli leczeni operacyjnie po raz pierwszy. Badania miały charakter rektospektywny.

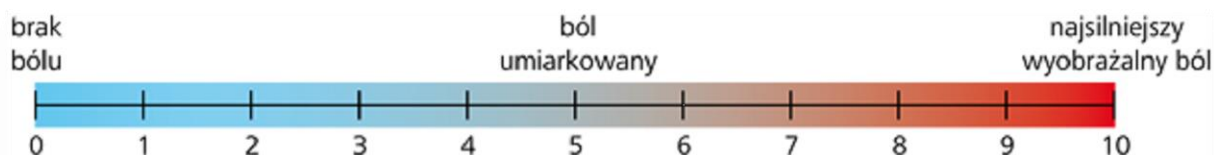
Operacja polegała na zastosowaniu przedniej, osiowej stabilizacji międzytrzonowej (Axia-LIF – Axial Lumbar Interbody Fusion) i stabilizacji przemasadowej lub przestawowej. Operacje były przeprowadzone w dwóch szpitalach w Dubaju: International Modern Hospital i The City Hospital, w dniach od 02.01.2008 r. do 15.06.2009 r.

5.2. Metody badawcze w pierwszym etapie badań

Analiza danych uzyskanych przed operacją obejmowała czynniki socjodemograficzne, informacje z wywiadu chorobowego, badania internistycznego i neurologicznego oraz wyników badań dodatkowych uzyskanych z historii chorób. Wykorzystano informacje dotyczące płci, wieku, aktywności zawodowej. Dane z wywiadu chorobowego dotyczyły okresu czasu trwania choroby, innych współistniejących chorób, uzależnienia od nikotyny i wskaźnika masy ciała (Body Mass Index – BMI). Prawidłowa wartość wskaźnika wynosi od 19,5 do 24,5. Wśród danych klinicznych odnotowano charakter bólu (miejscowy – w plecach, zakres promieniowania bólu), ograniczenia ruchomości kręgosłupa, obecność objawów neurologicznych (objawy korzeniowe, ubytkowe). U każdego pacjenta wykonano badanie rentgenowskie (w projekcjach a-p, bocznej i czynnościowe – odchylenie do przodu i tyłu), densytometrię (ocena gęstości kości z szyjki kości udowej) i neuroradiologiczne: badanie tomografii komputerowej (TK) i rezonansu magnetycznego (MR) kręgosłupa odcinka lędźwiowo-krzyżowego.

Chory dokonywał oceny natężenia bólu w plecach i kończynach dolnych według wzrokowo-analogowej skali bólu (VAS). Pacjent określał natężenie bólu za pomocą 11 stopniowej (od 0 do 10), zaznaczając punkt na linii długości 10 cm, na której wartości

0 przypisuje się całkowity brak bólu, a wartości 10 najgorszy możliwy ból. Wyrażenie bólu w wartościach numerycznych pozwala na porównanie natężenia bólu w badaniach kontrolnych u danego chorego, jak i w analizowanych statystycznie grupach chorych (ryc. 1) [93].



Rycina 1. Numeryczna skala oceny bólu.

Do oceny stopnia niesprawności chorych zastosowałem skalę (Oswestry Low Back Pain Disability Scale, OLBPDS) (załącznik nr 1) [123]. Skala składa się z 10 części dotyczących: intensywności bólu, podnoszenia, siedzenia, spania, podróżowania, pielęgnacji, chodzenia, stania, życia towarzyskiego, zmiany natężenia bólu. W każdej części jest możliwość sześciu odpowiedzi. Odpowiedź pacjenta na każde pytanie jest punktowana od 0 do 5 punktów. Stopień niepełnosprawności chorego jest oceniony w skali punktowej od 0 do 50 punktów lub w procentach (od 0% do 100%). Uzyskane, na podstawie udzielonych odpowiedzi na wszystkie pytania w dziesięciu częściach kwestionariusza wartości pozwoliły na zaliczenie wyniku do jednej z pięciu grup niepełnosprawności. Liczba od 0 do 4 punktów charakteryzuje grupę osób w której niepełnosprawność nie występuje lub jest minimalna. Liczba od 5 do 14 punktów wskazuje na łagodną niesprawność. Do stopnia niepełnosprawności umiarkowanej zaliczono osoby ocenione od 15 do 24 punktów. Ciężka niepełnosprawność charakteryzuje punktacja od 25 do 34 punktów. Liczba od 35 do 50 punktów oznacza skrajne cierpienie i niepełnosprawność.

Celem określenia stanu ogólnego chorych posłużono się skalą ASA (American Society of Anesthesiologists) – oceny ryzyka operacyjnego. Skala ryzyka operacyjnego, opracowana przez Amerykańskie Towarzystwo Anestezjologów, klasyfikuje chorego do jednej z pięciu grup (tabela 1.) [160].

Tabela 1. Skala ryzyka operacyjnego ASA

Grupa	Stan ogólny chorego
I	dobry stan psychiczny i fizyczny, bez współistniejących chorób
II	niezbyt nasiloną chorobą układową, bez ograniczeń czynnościowych

III	poważna choroba układowa, ograniczenia czynnościowe wpływają na aktywność, ale nie powodują inwalidztwa
IV	poważna choroba układowa powodująca inwalidztwo i ciągłe zagrożenie życia
V	chory umierający, nie rokuje przeżycia 24 godzin (niezależnie czy będzie leczony operacyjnie, czy nie)

W celu obiektywizacji zmian spondylotycznych zastosowałem własną modyfikację skali Kambina, opartą na analizie przeglądowych zdjęć rentgenowskich odcinka lędźwiowo-krzyżowego kręgosłupa [85]. Do pierwszego i drugiego stopnia spondylozy zakwalifikowałem osoby z nieobecnymi lub umiarkowanymi zmianami degeneracyjnymi. W trzecim i czwartym stopniu skali znaleźli się chorzy z wyraźnie zaznaczonymi zmianami zwyrodnieniowymi (tabela 2).

Tabela 2. Skala zmian zwyrodnieniowych w odcinku lędźwiowo-krzyżowym kręgosłupa

Stopień	Objawy
1	prawidłowa wysokość przestrzeni międzykręgowej, prawidłowe stawy międzykręgowe
2	zwężenie przestrzeni międzykręgowej o 1/3 wysokości
3	zwężenie przestrzeni międzykręgowej powyżej 1/3 wysokości, obecność brzeżnych osteofitów
4	całkowite zwężenie przestrzeni międzykręgowej, obecność brzeżnych osteofitów i przerost stawów międzykręgowych

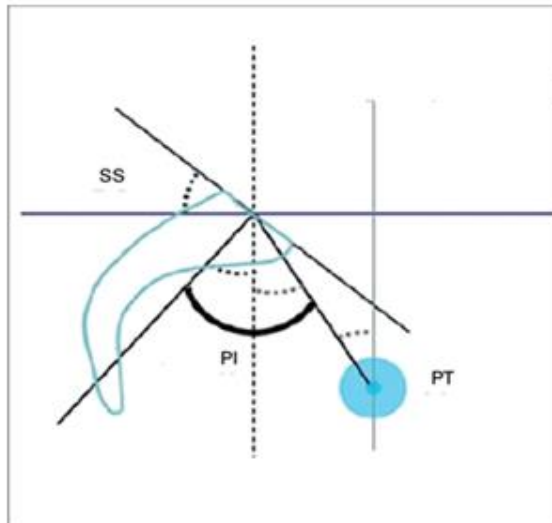
Kąt lordozy odcinka lędźwiowego kręgosłupa wyznaczono metodą Cobba [45], na podstawie linii stycznych przechodzących przez górne blaszki graniczne kręgów L1 i L5 (ryc. 2).



Rycina 2. Pomiar kąta lordozy metodą Cobba.

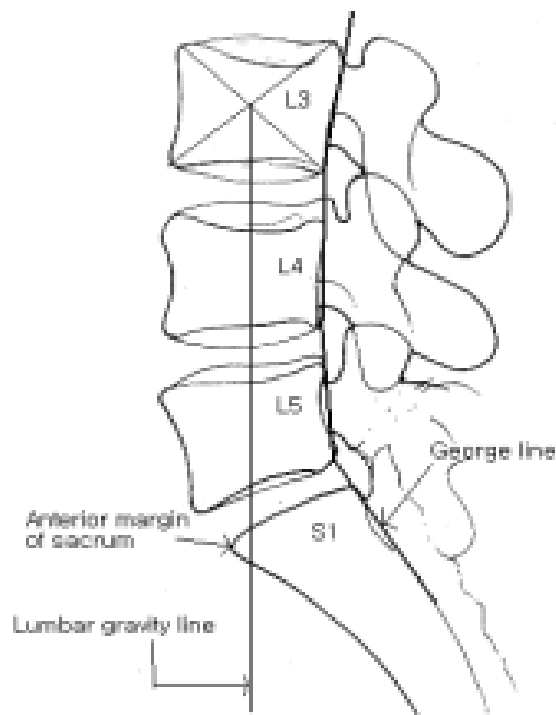
Na podstawie rentgenogramu w projekcji bocznej stojącej – neutralnej, z uwidocznieniem głów obu kości udowych zostały wyznaczone parametry balansu (równowagi) miedniczo-kręgosłupowego: pelvic tilt, sacral slope, pelvic incidence.

W pelvic incidence stanowi wartość kąta wyznaczonego przez linię przeprowadzoną od środka płytki granicznej pierwszego segmentu kości krzyżowej przebiegającą prostopadle do niej i linią łączącą punkt środka płytki granicznej kości krzyżowej z punktem centralnym (oś głowy kości udowej). Sacral slope jest kątem przecięcia linii poziomej na rentgenogramie z linią wyznaczoną przez blaszkę graniczną pierwszego segmentu kości krzyżowej. Pelvic tilt jest kątem przecięcia linii wyznaczonej przez blaszkę graniczną pierwszego segmentu kości krzyżowej i linią łączącą punkt środka płytki granicznej kości krzyżowej z punktem centralnym (oś głowy kości udowej), (ryc. 3), [12].



Rycina 3. Schemat składowych balansu miedniczo-kręgosłupowego.

Została również wyznaczona lędźwiowa linia grawitacyjna (The Lumbar Gravity Line) zwana też linią wagową Fergusona, która przebiega prostopadłe w dół od centrum trzonu kręgu L3. Linia ta powinna przechodzić przez 1/3 przednią kości krzyżowej, ryc. 4 [168].



Rycina 4. Lędźwiowa linia grawitacyjna.

Pomiar wysokości przestrzeni międzytrzonowej został oznaczony na podstawie obrazu MR lub TK w centralnej części krążka międzykręgowego w projekcji strzałkowej (ryc. 5), [25].



Rycina 5. Pomiar wysokości przestrzeni międzykręgowej L5-S1.

Zmiany zwyrodnieniowe w badaniu MR ocenione zostały w skali Modica [128] (ryc. 6, 7, 8). Modica I typ – tzw. zapalny (obecność obrzęku). W badaniu MR wzdłuż blaszki granicznej obecny jest hipointensywny sygnał w czasie T1 ryc. 6 (a) i hiperintensywny sygnał w czasie T2 ryc. 6 (b). Po podaniu kontrastu (gadolina) występuje wzmocnienie świadczące o nadmiernym unaczynieniu tej części kręgu. Powstająca tkanka ziarninowa wypiera szpik kostny i następuje hipertrofia beleczek kostnych. II typ – tzw. tłuszczowy, obecne zmiany hiperintensywne w czasie T1 ryc. 7 (a) i izo- lub hiperintensywne w czasie T2 ryc. 7 (b). Zmiany nie ulegają wzmocnieniu po podaniu kontrastu. Tkanka tłuszczowa zastępuje czerwony (hematopoetyczny) szpik kostny. Hipertrofia beleczek kostnych obejmuje również gąbczastą część trzonu kręgowego. Tym zmianom w blaszkach granicznych towarzyszy odwodnienie, uwypuklenie dysku i obniżenie wysokości przestrzeni międzytrzonowej. III typ – tzw. sklerotyczny. W badaniu MR wzdłuż blaszki granicznej występują zmiany hipointensywne w czasie T1 ryc. 8 (a) i T2 ryc. 8 (b). Blaszki graniczne kręgu są zmienione sklerotyczne, a szpik kostny ulega zwłóknieniu. Z tymi zmianami zazwyczaj współistnieją wielopoziomowe dyskopatie.



a



b

Rycina 6. I typ – tzw. zapalny (obecność obrzęku). W badaniu MR wzdłuż blaszki granicznej obecny jest hipointensywny sygnał w czasie T1 (a) i hiperintensywny sygnał w czasie T2 (b).

Po podaniu kontrastu (gadolina) występuje wzmocnienie świadczące o nadmiernym unaczynieniu tej części kręgu. Powstająca tkanka ziarninowa wypiera szpik kostny i następuje hipertrofia beleczek kostnych.



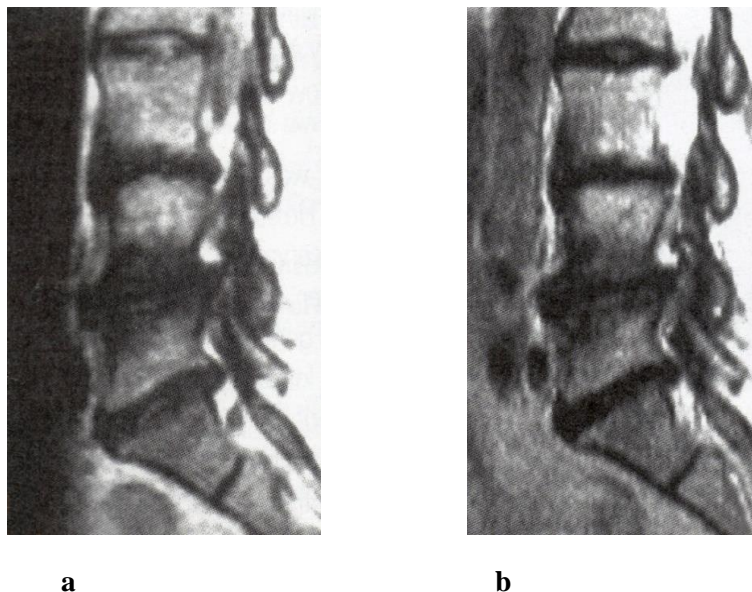
a



b

Rycina 7. II typ – tzw. tłuszczowy, obecne zmiany hiperintensywne w czasie T1 (a) i izo- lub hiperintensywne w czasie T2 (b).

Zmiany nie ulegają wzmocnieniu po podaniu kontrastu. Tkanka tłuszczowa zastępuje czerwony (hematopoetyczny) szpik kostny. Hipertrofia beleczek kostnych obejmuje również gąbczastą część trzonu kręgowego. Tym zmianom w blaszkach granicznych towarzyszy odwodnienie, uwypuklenie dysku i obniżenie wysokości przestrzeni międzytrzonowej.



Rycina 8. III typ – tzw. sklerotyczny. W badaniu MR wzdłuż blaszki granicznej występują zmiany hipointensywne w czasie T1 (a) i T2 (b).

Blaszki graniczne kręgu są zmienione sklerotycznie, a szpik kostny ulega zwłóknieniu. Z tymi zmianami zazwyczaj współistnieją wielopoziomowe dyskopatie. W badaniach uwzględniono również typ kręgozmyku: zwyrodnieniowy, cieśni (obecność kręgoszczeliny), czas trwania operacji, ubytek krwi, sposób stabilizacji (przeznasadowa, przezstawowa), powikłania okołoperacyjne i czas pobytu w szpitalu.

5.3. Metody badawcze w drugim etapie badań

Badanie kontrolne przeprowadzono po co najmniej dwunastu miesiącach od zwolnienia chorego ze szpitala. Dane o stanie zdrowia chorego uzyskano na podstawie przeprowadzonych badań kontrolnych, kart ambulatoryjnych i ankiet wysłanych do chorych.

W ocenie stanu chorego podczas badania kontrolnego uwzględniono: intensywność bólu (skala VAS), jakość życia (skala OLBPDS). Wśród danych klinicznych odnotowano charakter bólu (miejscowy – w plecach, zakres promieniowania bólu), ograniczenia

ruchomości kręgosłupa, obecność objawów neurologicznych (objawy korzeniowe, ubytkowe, chromanie przestankowe pochodzenia rdzeniowego). U każdego pacjenta wykonano badanie rentgenowskie – rentgenogramy w projekcji a-p i bocznej stojącej, neutralnej z uwidocznieniem głów obu kości udowych, w celu wyznaczenia kąta Cobba i balansu kręgosłupowo-miedniczego. Dla oceny zrostu kostnego w zakresie przestrzeni międzytrzonowej i oceny trwałości zespolenia w miejscu operacji wykonano badanie TK odcinka lędźwiowo-krzyżowego kręgosłupa. Ocenę zrostu kostnego dokonano na podstawie skali Jörgenson’a i wsp. – 1994 [76].

Tabela 3. Skala oceny spondylodezy Jörgenson’a i wsp. [76]

Stopień	Ocena zrostu w miejscu zespolenia
0	brak widocznej struktury kostnej
1	bezpostaciowa kość, brak ciągłości struktury kostnej
2	bezpostaciowa kość, zachowana ciągłość struktury kostnej ⁺
3	zrost kostny z obecnością beleczek kostnych ⁺

⁺ prawidłowy zrost kostny

W kontrolnym badaniu MR lub TK dokonano pomiaru wysokości przestrzeni międzytrzonowej L5/S1. Uzupełnieniem była informacja dotycząca okresu czasu, który upłynął od operacji do podjęcia pracy zawodowej.

5.4. Metody analizy statystycznej

Materiał badawczy został zebrany w bazie danych Microsoft Office Excel. W opracowaniu wyników zostały wykorzystane metody analizy statystycznej. W opisie danych liczbowych posłużono się wartościami mediany, minimalną i maksymalną. Zmienne jakościowe opisano podając licznosci poszczególnych kategorii i wartości procentowe. Analiza statystyczna dotyczyła oceny całości materiału i badania wpływu wybranych czynników na zrost kostny oceniony na podstawie skali Jörgenson’a i wsp. Analizowałem wpływ płci, wieku, BMI, uzależnienia od nikotyny, współistnienia innych chorób (skala ASA), obecności zmian zwyrodnieniowych wg Skali Cambina, wartości kąta Cobba, parametrów balansu miedniczo-kręgosłupowego: pelvic tilt, sacral slope, lędźwiowej linii

grawitacyjnej, stopnia nasilenia zmian zwyrodnieniowych wg skali Modica, Cobba, sposobu stabilizacji tylnej (przez nasadową, przez stawową).

Do porównania danych nominalnych zastosowano test Chi-kwadrat, a gdyby warunki Cochrańskie jego stosowania nie były spełnione – test dokładny Fishera. Zmienne porządkowe i interwałowe porównywano testem Manna-Whitneya. Analiza zmian w czasie została przeprowadzona testem kolejności par Wilcoxon. Normalność rozkładu badano testem Shapiro-Wilka.

Istotność statystyczna została przyjęta na poziomie $p < 0,05$, uznano tendencję do wykazania istotności statystycznej przy $p \geq 0,05$, $< 0,1$.

Obliczenia statystyczne zostały wykonane za pomocą pakietów statystycznych PQStat v1.6.2.

6. Wyniki badań

6.1. Wyniki przedoperacyjne

W badanej grupie znajdowało się 63 chorych, 39 (61,90%) kobiet i 24 (38,10%) mężczyzn. Wiek chorych wahał się od 22 do 59 lat. Mediana wieku wynosiła 43 lata. Wszystkie osoby były aktywne zawodowo, 41 (65,08%) pracowało umysłowo, a 22 (34,92%) fizycznie. Z powodu choroby kręgosłupa 51 (%) nie mogło wykonywać pracy zawodowej. W badanej grupie uzależnienie od nikotyny zadeklarowało 21 chorych (33,33%). Wartości wskaźnika BMI wahały się od 18,90 do 30,10 (mediana = 24,80). Prawidłowy wskaźnik BMI stwierdzono u 20 (31,75%) osób, u 40 (63,49%) otyłość i u 3 (4,76%) niedowagę. Choroby współistniejące występowały u 34 (53,97%) chorych. Do najczęściej stwierdzanych chorób należały: nadciśnienie tętnicze, choroba wrzodowa żołądka i cukrzyca. Do stopnia 1 ryzyka operacyjnego w skali ASA zakwalifikowano 29 (46,03%) i do stopnia 2 zakwalifikowano 34 (53,97%) chorych.

Długość wywiadu chorobowego wynosiła od 6 do 23 miesięcy (mediana = 11 miesięcy). Ocena natężenia bólu kręgosłupa odcinka lędźwiowo-krzyżowego i kończyn dolnych według skali VAS wynosiła od 6,5 do 8,4 (mediana = 7,3). Ocena jakości życia, oceniona na podstawie skali OLBPDS wynosiła od 38 do 47 punktów (mediana = 43 punkty).

U

wszystkich analizowanych stwierdziłem ból miejscowy kręgosłupa w odcinku lędźwiowo-krzyżowym, ból promieniujący do kończyny dolnej o charakterze rwy kulszowej występował

u 28 (44,44%), a u 11 (17,46%) stwierdziłem objawy ubytkowe neurologiczne: zaburzenia czucia i osłabienie siły mięśniowej w kończynach dolnych. Na

podstawie oceny przeglądowych rentgenogramów odcinka lędźwiowo-krzyżowego kręgosłupa wykorzystując skalę Kambina oceniłem zmiany zwyrodnieniowe w zakresie segmentu L5-S1. Do stopnia 2 zaliczyłem 30 (47,62%) chorych ze zwężeniem przestrzeni międzykręgowej do 1/3 wysokości. W stopniu 3 było 33 (52,38%) chorych ze zwężeniem przestrzeni międzykręgowej powyżej 1/3 wysokości i obecność brzeżnych osteofitów.

Wartości lędźwiowej linii grawitacyjnej były prawidłowe u 48 (76,19%) i nieprawidłowe u 15 (23,81%).

W badaniu MR odcinka lędźwiowego nasilenie zmian zwyrodnieniowych przedstawiłem według skali Modica. Do II° zakwalifikowano 41 (65,08%) i do III° – 22 (34,92%) chorych.

Wartości wysokości przestrzeni międzyprzonowej wyznaczone na podstawie obrazu w projekcji strzałowej w badania MR lub TK wahały się od 3 do 5 mm (mediana = 4 mm).

Analiza badań rtg, TK i MR wykazała u 12 (19,05%) osób, cechy kręgozmyku zwyrodnieniowego i u 3 (4,76%) chorych współistniejącą z kręgozmykiem kręgoszczelinę w zakresie cieśni łuku kręgu L5.

W badaniu densytometrycznym – gęstości kości z szyjki kości udowej prawidłowy wynik uzyskano u 60 (95,24%) badanych, a u 3 (4,76%) osób badanie wykazało osteopenię.

6.2. Opis metody operacyjnej

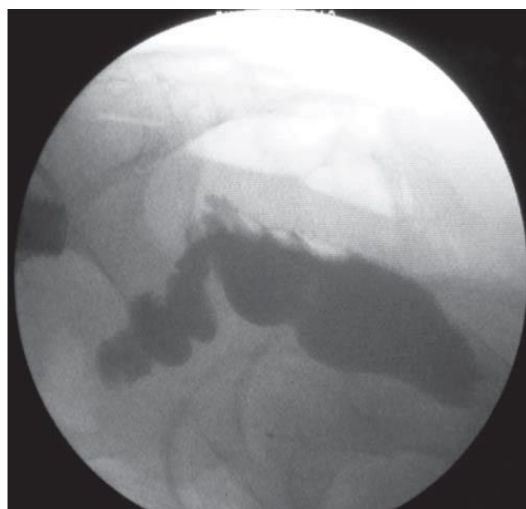
Pacjent w znieczuleniu ogólnym jest układany w pozycji „na brzuchu” na stole operacyjnym, który jest przepuszczalny dla promieni rentgenowskich. Do odbytnicy wprowadzany jest cewnik, którego balon jest wypełniany 10 ml powietrza w celu poprawy uwidocznienia odbytnicy w bocznej projekcji podczas wykonywania rentgenoskopii (fluoroskopii) (ryc. 9 i 10).

Pole operacyjne jest izolowane od odbytu. Odbyt zamykany jest szczelnym opatrunkiem. Podczas operacji jest rejestrowany zapis czynności bioelektrycznej mięśni (EMG), somatosensorycznych (SSEP) i ruchowych (MEP) potencjałów wywołanych. Monitorowanie neuroelektrofizjologiczne służy do obserwacji czynności układu nerwowego podczas dekompresji, dystrakcji międzyprzonowej i wprowadzania śrub do nasad łuków.

Rentgenoskop (ramię C) jest używany w celu wykonywania dwupłaszczyznowej skopi (w projekcjach a-p i bocznej) podczas operacji.



Rycina 9. Wypełnianie powietrzem odbytnicy

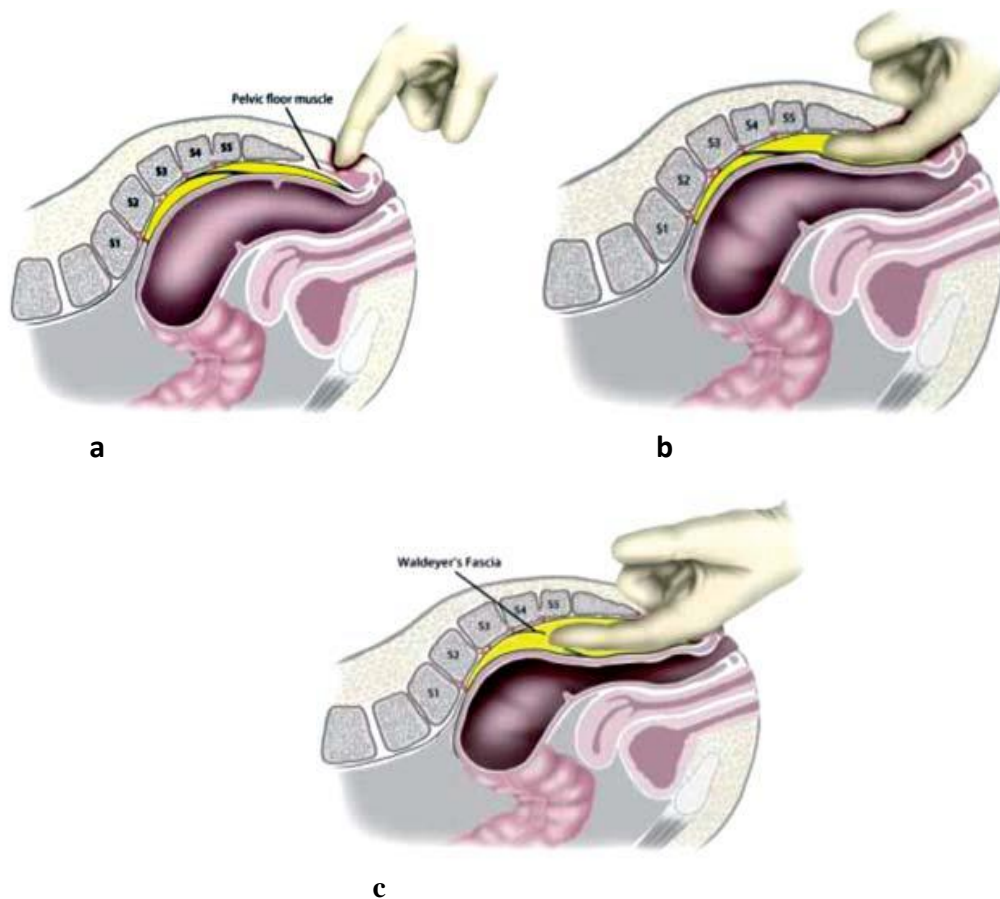


Rycina 10. Potwierdzenie obecności powietrza w odbytnicy w obrazie fluoroskopowym.



Rycina 11. Miejsce operacji.

Okolica krzyżowo-guzicza i pośladków jest dezynfekowana i okładana chustami chirurgicznymi. Cięcie skórne długości 20 mm wykonuje się po stronie prawej lub lewej od okołoguzicznego karbu (nacięcia) (ryc. 11).



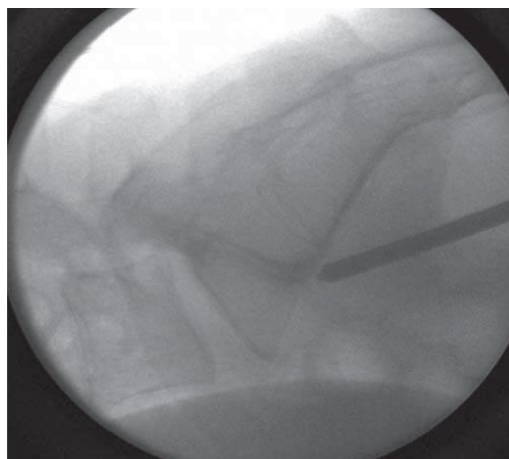
Rycina 12. Weryfikacja prawidłowego nacięcia powięzi (a) i identyfikacja palcem przestrzeni przedkrzyżowej (b, c).

Skórę ostrzykuje się 25% marciną z epinefryną w rozcieńczeniu (1:200 000), w celu uzyskania znieczulenia miejscowego. Nacinana jest skóra, a następnie powięź. Konieczne jest sprawdzenie palcem wprowadzonym do rany, czy prawidłowo została nacięta powięź (ryc. 12 a, b, c).

Zgłębnik wprowadzamy w miejsce nacięcia skóry i powięzi, następnie delikatnie przesuwamy go wzdłuż przedniej linii środkowej kości krzyżowej. Ważne jest, aby przez cały czas przesuwania mandrynu ręka chirurga wyczuwała ciągły kontakt z kością krzyżową. Dlatego wykonywane są niewielkie ruchy oscylacyjne odsuwające tkankę tłuszczową z przestrzeni przedkrzyżowej. Ten manewr powinien być zakończony potwierdzeniem w rentgenoskopii, w projekcji dwupłaszczyznowej, właściwego położenia mandrynu. Celem tego etapu operacji jest wprowadzenie zgłębnika do warstwy korowej kości krzyżowej w miejscu połączenia segmentów S1 i S2 kości krzyżowej (ryc. 13 a, b, c).



a



b



c

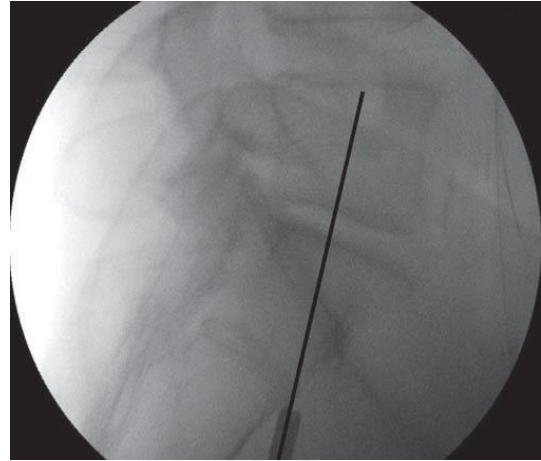
Rycina 13. Wprowadzanie zgłębnika do warstwy korowej kości krzyżowej (a). Obraz fluoroskopowy w projekcji bocznej (b) i a-p (c) przedstawia położenie zgłębnika.

Po wstępnym zidentyfikowaniu miejsca połączenia segmentów S1-S2 wykorzystywana jest dwupłaszczyznowa fluoroskopia do zaplanowania toru (trajektorii) przez kość krzyżową, przestrzeń międzykręgową i trzon kręgu L5, która będzie również drogą umieszczenia gwintowanego kejdża (śruby). Trajektorja musi być poprowadzona tak, aby tor kanału roboczego przechodził przez środkową i przednią część przestrzeni międzytrzonowej L5-S1 i kończył się w przedniej kolumnie trzonu kręgu L5.

Konieczne jest potwierdzenie w projekcjach a-p i bocznej położenia zgłębnika w linii środkowej kości krzyżowej i kręgu L5 (ryc. 14 a, b, c). Po uzyskaniu optymalnej trajektorii dla wprowadzenia śruby, tępy zgłębnik zostaje wymieniony na ostry, do którego dołączona jest rękojeść. Po potwierdzeniu fluoroskopowym miejsca położenia segmentów S1, S2 wprowadzany jest zgłębnik, delikatnymi uderzeniami młotka, do kości krzyżowej i do przestrzeni międzykręgowej L5-S1 (ryc. 15).



a

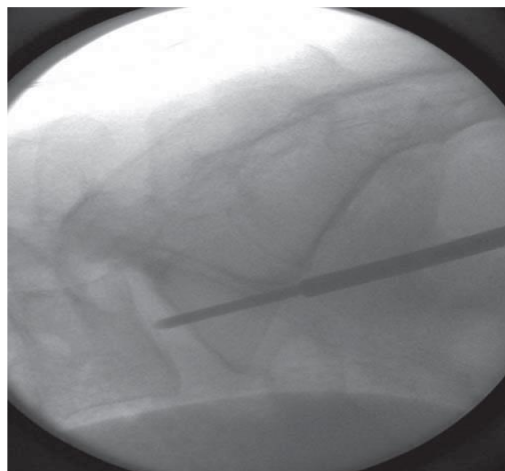


b



c

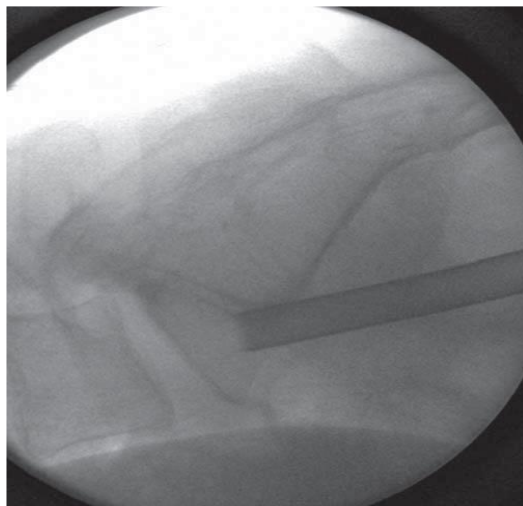
Rycina 14. Wprowadzane do struktur kostnych segmentu L5-S1 mandrynu (a). Obraz fluoroskopowy w projekcjach bocznej (b) i a-p (c) przedstawia położenie mandrynu.



Rycina 15. Obraz rentgenoskopii uwidacznia ostry zgłębnik w pierwszym segmencie kości krzyżowej i przestrzeni krzyżowej międzytrzonowej L5-S1.

W kolejnym etapie operacji usuwamy ostry zgłębnik i wprowadzamy sekwencyjnie rozszerzacze tkankowe (dilatatory rurkowe), które powiększają dostęp operacyjny w przestrzeni przedkrzyżowej i wytwarzają kanał roboczy w kości krzyżowej. Pierwszy, rurkowy dilatator ma średnicę 6 mm i do kości krzyżowej wprowadzany jest delikatnymi uderzeniami młotka pod kontrolą fluoroskopii.

Następnie, po jego usunięciu, są w identyczny sposób wprowadzane są rozszerzacze o średnicy 8 i 10 mm. Po założeniu 10 mm rozszerzacza ponownie wykonujemy rentgenoskopię w celu zweryfikowania prawidłowego położenia dilatatora w kości krzyżowej (ryc. 16).

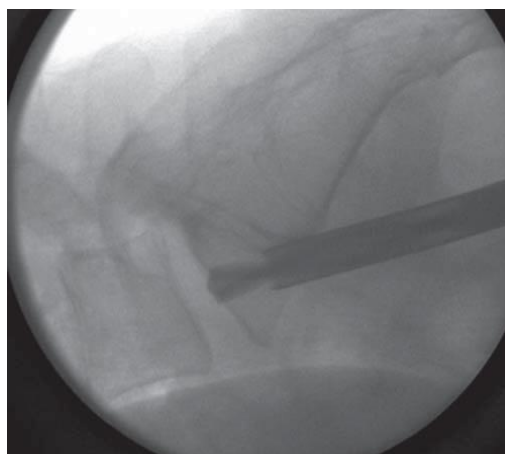


Rycina 16. Obraz fluoroskopii weryfikuje położenie rozszerzacza o średnicy 10 mm w kości.

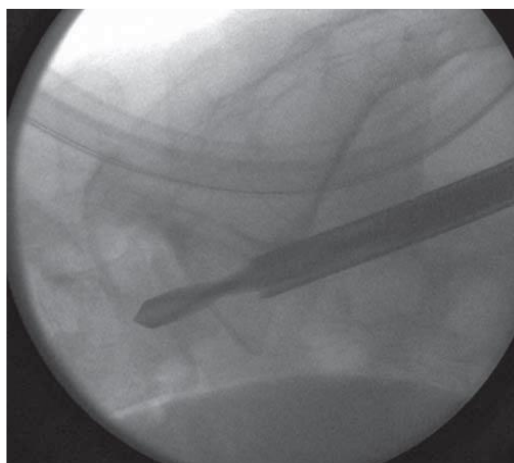
Następnie wprowadzana jest przez kanał roboczy do kości krzyżowej wiertarka, aby wytworzyć dojście do przestrzeni międzykręgowej L5-S1. Ciągłe monitorowanie fluoroskopowe pozwala na uwidocznienie końcówki wiertła (średnicy 9 mm), które wytwarza kanał w blaszce granicznej górnej segmentu S1, krążku międzykręgowym L5-S1 i dolnej blaszce granicznej kręgu L5 (ryc. 17 a, b, c).



a



b



c

Rycina 17. Wiercenie kanału w segmencie L5-S1 (a). Monitorowanie rentgenoskopowe obecności wiertła w blaszce granicznej górnej S1 (b) i trzonie kręgu L5 (c).

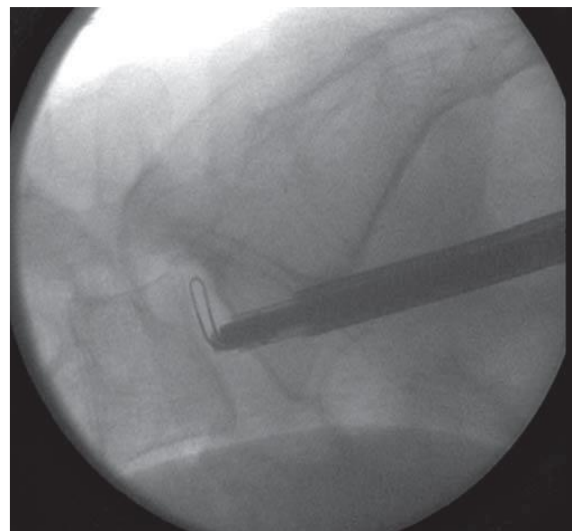
Podczas wiercenia otworu w strukturach kostnych kręgosłupa pozyskiwany materiał kostny jest zabezpieczony do wykorzystania, w późniejszym etapie operacji jako autogeny przeszczep (ryc. 18). Obecnie wykonywana jest discektomia L5-S1 do której przeprowadzenia służą specjalne narzędzia zakończone tnącymi pętlami (ryc. 19). Usuwane są: jądro miazdżyste i blaszki graniczne – górna segmentu S1 i dolna kręgu L5, aż do warstwy gąbczastej kości.



Rycina 18. Uzyskany materiał kostny podczas wiercenia kanału.



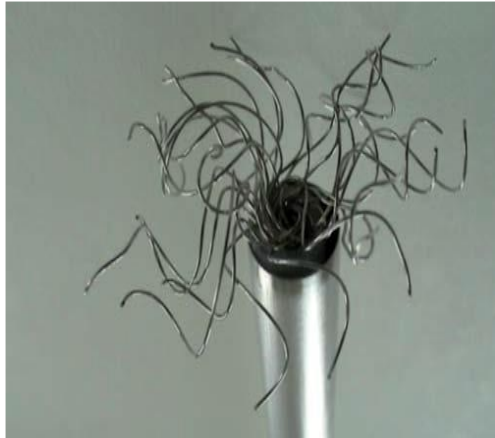
a



b

Rycina 19. Narzędzie do discektomii zakończone tnącą pętlą (a). Obraz fluoroskopowy po wprowadzeniu narzędzia do przestrzeni międzytrzonowej L5-S1 (b).

Do przestrzeni międzytrzonowej wprowadzane są metalowe szczotki, które pozwalają na usunięcie pozostałości jądra miażdżystego (ryc. 20 a, b, c). Ten sposób usunięcia jądra miażdżystego zapewnia zachowanie integralności zewnętrznej części pierścienia włóknistego (ryc. 21).



a

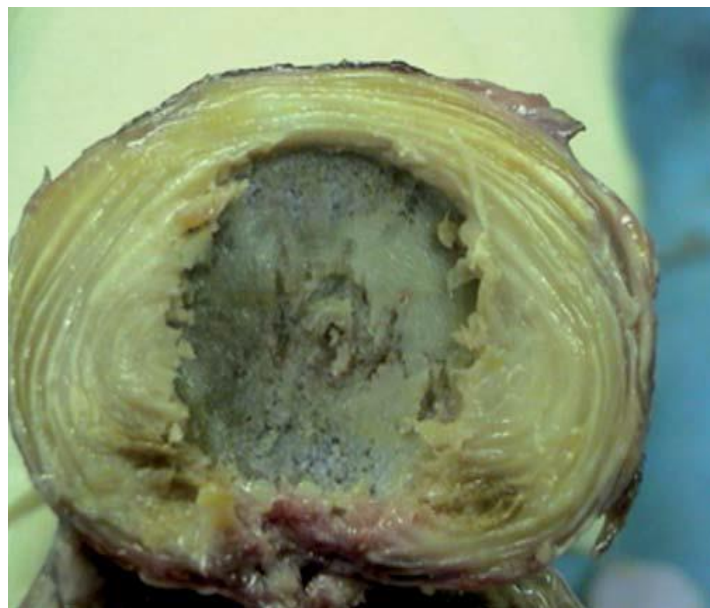


b



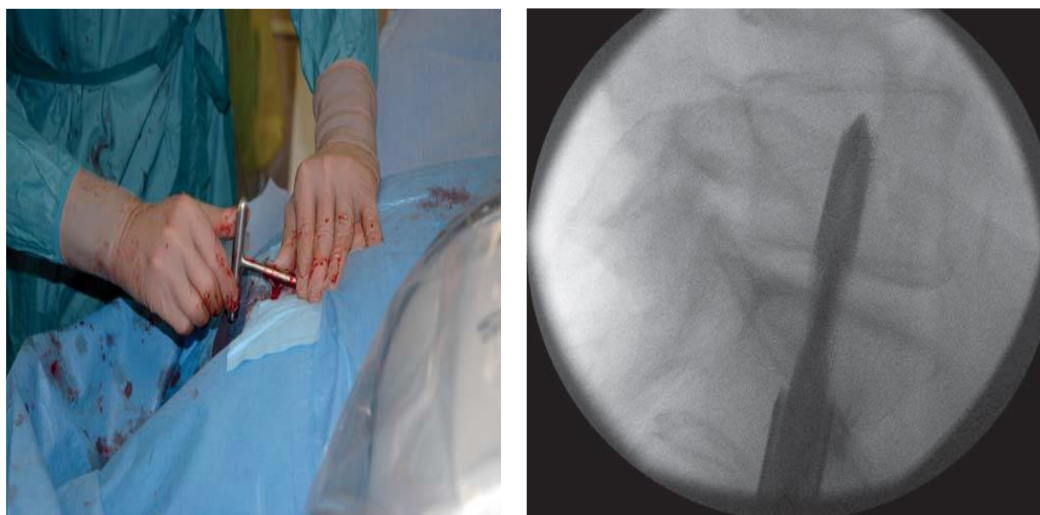
c

Rycina 20 a, b, c. Metalowa szczotka wprowadzana do przestrzeni międzytrzonowej.



Rycina 21. Obraz makroskopowy krążka międzykręgowego, na preparacie anatomicznym, po usunięciu jądra miazdżystego.

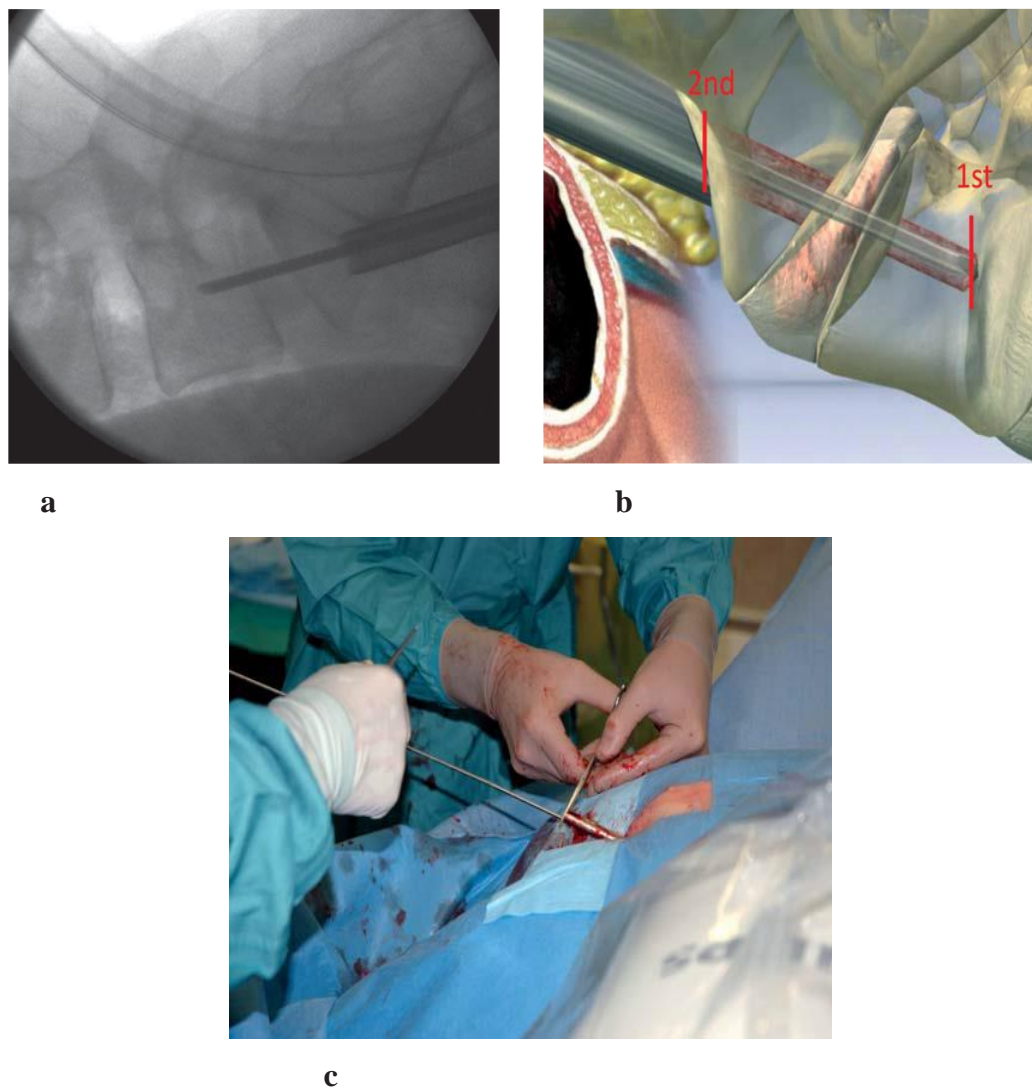
Po dokonaniu discektomii, lejkowata kaniula (rurka) jest umieszczana w przestrzeni międzykręgowej, aby wprowadzić materiał, który zapewnia spondylodezę. Zwykle są to fragmenty autogennej tkanki kostnej uzyskiwanej podczas wytwarzania tunelu w kości krzyżowej i kręgu L5, szpik kostny aspirowany jest z talerza kości biodrowej, zdemineralizowana macierz kostna, trójfosforan wapnia. W niektórych przypadkach jest stosowane białko morfogenetyczne. Objętość materiału użytego do przeszczepu wynosi od 10 do 15 ml. Po wykonaniu międzytrzonowej artrodezy rozwiertakiem (średnica wiertła 7,5 mm) wprowadzonym do kanału roboczego, nawiercamy ponownie, już istniejący kanał w kości krzyżowej i w kręgu L5, na długości co najmniej 1 cm powyżej listewki brzeżnej dolnej kręgu L5. Potwierdzenie uzyskuje się w obrazie fluoroskopii (ryc. 22 a, b).



Rycina 22. Ponowne nawiercenie kanału w segmencie L5-S1 (a) i potwierdzenie prawidłowego przebiegu kanału w obrazie fluoroskopii (b).

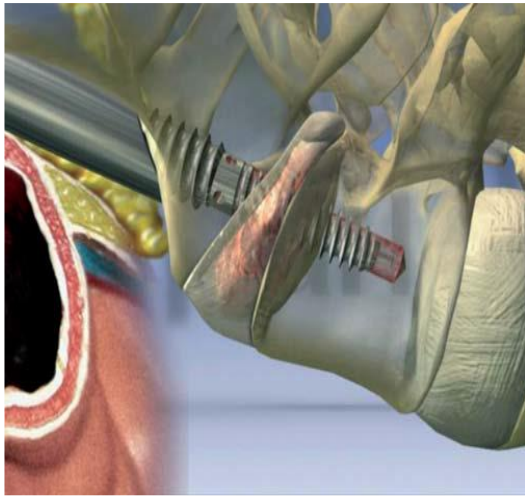
Po usunięciu rozwiertaka wprowadza się znacznik metalowy, w kształcie szpilki do wytworzonego kanału w strukturach kostnych kręgosłupa. Tytanowa śruba z centralnym kanałem (gwintowany, tubularny „kejdz”) składa się z dwóch części różniących się średnicą i rodzajem (skokiem) gwintu. Górna część (dystalna) gwintowanej śruby, która mocowana jest w kręgu L5, ma średnicę 11 mm i szerszy skok gwintu w porównaniu z dolną częścią (proksymalną), która ma średnicę 14 mm i węższy skok gwintu. Ta różnica, w średnicy i skoku gwintu, w poszczególnych częściach śruby zapewnia dystrakcję, która zwiększa przestrzeń międzytrzonową L5-S1 podczas wprowadzania śruby. Właściwą długość śruby

dobiera się poprzez pomiar znacznika (szpilki), która znajduje się w kanale śruby z uwzględnieniem wartości wymiaru dystrakcji (ryc. 23 a, b, c).



Rycina 23. Obraz rentgenoskopowy szpilki w segmencie L5-S1 (a). Model anatomiczny kręgosłupa obrazujący planowanie długości gwintowanego kejdża (b). Wyznaczanie śródoperacyjne długości śruby (c).

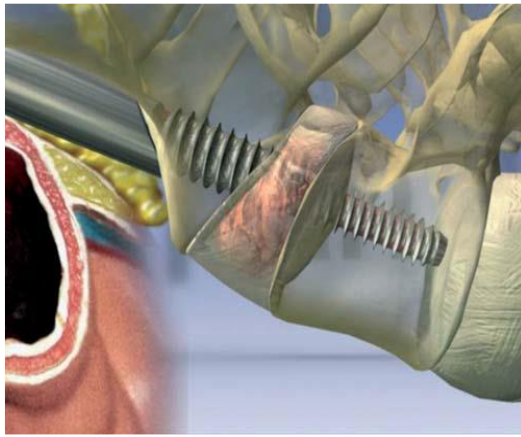
Po wprowadzeniu śruby do kanału roboczego, aż do granicy listewki brzeżnej dolnej kręgu L5, różnica w skoku śruby powoduje powstanie mechanizmu dystrakcyjnego, a zwiększenie wysokości przestrzeni międzykręgowej L5-S1 obserwujemy w obrazie rentgenoskopii (ryc. 24 a, b, c, d, e).



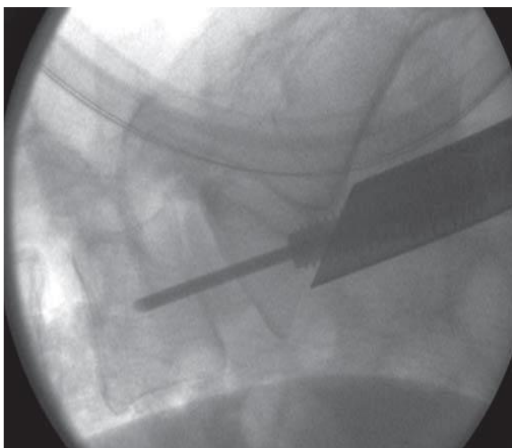
a



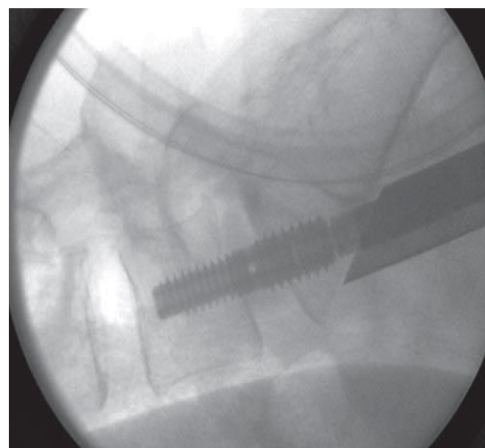
b



c



d



e

Rycina 24. Sposób wprowadzania śruby do segmentu L5-S1 przedstawiony na modelu anatomicznym (a, b). Zdjęcie śródoperacyjne wykonane podczas wprowadzania śruby do kręgosłupa (c) pod kontrolą fluoroskopii (d, e).

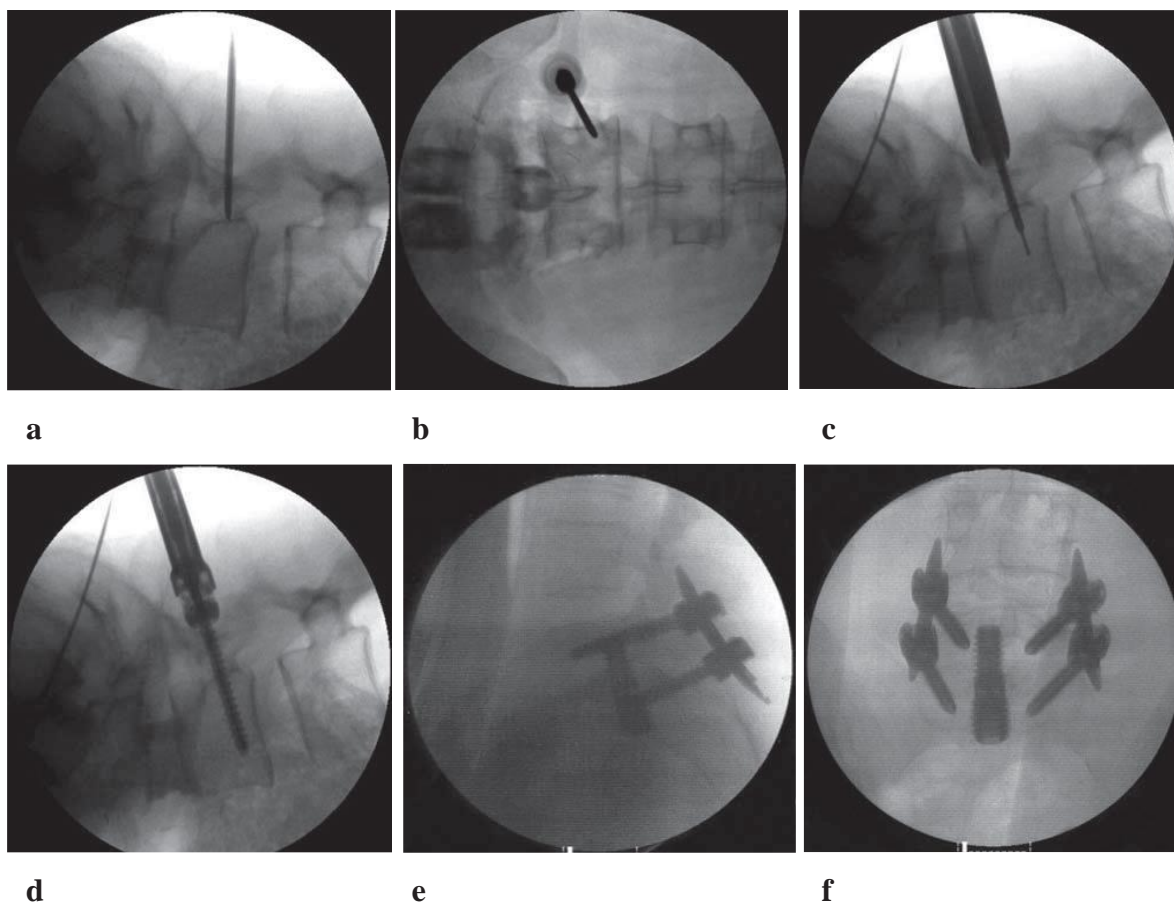
Po wkręceniu śruby na właściwą głębokość do trzonu kręgu L5 usuwany jest znacznik znajdujący się w kanale śruby. Na tym etapie operacji wykorzystując kanał śruby, możemy dokonać uzupełnienia materiału zapewniającego spondylodezę L5-S1.

W ostatnim etapie operacji usuwamy dilatator, przez który była wprowadzana śruba stabilizująca, a pole operacyjne przemywamy roztworem antybiotyku. Zamknięcie rany jest typowe (ryc. 25). Operacja może zostać uzupełniona przez jednoczasową lub w terminie odroczonej przezskórną tylną stabilizację śrubami przeznasadowymi lub przezstawowymi.

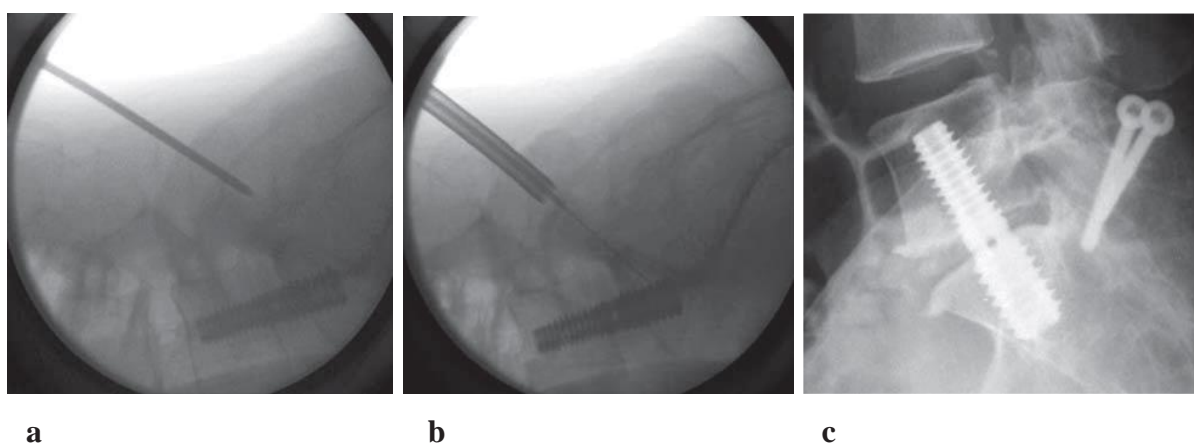


Rycina 25. Rana pooperacyjna.

Podczas implantacji śrub przeznasadowych nasady łuków identyfikujemy poprzez wprowadzenie igieł (kaliber 11) pod kontrolą fluoroskopii, w projekcjach a-p i bocznej. Jednostronnie wykonywane są małe nacięcia obejmujące skórę i powięź, a następnie przebijając mięśnie wprowadzamy trokar do szczytów nasad i nasad kręgów L5 i S1. Po kontrolnej fluoroskopii, usuwamy trokar, który zastąpiony zostaje drutem Kirschnera. Później wprowadzane są sekwencyjnie rozszerzacze mięśniowe, śruby przeznasadowe do nasad i trzonów kręgów pod kontrolą ramienia U. Taka sama procedura jest powtarzana przy wprowadzaniu śrub po przeciwnej stronie. Śruby z obu stron są łączone pomiędzy sobą prętami wprowadzanymi poprzez wcześniej wykonane nacięcia skóry i powięzi do wprowadzania śrub.



Rycina 26. Obraz rentgenoskopowy boczny (a) i a-p (b) wprowadzonych przezskórnie igieł w celu identyfikacji nasad łuków. Wprowadzanie pod kontrolą ramienia U trokaru (c), a następnie śruby do nasady łuku (d). Kontrolne obrazy rentgenoskopii w projekcjach bocznej (e) i a-p (f) uwiadcniają prawidłowe położenie implantów.



Rycina 27. Wprowadzanie pod kontrolą ramienia U trokaru (a), a następnie drutu Kirschnera (prowadnicy) do wprowadzania śruby do stawu międzykręgowego (b). Kontrolny obraz badania fluoroskopowego w projekcji bocznej (c) uwiadcznia prawidłowe położenie implantów.

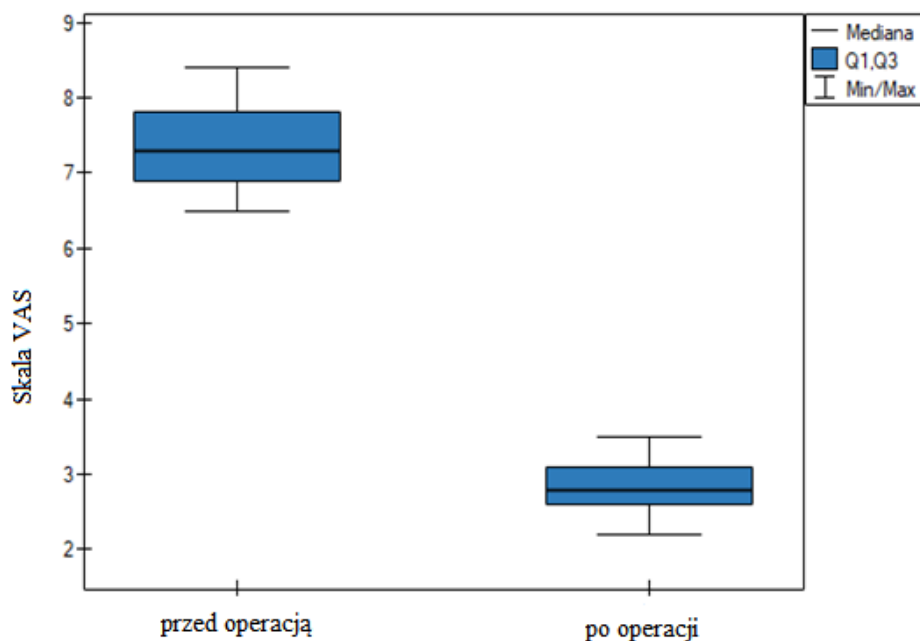
Następnie mocujemy nakrętki łączące pręty ze śrubami. Fluoroscopia dwupłaszczyznowa potwierdza prawidłowe osadzenie śrub w nasadach i trzonach kręgowych (ryc. 26 a, b, c, d, e, f). Innymi sposobami uzyskania większej efektywności stabilności segmentu L5-S1 kręgosłupa jest zastosowanie stabilizacji przestawowej – Boucher (TFSS – Facet Joint Screw Fixation), przezłukowej – Magerl (Translaminar Screw Fixation) (ryc. 27 a, b, c).

Czas trwania zespolenia wynosił od 40 do 120 minut (mediana = 70 minut), a utrata krwi od 30 do 90 ml (mediana = 40 ml). Powikłania okołoperacyjne odnotowano u 2 (3,18%) chorych i dotyczyły one gojenia rany operacyjnej. Chorzy w szpitalu przebywali od 2 do 4 dni (mediana = 2 dni).

6.3. Wyniki pooperacyjne

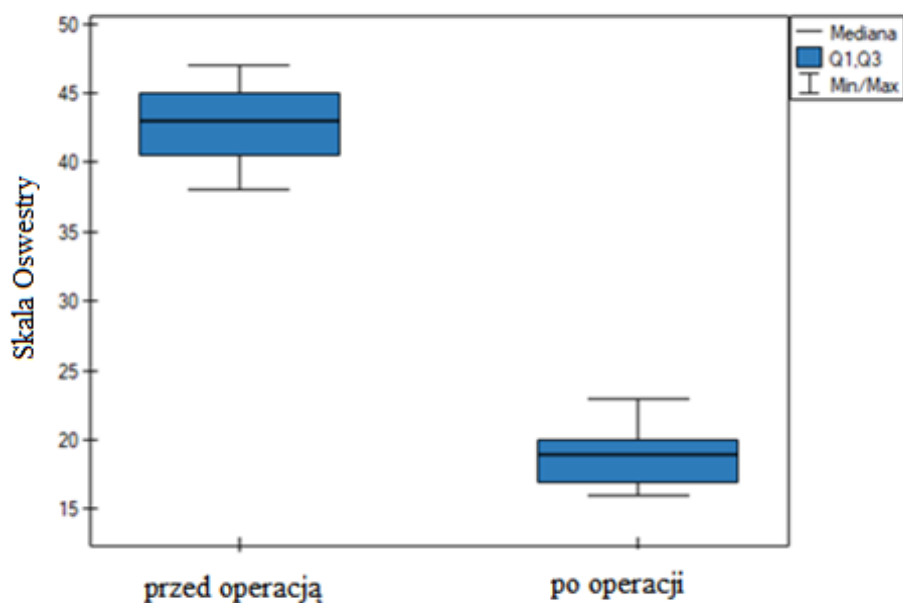
Ostatecznej oceny wyniku leczenia operacyjnego dokonano po upływie 2 lat. Przed operacją niezdolnych do wykonywania pracy zawodowej było 51 (%) osób, po operacji wszyscy leczeni podjęli pracę zawodową. Powrót do aktywności zawodowej miał miejsce w czasie od 2 do 11 miesięcy po operacji (mediana = 3 miesiące).

Obserwowano poprawę neurologiczną, ból miejscowy kręgosłupa i podczas badania ruchomości odcinka lędźwiowo-krzyżowego kręgosłupa stwierdziłem u 9 (%) chorych. Przed operacją występował u wszystkich chorych. Ból promieniujący do kończyny dolnej (rwa kulszowa) o mniejszym nasileniu jak przed operacją miał miejsce u 4 (6,35 %) osób. Przed operacją u 28 (44,44%) chorych była rwa kulszowa. U 2 (3,1%) w kontrolnym badaniu neurologicznym stwierdziłem ubytkowe objawy neurologiczne, a przed operacją miały miejsce u 11 (17,46%) chorych. Ocena natężenia bólu w odcinku lędźwiowo-krzyżowym i kończynach dolnych według skali VAS wynosiła od 2,2 do 3,5 (mediana = 2,8). Wynik leczenia wyrażony oceną intensywności bólu, przed- i po operacji, według skali VAS przedstawia (ryc. 28).



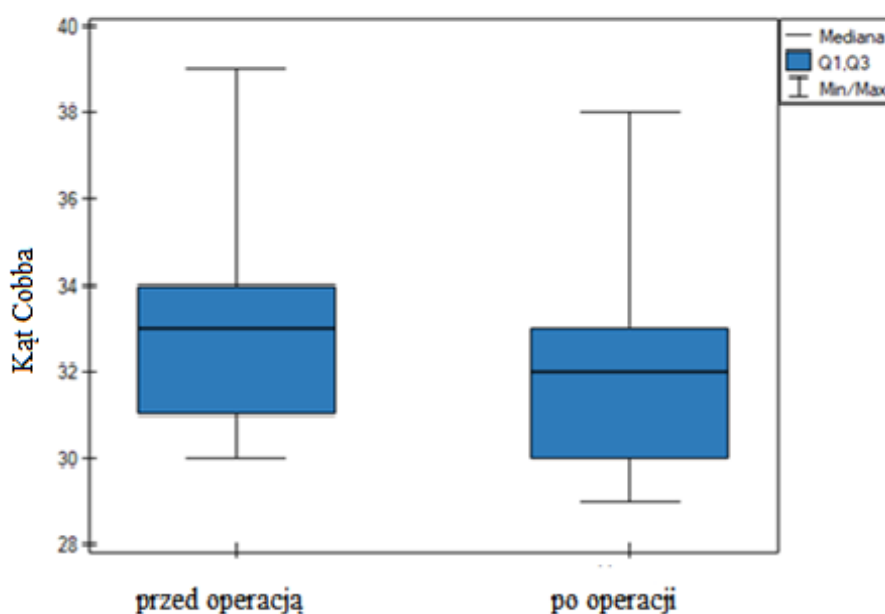
Rycina 28. Zmiana natężenia bólu, według skali VAS, przed- i po operacji. (test kolejności par Wilcoxon, $p=0,001$).

Ocena jakości życia, dokonana na podstawie kwestionariusza Oswestry, wahała się od 16 do 23 punktów (mediana = 19 punktów). Ocenę stanu niepełnosprawności pacjentów przed- i po operacji na podstawie kwestionariusza Oswestry została przedstawiona na (ryc. 29).



Rycina 29. Ocena niepełnosprawności pacjentów, przed- i po operacji na podstawie skali Oswestry (test kolejności par Wilcoxon, $p=0,001$).

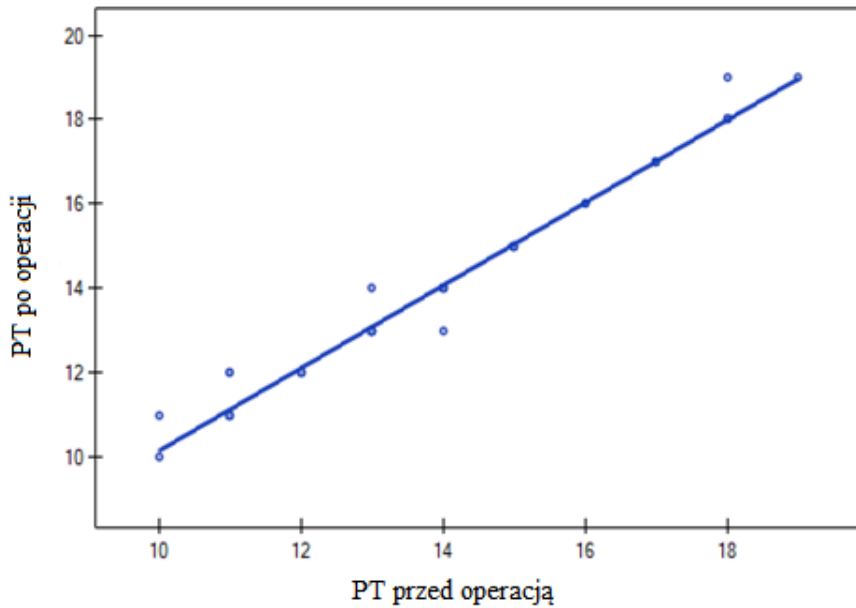
Na podstawie kontrolnych badań rtg, TK dokonano oceny zrostu kostnego w miejscu operowanej przestrzeni międzytrzonowej. Na podstawie skali Jörgenson'a i wsp. stwierdzono prawidłową spondylodezę u wszystkich chorych. Jakość zrostu kostnego była różna. Bezpostaciową kość, zachowaną ciągłość struktury kostnej (2° w skali Jörgenson'a) wykazano u 27 (42,86%) analizowanych. U pozostałych chorych 36 (57,14%) był zrost kostny z obecnością beleczek kostnych (3° w skali Jörgenson'a). Wartości kąta Cobba po operacji, wyznaczone na bocznym rentgenogramie odcinka lędźwiowo-krzyżowego wahały, się od 29° do 38° (mediana = 32°). Porównanie wartości kąta Cobba przed- i po operacji przedstawiono na (ryc. 30).



Rycina 30. Porównanie wartości kąta Cobba przed- i po operacji (test kolejności par Wilcoxon, $p=0,001$).

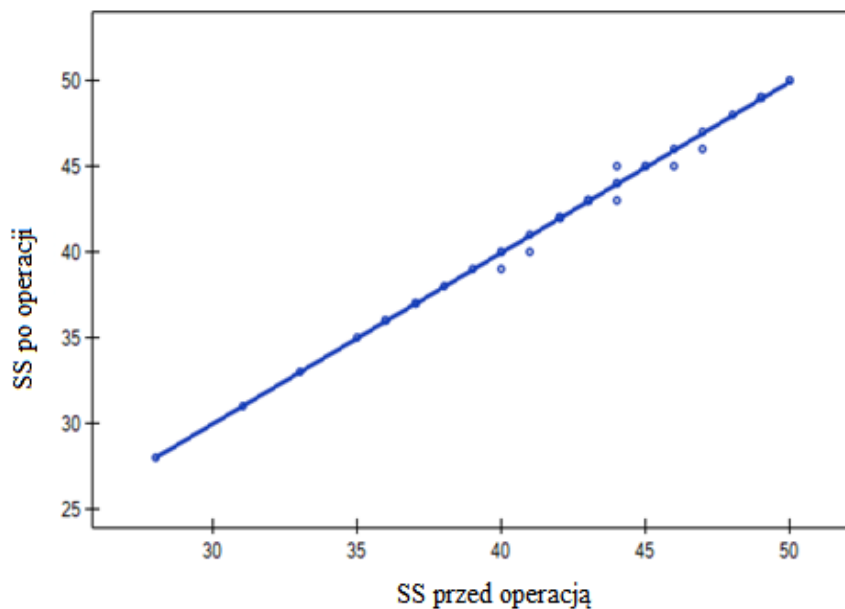
Wartości lędźwiowej linii grawitacyjnej po operacji zmieniły się – prawidłowe stwierdziłem u 56 (88,89%), a nieprawidłowe u 7 (11,11%) badanych, przed operacją wynosiły odpowiednio: 48 (76,19%) i 15 (23,81%). W obliczeniach statystycznych nie stwierdziłem zależności istotnych statystycznie.

Wartości kątów pelvic tilt wyznaczone na podstawie rentgenogramów bocznych odcinka lędźwiowo-krzyżowego kręgosłupa w pozycji bocznej, neutralnej z uwidocznieniem głów kości udowych po operacji wynosiły od 10° do 19° (mediana = 14°). Porównanie wartości kątów pelvic tilt przed- i po operacji przedstawiono na (ryc. 31.)



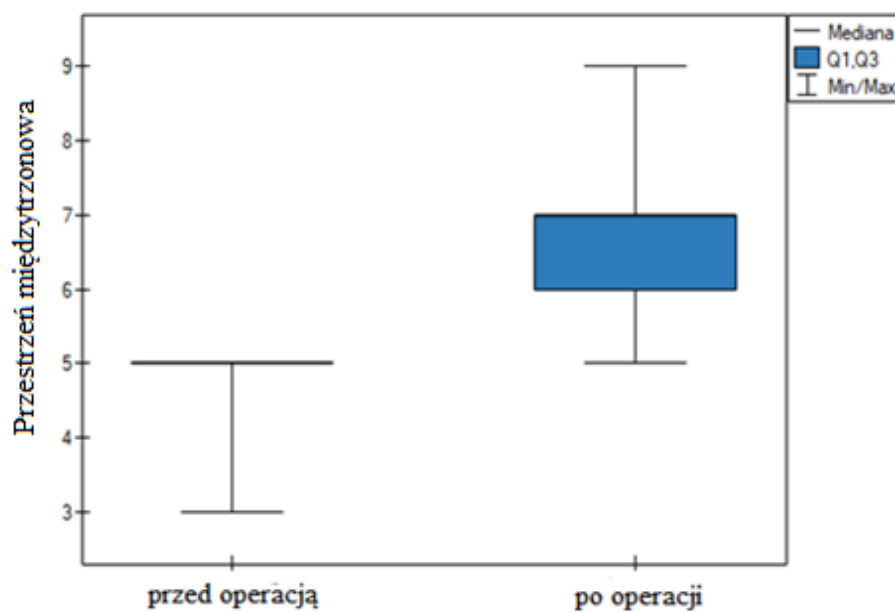
Rycina 31. Porównanie wartości kątów pelvic tilt przed- i po operacji. Zależność monotoniczna Spearmana, $r = 0,989502$, $p < 0,001$.

Wartości kątów sacral slope po operacji wynosiły od 28° do 50° (mediana = 43°). Porównanie wartości kątów pelvic tilt przed- i po operacji przedstawiono na (ryc. 32).



Rycina 32. Porównanie wartości kątów sacral slope przed- i po operacji. Zależność monotoniczna Spearmana, $r = 0,989502$, $p < 0,001$.

Wartości wysokości przestrzeni międzytrzonowej wyznaczone na podstawie kontrolnego badania MR po operacji wahały się od 5 do 9 mm (mediana = 7 mm). Porównanie wartości wysokości przestrzeni międzytrzonowej przed- i po operacji przedstawiono na (ryc. 33).



Rycina 33. Porównanie wartości wysokości przestrzeni międzytrzonowej przed- i po operacji (test kolejności par Wilcoxon, $p=0,001$).

W tabeli 4 przedstawiony został wpływ wybranych czynników socjodemograficznych, z wywiadu chorobowego i wyników badań klinicznych, na jakość zrostu kostnego w skali Jörgensona. W przeprowadzonych obliczeniach nie wykazano zależności na poziomie istotności statystycznej pomiędzy analizowanymi parametrami a jakością zrostu kostnego – wynikiem dobrym (bezpostaciowa kość, zachowana ciągłość struktury kostnej) i bardzo dobrym (zrost kostny z obecnością beleczek kostnych). Wartości zbliżone do poziomu istotności statystycznej (p od $> 0,05$ do $< 0,1$) stwierdziłem w porównaniu nasilenia zmian zwyrodnieniowych na podstawie skali Kambina i sposobem stabilizacji tylnej (przezstawowa, przemasadowa) a stopniem spondylodezy, odpowiednio $p=0,8$ i $p=0,7$.

Tabela 4. Analiza wpływu wybranych czynników socjodemograficznych, z wywiadu chorobowego i wyników badań klinicznych, na jakość zrostu kostnego w przestrzeni międzytrzonowej na podstawie skali Jörgenson'a

Analizowane parametry	Skala Jörgenson'a		Test statystyczny	Wartość p
	Wynik dobry n=27 (42,86%)	Wynik bardzo dobry n=36 (57,14,%)		
Wiek chorych	43 (23-58) +	44 (22-56)	t-Studenta	NS ++
Płeć chorych K M	16 (59.26%) 11 (40.74%)	23 (63.89%) 13 (36.11%)	Chi-kwadrat	NS
BMI norma nadwaga niedowaga	7 (25.93%) 2 (7.41%) 18 (66.67%)	13 (36.11%) 1 (2.78%) 22 (61.11%)	Manna-Whitneya	NS
Uzależnienie od nikotyny tak nie	8 (36.11%) 19 (63.89%)	13 (29.63%) 23 (70.37%)	Chi-kwadrat	NS
Skala ASA 1 2	13 (48.15%) 14 (51.85%)	16 (44.44%) 20 (55.56%)	Chi-kwadrat	NS
Skala nasilenia zmian zwyrodnieniowych na podstawie rtg 2° 3°	5 (20,83%) 22 (81,48%)	25 (69,44%) 11 (30,56%)	Chi-kwadrat	NS (z)+++
Skala Modica 2° 3°	18 (66.67%) 9 (33.33%)	23 (63.89%) 13 (36.11%)	Chi-kwadrat	NS
Lędźwiowa linia grawitacyjna – przed operacją prawidłowa nieprawidłowa	22 (81.48%) 5 (18.52%)	26 (72.22%) 10 (27.78%)	Chi-kwadrat	NS
Lędźwiowa linia grawitacyjna – po operacją prawidłowa nieprawidłowa	24(88.89%) 3 (11.11%)	32 (88.89%) 4 (11.11%)	Fishera	NS
Kąt Coobba przed operacją po operacji	32° (30°-34°) 32° (30°-33°)	33° (31°-35°) 33° (31°-33°)	Manna-Whitneya	NS
Pelvic tilt przed operacją po operacji	14° (13°-15°) 42° (38°-45°)	14° (12°-15°) 43° (41°-45°)	t-Studenta	NS
Sacral slope przed operacją po operacji	13° (13°-15°) 42° (38°-45°)	14° (12°-15°) 14° (12°-15°)	Manna-Whitneya	NS
Rodzaj stabilizacji tylnej przezstawowa przez nasadową	10 (50%) 10 (50%)	5 (11,63%) 38 (88,37%)	Chi-kwadrat	NS (z)

+ mediana (wartość minimalna; wartość maksymalna)

++ NS – zależność nieznamienista statystycznie

+++ NS (z) – zależność zbliżona do poziomu istotności statystycznej

7. Omówienie

Następstwa choroby zwyrodnieniowej kręgosłupa najczęściej obserwowane są w dolnym odcinku lędźwiowym kręgosłupa. Choroba zwyrodnieniowa może powodować stenozę kanału kręgowego oraz niestabilność, zazwyczaj segmentów międzykręgowych L4-L5 i L5-S1. W tym miejscu, przez kolumnę przednią kręgosłupa przenoszonych jest 80% obciążeń [171]. W przypadkach, gdy zawodzi leczenie zachowawcze chorzy są kwalifikowani do operacji z wykorzystaniem przedniego lub tylnego dostępu operacyjnego. Tradycyjne metody („otwarte”) PLIF, ALIF, TLIF są często źle tolerowane przez chorych. Przyczyną tego jest naruszenie ciągłości powięzi mięśniowych, mięśni i więzadeł, przemieszczanie struktur nerwowych, przecięcia pierścienia włóknistego krążka międzykręgowego, a czasami konieczności mobilizacji struktur anatomicznych jamy brzusznej i przestrzeni zaotrzewnowej. Do powikłań występujących podczas operacji zalicza się: uszkodzenia dużych naczyń krwionośnych, uszkodzenia jelit, dysfunkcję współczulnego autonomicznego układu nerwowego i korzeni nerwów rdzeniowych. W następstwie tych dostępu operacyjnych mogą wystąpić ostre i przewlekłe bóle, ubytkowe objawy neurologiczne o charakterze przemijającym lub utrwalonym. Powikłania występują w zakresie od 10% do 20% przypadków [148, 153, 169, 174, 182].

Postępy w technologiach medycznych i wprowadzenie oszczędnych technik operacyjnych (MIS/TLIF "mini-open", endoskopowa – EndoLIF, LLIF/XLIF/DLIF, OLIF) umożliwiły zespolenie segmentów L4-L5 i L5-S1 kręgosłupa drogami tylną, tylnoboczną lub przednią z minimalnie inwazyjnych dostępu operacyjnych. Dzięki wprowadzeniu oszczędnych technik operacyjnych w chirurgii kręgosłupa możliwe jest przeprowadzenie zespolenia międzytrzonowego, przeskórnej stabilizacji przemasadowej i przestawowej, z minimalnym urazem mięśni, mniejszą utratą krwi, skróconym czasem hospitalizacji, zmniejszeniem bólu pooperacyjnego [73, 106, 118, 120, 135].

System Axia-Lif łączy osiągnięcia minimalnie inwazyjnych technik operacyjnych z nowym dostępem operacyjnym. Poprzez okołoguziczne nacięcie skóry małych rozmiarów wytwarza się dostęp do pierwszego segmentu kości krzyżowej, przedniej powierzchni trzonu kręgu L5, a następnie od wnętrza kości krzyżowej osiąga się przestrzeń międzykręgową L5-S1. Dostęp operacyjny przedkrzyżowy zachowuje integralność mięśni okołokręgosłupowych, więzadeł kręgosłupa i pierścienia włóknistego krążka międzykręgowego. Przestrzeń przedkrzyżowa jest ograniczona z tyłu przez powięź otrzewnową, która pokrywa kość

krzyżową, a z przodu przez kreskę odbytnicy (mesorectum). Przestrzeń przedkrzyżowa jest wypełniona tkanką łączną. Tkanka tłuszczowa otacza odbytnicę, granicząc bezpośrednio z kreską odbytnicy. W tkance tłuszczowej znajdują się naczynia krwionośne, które zaopatrują odbytnicę. W przestrzeni przedkrzyżowej są nerwy podbrzusne położone w odległości 1 cm od linii środkowej na wysokości wzdórka kości krzyżowej (promontorium) i nerwy przywspółczulne, które odchodzą od korzeni brzusznych S3-S4 u mężczyzn i S2-S4 u kobiet. Na poziomie S1-S2 kości krzyżowej nerwy podbrzusne są położone kilka centymetrów bocznie od linii środkowej tak, że istnieje bardzo małe ryzyko ich uszkodzenia podczas wytwarzania kanału roboczego [22, 178, 192].

Oto A. i wsp. [134] w swoich badaniach dokonali, na podstawie obrazów rezonansu magnetycznego (w czasie T2), pomiarów przestrzeni przedkrzyżowej w grupie 193 pacjentów – 87 mężczyzn i 106 kobiet, w wieku od 18 do 83 lat. Pomiary były dokonane

w trzech miejscach – na poziomach S1, S2 i S3. Pomiar w projekcji strzałkowej obejmował długość odcinka pomiędzy punktem przedniego brzegu segmentu kości krzyżowej, a tylną ścianą odbytu. Na podstawie obliczeń statystycznych wyznaczono wartości średnie wymiarów na poszczególnych poziomach, które wynosiły średnio u mężczyzn i kobiet: 16,2 i 11,9 na poziomie S1, 14,9 mm i 11,2 mm na poziomie S2 oraz 13,00 mm i 10,6 mm na poziomie S3. W przestrzeni przedkrzyżowej znajduje się tętnica krzyżowa i żyły krzyżowe pośrodkowe. Naczynia krwionośne są różnej wielkości, znajdują się w okolicy promontorium kości krzyżowej i segmentów S1, S2. Krwawienie śródoperacyjne z poprzecznych żył krzyżowych lub tętnicy krzyżowej pośrodkowej jest możliwe. Jednak ryzyko krwawienia jest małe, dlatego, że tkanki miękkie z przedniej powierzchni kości krzyżowej są przemieszczane tęym narzędziem. Ryzyko uszkodzenia dużych naczyń krwionośnych też jest znikome. Niebezpieczeństwo infekcji rany operacyjnej jest niewielkie. Procedurę wykonujemy przezskórnie w krótkim okresie czasu, a w jej następstwie powstaje niewielka, anatomiczna „martwa przestrzeń” [27, 41, 63, 72].

Wszystkie, dotychczas przeprowadzane przednie i tylne dostępy operacyjne w celu dokonania artrodezy międzytrzonowej powodują uszkodzenia pierścienia włóknistego krążka międzykręgowego, więzadeł przednich i tylnych kręgosłupa prowadząc do zaburzeń biomechaniki połączenia lędźwiowo-krzyżowego [54]. Nowy okologiczny, przezkrzyżowy dostęp operacyjny cechuje się wykonaniem discektomii bez naruszenia ciągłości pierścienia włóknistego krążka międzykręgowego i więzadeł kręgosłupa. Tym samym w sposób znaczący wzrasta usztywnienie segmentu

międzykręgowego po zastosowaniu dystrakcji. Obszary anatomiczne wokół dysku, dużych naczyń krwionośnych i struktur nerwowych kanału kręgowego pozostają bez blizn pooperacyjnych [21, 41, 99, 117]. Konstrukcja kejdża umożliwia natychmiastowe uzyskanie znacznej sztywności segmentu międzykręgowego. Dzięki temu, że pozostają niezmiennione więzadła kręgosłupa i pierścień włóknisty krążka międzykręgowego, możliwe jest przeprowadzenie ligamentotaksji, która powoduje bardziej sztywne zespolenie. Uzyskiwany jest szeroki zakres dystrakcji specjalnie zaprojektowanym implantem. Dystrakcję powoduje wykorzystanie różnicy skoku gwintu w dystalnej części kejdża (śruby). Połączenie tego typu zabiegu z przezskórną stabilizacją przeznasadową pozwala na dodatkowe manewry rozciągnięcia, kompresji i redukcji przemieszczonych kręgów przed wkręceniem kejdża [22, 41, 99, 117].

Osiowo – przekrzyżowo założony kejdż stawia bardziej skutecznie opór na siły ścinające i translacyjne, występujące podczas różnych ruchów w segmencie międzykręgowym L5-S1, w porównaniu z innymi systemami stabilizacji kręgosłupa [1, 28, 99, 53, 58, 168, 189].

Technika Axia-LIF pozwala na uniknięcie powikłań związanych z dostęпами: przednimi, tylnymi, skośnymi, takich jak: uszkodzenie narządów jamy brzusznej, naczyń krwionośnych umiejscowionych przykręgosłupowo, struktur nerwowych. Po operacjach nie obserwuje się blizn w kanale kręgowym i okołokorzeniowych, uszkodzeń mięśni przykręgosłupowych, nie ma ryzyka wytrysku wstecznego. Nie jest spotykana jatrogena niestabilność, zwłaszcza rotacyjna, która występuje w kręgozmykach w przypadkach zastosowania kejdży międzytrzonowych [13, 153, 164]. Po operacjach przeprowadzonych techniką Axia-LIF powikłaniem może być przewlekły ból w plecach (Failed Back Syndrome – FBS) [60, 71, 175].

Poprzez naturalnie istniejącą przestrzeń przedkrzyżową wypełnioną tkankami łączną i tłuszczową, można osiągnąć poziom L5-S1 z pominięciem jamy brzusznej, dużych naczyń krwionośnych przestrzeni zaotrzewnowej, korzeni nerwów rdzeniowych, stawów międzywyrostkowych, łuków kręgowych i struktur [21, 23, 99].

Wskazaniem do zastosowania techniki Axia-LIF jest nie tylko dyskopatia zwyrodnieniowa (Degenerative Disc Disease – DDD) powodujące dyskogeny ból w plecach, ale również pseudoartrozy, kręgozmyki 1 lub 2 stopnia, skoliozy zwyrodnieniowe [3, 4, 19, 64].

Operacja zazwyczaj jest ograniczona do segmentu L5/S1, ale stabilizacja międzytrzonowa może obejmować pierwszy segment kości krzyżowej, trzony kręgów

L5 i L4 [53]. Jednym z kryteriów oceny wyników leczenia operacyjnego jest uzyskanie zrostu kostnego w miejscu przeprowadzonego zespolenia. U wszystkich moich chorych uzyskałem zrost kostny w przestrzeni międzytrzonowej. Jakość zrostu kostnego w skali Jörgenson'a była bardzo dobra u 36 (57,14%) i dobra 27 (42,86%). W piśmiennictwie w różny sposób oceniany jest w badaniach kontrolnych zrost kostny i stopień spondylodezy. Trwałość zrostu kostnego w zależności od zastosowanej technikach operacyjnych wynosi od 50 do 100% [105]. Dobre wyniki uzyskiwane są po zastosowaniu techniki ALIF. Mobbs i wsp. -2012 w technice ALIF wykazali prawidłowy zrost kostny u 93 % leczonych chorych. Makanji i wsp.- 2018 w swoim opracowaniu analizowali 160 artykułów innych autorów. Ocena wyniku leczenia, obejmowała między innymi – jakości uzyskanej spondylodezy dotyczyła 8599 chorych. Lepsze wyniki, trwałość zespolenia był u chorych leczonych w latach 2000 – 2015 metodami minimalnie inwazyjnymi.

W moim opracowaniu analizowałem wpływ wybranych czynników na jakość zespolenia międzytrzonowego. Wykazałem, że stabilizacja tylna – przemasadowa wpływa na jakość zrostu kostnego (zależność zbliżona do poziomu istotności statystycznej). Inni autorzy jednoznacznie wykazują w swoich badaniach potrzebne zastosowania nie tylko stabilizacji międzytrzonowej, ale dla uzyskania trwałego zrostu kostnego konieczna jest dodatkowa stabilizacja tylna przemasadowa czy przemasadowa [172, 188, 197,198]. Z przeglądu piśmiennictwa wynika jednoznacznie, że stopień zrostu kostnego w przestrzeni międzytrzonowej u chorych leczonych techniką Axia-LIF osiąga 90% i jest lepszy niż w technikach PLIF, ALIF, TLIF i innych minimalnie inwazyjnych operacjach) [140, 175, 188].

Wyniki leczenia są analizowane przede wszystkim w aspekcie zmniejszenia dolegliwości bólowych (skala VAS) i poprawy sprawności chorego (skala ODI). Moje wyniki i podawane przez innych autorów wykazują, u prawie wszystkich chorych, znaczną remisję bólu, poprawę sprawności i odzyskanie zdolności do pracy zawodowej [19, 136,188].

W technice Axia-LIF mogą wystąpić też powikłania związane z uszkodzeniem tylnej ściany odbytnicy, jelita grubego, naczyń krwionośnych i nerwów sąsiadujących z przestrzenią przedkręgosłupową. Powikłania te występują rzadko dzięki poznaniu warunków anatomicznych tej okolicy i stosowaniu środków protekcyjnych mających na celu dobre uwidocznienie odbytnicy podczas operacji (środki kontrastowe, balon) [79, 119, 159, 186].

Po operacji założony kejdż może przemieszczać się do przestrzeni przedkręgosłupowej i jamy brzusznej. Występuje to sporadycznie, ale w literaturze opisywane są takie przypadki [46, 186].

W moim materiale u dwóch chorych wystąpiły powikłania związane z gojeniem rany operacyjnej. Nie występowały powikłania związane z uszkodzeniem narządów i naczyń krwionośnych miednicy małej, jamy brzusznej. Po przeprowadzonych zabiegach operacyjnych nie obserwowałem pogorszenia stanu neurologicznego. U wszystkich chorych zastosowany został śródoperacyjny monitoring elektrofizjologiczny [103].

W analizie wyników mojego materiału wykazałem, że stabilizacja Axia-LIF, uzupełniona minimalnie inwazyjnym sposobem wprowadzenia śrub przestawowych lub przemasadowych (stabilizacja okrężna 360°) korzystnie wpływa na poprawę lordozy odcinka lędźwiowego kręgosłupa [122]. Stosowany sposób stabilizacji zmienia parametry balansu strzałkowego kręgosłupowo-miedniczego (sacral slope i pelvic tilt). Zapoczątkowane badania wymagają jednak dalszych obserwacji i uzupełnień. Trudno te zmiany interpretować i porównywać z wynikami innych autorów z powodu braku publikacji dotyczących wpływu metody Axia-LIF na parametry harmonii kręgosłupowo-miedniczej. Technika operacyjna Axia-LIF, jak każde postępowanie operacyjne minimalnie inwazyjne, zmniejsza uraz operacyjny, ogranicza utratę krwi podczas operacji, minimalizuje ból pooperacyjny, skraca okres pobytu chorego w szpitalu, przyspiesza powrót do aktywności dnia codziennego i pracy zawodowej [136, 79, 140, 188]. Znajduje to również odzwierciedlenie w przeprowadzonych przeze mnie badaniach.

W dalszym ciągu konieczne jest udoskonalanie nowych minimalnie inwazyjnych dostępów operacyjnych, których celem jest uzyskanie spondylodezy w segmentach L4-L5 i L5-S1 kręgosłupa.

8. Wnioski

1. Okołoguziczny – osiowy dostęp operacyjny do połączenia lędźwiowo-krzyżowego jest nową techniką operacyjną do przeprowadzenia zespolenia segmentu międzytrzonowego L5-S1. Operacja związana jest z minimalnym ryzykiem wystąpienia powikłań operacyjnych w odniesieniu do struktur nerwowych i naczyniowych. Dostęp operacyjny nie narusza ciągłości mięśni okołokręgosłupowych. Technika operacyjna pozwala na zapewnienie ciągłości pierścienia włóknistego krążka międzykręgowego, co poprawia sztywność zespolenia i umożliwia powstanie spondylodezy międzytrzonowej. Technika Axia-LIF zasługuje na rozpowszechnianie.
2. W przeprowadzonych badaniach wykazałem skuteczność stosowanej metody operacyjnej w odniesieniu do ustąpienia bólu i poprawy jakości życia. Przeprowadzone radiologiczne badania biometryczne przed- i pooperacyjne wykazały zmiany w zakresie pomiarów kąta lordozy, wysokości przestrzeni międzytrzonowej L5-S1 i wskaźników równowagi kręgosłupowo-krzyżowo-miedniczej: pelvic tilt i sacral slope.
3. Na podstawie analizy statystycznej nie wykazałem czynników, które wpływałyby istotnie na jakość spondylodezy międzytrzonowej.

9. Piśmiennictwo

1. Akesen B., Wu C., Mehbod A., Transfeldt E.: Biomechanical evaluation of paracoccygeal transsacral fixation. *J. Spinal Disord. Tech.* 2008, 21, 39-44
2. Albee F.H.: Transplantation of a portion of the tibia into the spine for Pott`s disease. A preliminary report. *JAMA* 1911, 57, 885-886. Cyt. wg Knoeller S.M., Seifried Ch.: History of spinal surgery. *Spine* 2000, 25, 2838-2843
3. Anand N., Baron E.M., Khandehroo B., i wsp.: Long-term 2- to 5-year clinical and functional outcomes of minimally invasive surgery for adult scoliosis. *Spine* 2013, 38, 18, 1566-1575
4. Anand N., Baron E.M., Khandehroo B.: Does minimally invasive transsacral fixation provide anterior column support in adult scoliosis? *Clin Orthop Relat Res.* 2014, 472, 6, 1769-1775
5. Anderson D.G., Sayadipour A., Shelby K., I wsp.: Anterior interbody arthrodesis with percutaneous posterior pedicle fixation for degenerative conditions of the lumbar spine. *Eur Spine J* 2011, 20, 1323–1330
6. Arnold P.M., Anderson K.K., McGuire R.A., I wsp.: The lateral transpsoas approach to the lumbar and thoracic spine: A review. *Surg Neurol Int* 2012, 3, 198-215
7. Aryanpur J., Ducker T.: Multilevel lumbar laminotomies an alternative to laminectomy in the treatment of lumbar stenosis. *Neurosurgery* 1990, 26, 429-432
8. Audat Z., Moutasem O., Yousef K., i wsp.: Comparison of clinical and radiological results of posterolateral fusion, posterior lumbar interbody fusion and transforaminal lumbar interbody fusion techniques in the treatment of degenerative lumbar spine. *Singapore Med J* 2012, 53, 183-187
9. Balderstron R.A., Vaccaro A.R.: Surgical treatment of adult degenerative spondylolisthesis. *W: The Lumbar Spine. Red.: S.W. Wiesel, 2nd ed., W.B. Saunders Company, Philadelphia, 1996, 700-709*
10. Barbagallo G.M., Albanese V., Raich A.L., i wsp.: Lumbar Lateral Interbody Fusion (LLIF): Comparative Effectiveness and Safety versus PLIF/TLIF and Predictive Factors Affecting LLIF Outcome. *Evid Based Spine Care J* 2014, 5, 28-37
11. Barrey C.Y.: Pedicle screw-based dynamic stabilization devices for the lumbar spine. *News & Journal Argospine* 2009, 21, 78-82
12. Barrey C., Jund J., Nosedo O., Roussouly P.: Sagittal balance of the pelvis-spine complex and lumbar degenerative diseases. A comparative study about 85 cases. *Eur Spine J.* 2007, 16, 9, 1459-1467
13. Baker J.K., Reardon .PR., Reardon M.J., Heggeness M.H.: Vascular injury in anterior lumbar surgery. *Spine.* 1993, 18, 15, 2227-2230
14. Benzel E.C., Larson S.J.: Functional recovery after decompressive operation for thoracic and lumbar spine fractures. *Neurosurgery,* 1986, 19, 772-778

15. Będziński R., Wall A.: Wybrane zagadnienia biomechaniki kręgosłupa w aspekcie stabilizacji. W: Uniwersalny system korekcyjno-stabilizacyjny DERO do operacyjnego leczenia kręgosłupa. Red.: Zarzycki D., Ciupik L., LFC Zielona Góra 1995, 223-232
16. Będziński R.: Budowa modeli fizycznych kręgosłupa lędźwiowego. Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 1994
17. Bilsky M.H., Boland P., Lis E., i wsp.: Single stage posterolateral approach for spondylectomy, epidural decompression, and circumferential fusion of spinal metastases. *Spine* 2000, 25, 2240-2250
18. Blick E.: An essay of the history of spinal fusion operation. *Clin. Orthop.* 1776, 115, 4-5
19. Boachie-Adjei O., Cho W., King A.B.: Axial lumbar interbody fusion (Axia-LIF) approach for adult scoliosis. *Eur Spine J.* 2013, 22, 2, 225-231
20. Boden S.D., Zdebick T.A., Sandhu H.S., I wsp.: The use of rhBMP-2 in Interbody fusion cages. *Spine* 2000, 25, 376-381
21. Bohinski J. G., Casteneda F., Dickman C., i wsp.: New percutaneous access method for minimally invasive anterior lumbar surgery. *J. Spinal. Disord. Tech.* 2004, 17, 21-28
22. Bohinski R.J., Jain V.V., Tobler W.D.: Presacral retroperitoneal approach to axial lumbar interbody fusion: a new, minimally invasive technique at L5-S1: Clinical outcomes, complications, and Fusion rates in 50 patients at 1-year follow-up. *SAS Journal* 2010, 4, 54-62
23. Bohinski J.G., Gloystein D., Singh N.: A novel alternative for removal of the AxiaLif (Trans1) in the setting of pseudoarthrosis of L5-S1. *Spine J.* 2009, 9, 910-915
24. Boos N., Aebi M.: *Spinal Disorders, Fundamentals of diagnosis and treatment.* Springer New York 2008, 15-21, 42-55, 481-573
25. Boos N., Wallin A., Aebi M., Boesch C.: A new magnetic resonance imaging analysis method for the measurement of disc height variations. *Spine* 1996, 21, 563-570
26. Boucher H.H.: A method of spinal fusion. *J. Bone Joint Surg.* 1959, 41 (B), 248-259
27. Boustani H.N., Rohlmann A., Abouezzedine O., i wsp.: Stiffening effect of a transsacral fusion system for the lumbosacral junction. A probabilistic finite element analysis and sensitivity study. *Orthopade.* 2011, 40, 2, 162-168
28. Burkus J.K.: Intervertebral fixation: clinical results with anterior cages. *Orthop. Clin. North. Am.* 2002, 33, 349-357
29. Capener N.: Spondylolisthesis. *Br. J. Surg.* 1931, 19, 374
30. Capener N.: The evolution of lateral rhachotomy. *J. Bone Joint Surg.* 1954, 36, 173-179
31. Caputy A.J., Luessenhop A.J.: Long-term evaluation of decompressive surgery for degenerative lumbar stenosis. *J. Neurosurg* 1992, 77, 669-676

32. Caspar W., Campbell B., Barbier D.D., i wsp.: The Caspar Microsurgical Discectomy and Comprasion with a Conventional Standard Lumbar Disc Procedure. *Neurosurgery* 1991, 28, 78-85
33. Ciupik L., Kierzkowska A., Baran B., i wsp.: Intervertebral body stabilization - the biomechanical significance of endplate. *J. Orthop. Trauma Surg. Rel. Res.* 2009, 4, 132-141
34. Ciupik L., Kierzkowska A. , Sterna J., i wsp.: "Mostowanie kręgosłupa" – stop tytanu a polimer PEEK w zastosowaniu na międzytrzonową stabilizację kręgosłupa. *Engineering of Biomaterials* 2015, 18, 133, 14-21
35. Cloward R.B.: The treatment of reaptured lumbar intervertebral discs by vertebral body fusion. Indication, operative technique, after care. *J. Neurosurg.*, 1953, 10, 154-158
36. Cole C.D., McCall T.D., Schmidt M.H., i wsp.: Comparison of low back fusion techniques: transforaminal lumbar interbody fusion (TLIF) or posterior lumbar interbody fusion (PLIF) approaches. *Curr Rev Musculoskelet Med* 2009, 2, 18-26
37. Cooper R.G., Freemont A.J., Hoyland J.A., i wsp.: Herniated intervertebral disc – associated periradicular fibrosis and vascular abnormalities occur without inflammatory cell infiltration. *Spine* 1995, 20, 591-599
38. Costa F., Sassi M., Ortolina A., i wsp.: Stand-alone cage for posterior lumbar interbody fusion in the treatment of high-degree degenerative disc disease: design of a new device for an "old" technique. A prospective study on a series of 116 patients. *Eur Spine J.* 2011, 20,1, 46-56
39. Cotrel Y., Dunousset J., Guillaumat M.: New universal instrumentation in spinal surgery. *Clin. Orthop.* 1988, 277, 10-23
40. Cotugno D.: Commentary on Nervous Sciatica. Vienna, 1770. Cyt wg Alpers B.J.: The Sciatica Problem. *Canad. M.A.J.* 1952, 67, 131-143
41. Cragg A., Carl A., Casteneda F., Dickman C., Guterman L., Oliviera C.: New percutaneous access method for minimally invasive anterior lumbar surgery. *J. Spinal. Disord. Tech.* 2004, 17, 21-28
42. Denis F., Armstrong G.W.D., Searis K., i wsp.: Acute thoracolumbar burst fractures in the absence of neurologic deficit: A comparison between operative and nonoperative treatment. *Clin. Orthop.* 1984, 189, 142-149
43. Denis F.: The three column spine and its significance in the classification of the acute thoracolumbar spinal injuries. *Spine* 1983, 8, 817-831
44. Dick W.: The „fixateur interne” as a versatile implant for spine surgery. *Spine* 1987, 12 882-900
45. De Smet A.A.: *Radiology of Spinal Curvature.* St Louis, Toronto, Princeton 1985
46. DeVine J.G., Gloystein D., Singh N.: A novel alternative for removal of the axialif (TranS1) in the setting of pseudarthrosis of L5-S1. *Spine J.* 2009, 9, 11, 910-915
47. Deyo R.A., Gray D.T., Kreuter W., I wsp.: United States trends in lumbar fusion surgery for degenerative conditions. *Spine* 2005, 30,1441-1445

48. Deyo R., Mirza S.: (2006) Trends and variations in the use of spine surgery. *Clin Orthop Relat Res* 2006, 443, 139-146
49. Eck J.C., Hodges S., Humphreys S.C.: Minimally invasive lumbar spinal fusion. *J Am Acad Orthop Surg* 2007, 15:321-329
50. Elsig J.P., Kaech D.L.: Dynamic imaging of the spine with an open upright MRI unit: present and future perspectives of fmri. *Eur J Orthop Surg Traumatol* 2007, 17, 119-124
51. Epstein N.E., Epstein J.A., Carras R., i wsp.: Degenerative spondylolisthesis with an intact neural arch: A review of 60 cases with an analysis of clinical findings and the development of surgical management. *Neurosurg.* 1983, 13, 555-561
52. Esses S.I., Botsford D.J., Kostuik J.P.: Evaluation of surgical treatment for burst fractures. *Spine* 1990, 15, 667-673
53. Erkan S., Wu C., Mehbod A.A., i wsp.: Biomechanical evaluation of a new axialif technique for two-level lumbar fusion. *Eur Spine J.* 2009, 18, 6, 807-814
54. Ethier D.B., Cain J.E., Yaszemski M.J. i wsp.: The influence of anulotomy selection on disc competence. A radiographic, biomechanical, and hystologic analysis. *Spine* 1994, 19, 2071-2076
55. Eule J.M., Breeze R., Kindt G.W.: Bilateral partial laminectomy: a treatment for lumbar spinal stenosis and midline disc herniation. *Surg. Neurol.* 1999, 52, 329-338
56. Ferguson R.L., Allen B.L.: A mechanistic classyfication of thoracolumbar spine fractures. *Clin. Orthop.* 1984, 189, 77-88
57. Fischgrund J.S., Mackay M., Herkowitz H.N., i wsp.: Degenerative lumbar spondylolisthesis with spinal stenosis: a prospective randomized study comparing decompressive laminectomy and arthrodesis with and without spinal instrumentation. *Spine* 1997, 22, 2807-2812
58. Fleischer G.D., Hart D., Ferrara L.A., i wsp.: Biomechanical effect of transforaminal lumbar interbody fusion and axial interbody threaded rod on range of motion and S1 screw loading in a destabilized L5-S1 spondylolisthesis model. *Spine* 2014, 39, 2, 82-88
59. Flesch J.R., Leider L.L., Erickson D.L., i wsp.: Harrington instrumentation and spine fusion for unstable fractures and fracture – dislocations of the thoracic and lumbar spine. *J. Bone Joint Surg.* 1977, 59, A, 143-153
60. Fokter S.K.: Update review and clinical presentation on chronic low back pain treated by axialif. *Eur J Orthop Surg Traumatol.* 2011, 21, 1, 39-42
61. Fox M., Onofrio B.M., Hanssen A.D.: Clinical outcomes and radiological instability following decompressive lumbar laminectomy for degenerative spinal stenosis: a comparison of patients undergoing concomitant arthrodesis versus decompression alone. *J. Neurosurg* 1996, 85, 793-802
62. Galen.: *On the Anatomical Procedures: The Later Books.* Cambridge, University Press, 1962, 24, cyt. wg Sanan A., Rengachary S.S.: *The History of Spinal Biomechanics.* Neurosurgery 1996, 39, 657-669

63. Garcia-Armengol J., Garcia-Botello S., Martinez-Soriano F., i wsp.: Review of the anatomic concepts in relation to the retrorectal space and endopelvic fascia: Waldeyer's fascia and the rectosacral fascia. *Colorectal Dis.* 2008, 10, 3, 298-302
64. Gerszten P.C., Tobler W., Raley T.J., i wsp.: Axial presacral lumbar interbody fusion and percutaneous posterior fixation for stabilization of lumbosacral isthmic spondylolisthesis. *J Spinal Disord Tech.* 2012, 25, 2, 36-40
65. Gerzbein S.D.: Degenerative disc disease of the lumbar spine: Immunological implications. *Clin Orthop* 1977, 129, 68-74
66. Ghiselli G., Wang J.C., Bhatia N.N., i wsp.: Adjacent segment degeneration in the lumbar spine. *J Bone Joint Surg Am.* 2004, 86, 7, 1497-503
67. Goh J.C.H., Wong H., Thambyah A., i wsp.: Influence of PLIF Cage Size on Lumbar Spine Stability. *Spine* 2000, 25, 35-40
68. Gostner P., Vigl E.E.: INSIGHT: Report of Radiological-Forensic Findings on the Iceman. *Journal of Archaeological Science* 2002, 29, 323-326
69. Gray D.T., Deyo R.A., Kreuter W., i wsp.: Population-based trends in volumes and rates of ambulatory lumbar spine surgery. *Spine* 2006, 31, 1957-1963
70. Grob D., Humke T., Dvorak J.: Degenerative Lumbar Spinal Stenosis. *J Bone and Joint Surg* 1995, 77-A, 1036-1041
71. Gundanna M.I., Miller L.E., Block J.E.: Complications with axial presacral lumbar interbody fusion: A 5-year postmarketing surveillance experience. *SAS J.* 2011, 5, 3, 90-94
72. Guvencer M., Dalbayrak S., Tayefi H., i wsp.: Surgical anatomy of the presacral area. *Surg Radiol Anat.* 2009, 31, 4, 251-257
73. Inamasu J., Guiot B.H.: Laparoscopic anterior lumbar interbody fusion: a review of outcome studies. *Minim. Invasive Neurosurg.* 2005, 48, 340-347
74. Jaslow I.A.: Intercorporeal bone graft in spinal fusion after disc removal. *Surg. Gynecol. Obstet.* 1946, 82, 215
75. Jarmużek P.: Choroby kręgosłupa. Redaktor wydania polskiego. Wydanie 1, 2016, Wydawnictwo medyczne medipage
76. Jörgenson S.S., Lowe T.G., France J.C., Sabin J.A.: A prospective analysis of autograft vs allograft in posterior lateral lumbar fusion in the same patient: A minimum of 1-year follow-up in 144 patients. *Spine* 1994, 19, 2048-2053
77. Hadra B.E.: Wiring of the spinous process in injury and Pott's disease. *Trans. Am. Orthop. Assoc.* 1891, 4, 206-210, Cyt. wg Theodore N., Sonntag V.K.H.: Spinal surgery: The past century and the next. *Neurosurgery* 2000, 46, 767-776
78. Haftek J.: Urazy kręgosłupa i rdzenia kręgowego. PZWL, Warszawa 1986

79. Hadjipavlou A., Alpantaki K., Katonis P., i wsp.: Safety and effectiveness of retrorectal presacral approach for lumbosacral axial instrumentation. A clinical study. *Acta Orthop Belg.* 2013, 79, 2, 222-229
80. Harmon P.H.: Anterior extraperitoneal lumbar disc excision and vertebral body fusion. *Clin. Orthop.* 1960, 18, 169-185
81. Holdsworth F.W.: Fractures, dislocations and fracture – dislocations of the spine. Review article. *J. Bone Joint Surg.* 1970, 52, 1534-1551
82. Hoppenfeld J.D.: A dignostic guide to neurologic levels Wolters Kluver Philadelphia. *Orthopedic Neurology.* 2018
83. Hsieh P.C., Koski T.R., O'Shaughnessy B.A., i wsp.: 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, 379-386
84. Humphreys S.C., Hodges S.D., Patwardhan A.G., i wsp.: Comparison of posterior and transforaminal approaches to lumbar interbody fusion. *Spine (Phila Pa 1976)* 2001, 26, 567-571
85. Kambin P., Cohen L.F., Brooks M., Schaffer J.L.: Development of degenerative spondylosis of the lumbar spine after partial discectomy. *Spine* 1995, 20, 599-604
86. Kanamori M., Matsui H., Hirano N., i wsp.: Trumpet laminectomy for lumbar degenerative spinal stenosis. *J Spinal Disord* 1993, 6, 232-237
87. Kaneda K., Taneichi H., Abumi K., i wsp.: Anterior decompression and stabilization with the Kaneda device for thoracolumbar burst fractures associated with neurological deficits. *J. Bone Joint Surg.* 1997, 79, 69-83
88. Karamelas I., Boev A.N., Fountas K.N., i wsp.: Sciatica a historical perspective on early views of a distinct medical syndrome. *Neurosurg. Focus* 2004, 16, 1, 6, 1-3
89. Katz J.N., Lipson S.J., Lew R.A., i wsp.: Lumbar Laminectomy Alone or With Instrumented or Noninstrumented Arthrodesis in Degenerative Lumbar Spinal Stenosis. Patient Selection, Costs, and Surgical Outcomes. *Spine* 1999, 24, 1043-1047
90. King D.: Internal fixation for lumbosacral fusion. *J. Bone Joint Surg.* 1948, 30(A), 560-565
91. Kleeman T.J., Hiscoe A.C., Berg E.E.: Patient outcomes minimally destabilizing lumbar stenosis decompression: the „Port-Hole” technique. *Spine* 2000, 25, 865-870
92. Kłosiński P., Gilis-Januszewski M., Serafin W.: Wyniki leczenia operacyjnego wąskiego kanału lędźwiowego odcinka kręgosłupa – dwuletnia obserwacja. *Neuroskop* 2003, 5, 34-39
93. Kocot-Kępska M., Szuldrzyński K.: Skale oceny bólu. *Medycyna Praktyczna* 2014
94. Kostuik J.P.: Anterior fixation for fractures of the thoracic and lumbar spine with or without neurologic involvement. *Clin. Orthop.* 1984, 189, 103-115

95. Krag M.H., Beynon B.D., Pope M.H., i wsp.: An internal fixation for posterior application to short segment for the thoracic, lumbar and lumbosacral spine. Design and testing. Clin. Orthop. 1986, 203, 75-98
96. Lang J.K., Kolenda H.: First appearance and sense of the term „spinal column” in ancient Egypt. J. Neurosurg. (Spine 1) 2002, 97, 152-155
97. Laus M., Tigani D., Alfonso C., i wsp.: Degenerative spondylolisthesis: lumbar and instability. Chir. Org. Mov., 1992, 77, 39-49
98. Lee Y.S., Park S.W., Kim Y.B.: Direct lateral lumbar interbody fusion: clinical and radiological outcomes. J Korean Neurosurg Soc 2014, 55, 248-54
99. Ledet E.H., Tymeson M.P., Salerno S., Carl A.L., Cragg A.: Biomechanical evaluation of a novel lumbosacral axial fixation device. J. Biomech. Eng. 2005, 127, 929-933
100. Ledet E. H., Carl A., Cragg A.: Novel lumbosacral axial fixation techniques. Expert Rev. Med. Devices 2006, 3, 327-334
101. Leslie A.: Lumbar Spine Stenosis Assessment With Computed Tomography, Magnetic Resonance Imaging, and Myelography. Clin Orthop 2001, 384, 122-136
102. Lestini W.F., Fulghum J.S., Whitehurst L.A.: Lumbar spinal fusion: advantages of posterior lumbar interbody fusion. Surg Technol Int 1994, 3, 577-590
103. Luther N., Tomasino A., Parikh K., Härtl R.: Neuronavigation in the minimally invasive presacral approach for lumbosacral fusion. Minim Invasive Neurosurg. 2009, 52, 4, 196-200
104. Maciejczak A.: Biomechanika kręgosłupa – koncepcje budowy, testy in vitro, modele matematyczne. Valetudinaria. Postępy Medycyny Klinicznej i Wojskowej 2001(6), 1-2, 15-18
105. Makanji H., Schoenfeld A. J. Bhalla A., Bono Ch, M.: Critical analysis of trends in lumbar fusion for degenerative disorders revisited: influence of technique on fusion rate and clinical outcomes. Eur Spine J 2018, 27, 1868-1876
106. MacMilan M., Fessler R., Gillepsy M., Montgomery W.: Percutaneous lumbosacral fixation and fusion: anatomic study and two-year experience with a new method. Neurosurg. Clin. North. Am. 1996, 7, 99-106
107. Magerl F.P., Aebi M., Gertzbein S.D., i wsp.: A comprehensive classification of thoracic et lumbar injuries. Eur. Spine J. 1994, 3, 184-201
108. Magerl F.P.: Stabilization of the lower thoracic and lumbar spine with external skeletal fixation. Clin. Orthop. 1984, 189, 125-141
109. Malawski S.: Spondyloortopedia. Tom I-III, CMPK, Warszawa 1990
110. Malawski S., Sosnowski R.: Kręgozmyk zwyrodnieniowy. Chir. Narz. Ruchu Ortop. Pol. 1995, LX, 6, 451-457

- 111.** Malham G.M., Parker R.M., Ellis N.J., i wsp.: Anterior lumbar interbody fusion using recombinant human bone morphogenetic protein-2: a prospective study of complications. *J Neurosurg Spine* 2014, 21, 851-860
- 112.** Malham G.M., Parker R.M., Goss B., i wsp.: Clinical results and limitations of indirect decompression in spinal stenosis with laterally implanted interbody cages: results from a prospective cohort study. *Eur Spine J* 2015, 24 Suppl 3, 339-345
- 113.** Malham G.M., Ellis N.J., Parker R.M., i wsp.: Maintenance of Segmental Lordosis and Disc Height in Standalone and Instrumented Extreme Lateral Interbody Fusion (XLIF). *J Spinal Disord Tech* 2014. Epub ahead of print
- 114.** Malham G.M., Ellis N.J., Parker R.M., i wsp.: Clinical outcome and fusion rates after the first 30 extreme lateral interbody fusions. *ScientificWorldJournal* 2012, 012, 246989
- 115.** Marketos S.G., Skiadas P.K.: Galen: A Pioneer of Spine Research. *Spine* 1999, 22, 2358-2562
- 116.** Marketos S.G., Skiadas P.: Hippocrates. The father of spine surgery. *Spine* 1999, 24, 1381-1387
- 117.** Marrotta N., Cosar M., Pimenta L., Khoo L.T.: A novel minimally invasive presacral approach and instrumentation technique for anterior L5-S1 intervertebral discectomy and fusion: technical description and case presentations. *Neurosurg. Focus* 2006, 20, E9, 1-8
- 118.** Mayer H.M.: A new microsurgical technique for minimal invasive anterior lumbar interbody fusion. *Spine* 1997, 22, 691-700
- 119.** Mazur M.D., Duhon B.S., Schmidt M.H., Dailey A.T.: Rectal perforation after Axia-LIF instrumentation: case report and review of the literature. *Spine J.* 2013, 13, 11, 29-34
- 120.** Mayer M., Brock M.: Percutaneous endoscopic discectomy: surgical technique and preliminary results compared to microsurgical discectomy. *J Neurosurg* 1993, 78, 216-225
- 121.** McAfee P.C., Yuan H.A., Frederickson B.E., i wsp.: The value of computed tomography in thoracolumbar fractures. An analysis of one hundred consecutive cases and a new classification. *J. Bone Joint Surg.* 1983, 65, 461-473
- 122.** Melgar M.A., Tobler W.D., Ernst R.J., i wsp.: Segmental and global lordosis changes with two-level axial lumbar interbody fusion and posterior instrumentation. *Int J Spine Surg.* 2014, 1, 8
- 123.** Misterska E., Jankowski R., Głowacki M.: Cross-cultural adaptation of the Neck Disability Index and Copenhagen Neck Functional Disability Scale for patients with neck pain due to degenerative and discopathic disorders. Psychometric properties of the Polish versions. *BMC Musculoskelet Disord* 2011, 84, 2474-2784
- 124.** Mixer W.J., Barr J.S.: Rupture of the intervertebral disc with involvement of the spinal canal. *N. Eng. J. Med.* 1934, 211, 210-215. Cyt. wg Hanley E.N., Delamarter R.B., McCulloch J.A., Takahashi K.: *Surgical Indications and Techniques. W: The Lumbar Spine.* Red: S.W. Wiesel, J.N. Weinstein, H. Herkowitz, J. Dvorak, G.Bell, 2nd ed.: W.B. Saunders Company Philadelphia, London, Toronto, Montreal, Sydney, Tokyo 1996, 523

- 125.** Mobbs R.J., Phan K., Daly D., i wsp.: Approach-Related Complications of Anterior Lumbar Interbody Fusion: Results of a Combined Spine and Vascular Surgical Team. *Global Spine J* 2015. Available online: <https://www.thiemeconnect.com/products/ejournals/abstract/10.1055/s-00351557141>
- 126.** Mobbs R.J., Sivabalan P., Li J.: Minimally invasive surgery compared to open spinal fusion for the treatment of degenerative lumbar spine pathologies. *J Clin Neurosci.* 2012, 19, 6, 829-835
- 127.** Mobbs R.J., Phan K., Thayaparan G.K., i wsp.: Anterior Lumbar Interbody Fusion as a Salvage Technique for Pseudarthrosis following Posterior Lumbar Fusion Surgery. *Global Spine J* 2015 <http://www.researchgate.net/publication/278031570>
- 128.** Modic M.T., Ross J.S.: Magnetic Resonance Imaging in the Evaluation of Low Back Pain. *Orthop. Clin. North.Am.* 1991, 22, 283-301
- 129.** Mulholland R., McCall I.: Magnetic Resonance Imaging of the Lumbar Spine. W: *The lumbar Spine.* Red.: S.W. Wiesel, J.N. Weinstein, H. Herkowitz, J. Dvorak, G. Bell, 2nd ed.: W.B. Saunders Company Philadelphia, London, Toronto, Montreal, Sydney, Tokyo 1996, 353-376
- 130.** Naderi S., Acar F., Mertol T., i wsp.: Functional Anatomy of the Spine by Avicenna his eleventh century treatise *Al-Quanun Fi Al-Tibb* (the Canons of Medicine). *Neurosurgery* 2003, 52, 1449-1454
- 131.** Nakai O., Ookawa A., Yamaura I.: Long-term roentgenographic and functional changes in patients who were treated with wide fenestration for lumbar stenosis. *J. Bone Joint Surg.* 1991, 73-A, 1184-1191
- 132.** Ohtori S., Mannoji C., Orita S., i wsp.: Mini-Open Anterior Retroperitoneal Lumbar Interbody Fusion: Oblique Lateral Interbody Fusion for Degenerated Lumbar Spinal Kyphoscoliosis. *Asian Spine J* 2015, 9, 565-572
- 133.** Olerud S., Karlstrom G., Sjostrom L.: Transpedicular fixation of thoracolumbar vertebral fractures. *Clin. Orthop.* 1988, 227, 44-51
- 134.** Oto A., Peynircioglu B., Erylimaz M. i wsp.: Determination of the width of the presacral space on magnetic imaging. *Clin. Anat.* 2004, 17, 14-16
- 135.** Ozgur B.M., Aryan H.E., Pimenta L., i wsp.: Extreme Lateral Interbody Fusion (XLIF): a novel surgical technique for anterior lumbar interbody fusion. *Spine J* 2006, 6, 435-443
- 136.** Ozgur B.: Minimally invasive trans-sacral approach to the lumbosacral spine. *Internet J Minim Invasive Spinal Tech.* 2009, 3, 4
- 137.** Panjabi M.M., Oxland T.R., Kifune M., i wsp.: Validity of the three – column theory of thoracolumbar fractures: A biomechanic investigation. *Spine* 1995, 20, 1122-1127
- 138.** Park J., Kim Y., Hong H., i wsp.: Comparison between posterior and transforaminal approaches for lumbar interbody fusion. *J Korean Neurosurg Soc* 2005, 37, 340-344
- 139.** Parker L.M., Murrell S.E., Boden S.D., i wsp.: The outcome of posterolateral fusion in highly selected patients with discogenic low back pain. *Spine* 1996, 21, 1909-1917

- 140.** Patil S.S., Lindley E.M., Patel V.V., Burger E.L.: Clinical and radiological outcomes of axial lumbar interbody fusion. *Orthopedics*. 2010, 33, 12, 883
- 141.** Perrin G.: Dynamic stabilization. *News & Journal Argospine* 2009, 24, 42-43
- 142.** Petersilge Ch.A., Pathria M.N., Emery S.E., i wsp.: Thoracolumbar burst fractures: evaluation with MR imaging. *Radiology* 1995, 194, 49-54
- 143.** Phan K., Mobbs R.J.: Sacrum fracture following L5-S1 stand-alone interbody fusion for isthmic spondylolisthesis. *J Clin Neurosci* 2015, 22, 1837-1839
- 144.** Phan K., Rao P.J., Scherman D.B., i wsp.: Lateral lumbar interbody fusion for sagittal balance correction and spinal deformity. *J Clin Neurosci* 2015, 22, 1714-1721
- 145.** Phan K., Thayaparan G.K., Mobbs R.J.: Anterior lumbar interbody fusion versus transforaminal lumbar interbody fusion - systematic review and meta-analysis. *Br J Neurosurg* 2015, 29, 705-711
- 146.** Poletti C.E.: Central lumbar stenosis caused by ligamentum flavum: unilateral laminotomy for bilateral ligamentectomy: preliminary report of two cases *Neurosurgery* 1995, 37, 343-347
- 147.** Pollintine P., Przybyla A.S., Dolan P., i wsp.: Neural arch load – bearing in old and degenerated spine. *J. Biomech.* 2004, 37, 197-204
- 148.** Postacchini F.: Spine update. Surgical management of lumbar spinal stenosis. *Spine* 1999, 24, 1043-1047
- 149.** Postacchini F., Cinotti G., Perugia D., i wsp.: The surgical treatment of central lumbar stenosis. Multiple laminotomy compared with total laminectomy. *J Bone and Joint Surg* 1993, 75(B), 386-392
- 150.** Pucher A., Jankowski R., Nowak S.: Operacyjne leczenie kręgozmyków zwyrodnieniowych w odcinku lędźwiowym kręgosłupa. *Neurol Neurochir Pol* 2005, 39, 114-119
- 151.** Pugh J.F.: Concepts of arthritis in India`s medical traditions: Ayurvedic and Unani perspectives *Social Science & Medicine* 2003, 56, 415-424
- 152.** Radek A., Błaszczak B., Radek M., i wsp.: Algorytmy diagnostyczne dla doboru odpowiedniej techniki operacyjnej w chorobie dyskowej kręgosłupa odcinka lędźwiowo-krzyżowego. *Neuroskop* 2003, 5, 40-42
- 153.** Rajaraman V., Vingan R., Roth P., Heary R.F., Conklin L., Jacobs G.B.: Visceral and vascular complications resulting from anterior lumbar interbody fusion. *J. Neurosurg.* 1999, 91, 61-64
- 154.** Rajae S.S., Bae H.W., Kanim L.E., i wsp.: Spinal fusion in the United States: analysis of trends from 1998 to 2008. *Spine* 2012, 1, 67-76
- 155.** Rao P.J., Ghent F., Phan K., i wsp.: Stand-alone anterior lumbar interbody fusion for treatment of degenerative spondylolisthesis. *J Clin Neurosci* 2015, 22, 1619-1624

- 156.** Rao P.J., Loganathan A., Yeung V., i wsp.: Outcomes of anterior lumbar interbody fusion surgery based on indication: a prospective study. *Neurosurgery* 2015, 76, 723, discussion 23-24
- 157.** Rao P.J., Maharaj M.M., Phan K., i wsp.: Indirect foraminal decompression after anterior lumbar interbody fusion: a prospective radiographic study using a new pedicle-topedicle technique. *Spine J* 2015, 15, 817-824
- 158.** Raunstein E.M., White S.J., Russell W., i wsp.: Paleradiologic evaluation of the Egyptian royal mummies. *Skeletal Radiol.* 1998, 17, 348-352
- 159.** Rivadeneira D.E., Lee S.W., Ng P.C., i wsp.: Best practices in prevention, detection, and treatment of colorectal perforations during axial lumbar interbody fusion. *Tech Orthop.* 2012, 27, 3, 209-217
- 160.** Rowiński W., Mayzner-Zawadzka E.: Ryzyko znieczulenia i operacji. *Pol. Przegl. Chir.* 1991, 63, 167-169
- 161.** Roy-Camille R., Saillant G., Mazel C.: Internal fixation of the lumbar spine with pedicle screw plating. *Clin. Orthop.* 1986, 203, 7-17
- 162.** Sakeb N., Ahsan K.: Comparison of the early results of transforaminal lumbar interbody fusion and posterior lumbar interbody fusion in symptomatic lumbar instability. *Indian J Orthop* 2013, 47, 255-263
- 163.** Sanan A., Rengachary S.S.: The History of Spinal Biomechanics. *Neurosurgery* 1996, 39, 657-666
- 164.** Sasso R.C., Kenneth Burkus J., LeHuec J.C.: Retrograde ejaculation after anterior lumbar interbody fusion: transperitoneal versus retroperitoneal exposure. *Spine.* 2003, 28, 10, 1023-1026
- 165.** Schmorl G., Junghanns H.: The human spine in health and disease. Grune & Stratton, New York 1977
- 166.** Schwab F., Lafage V., Boyce R., Skalli W., Farcy J.P.: Gravity line analysis in adult volunteers: age-related correlation with spinal parameters, pelvic parameters, and foot position. *Spine.* 2006, 31, 25, 959-967
- 167.** Silvestre C., Mac-Thiong J.M., Hilmi R., i wsp.: Complications and Morbidities of Mini-open Anterior Retroperitoneal Lumbar Interbody Fusion: Oblique Lumbar Interbody Fusion in 179 Patients. *Asian Spine J* 2012, 6, 89-97
- 168.** Slosar P.J., Reynolds J.B., Koestler M.: The axial cage. A pilot study for interbody fusion in a higher-grade spondylolisthesis. *Spine J.* 2001, 1, 115-120
- 169.** Steffee A.D., Sitkowski D.J.: Posterior lumbar interbody Fusion and plates. *Clin. Orthop. Relat. Res.* 1988, 227, 99-102
- 170.** Spetzger U., Bertalanffy H., Naujokat C., i wsp.: Unilateral Laminotomy for Bilateral Decompression of Lumbar Spinal Stenosis. Part I: Anatomical and Surgical Considerations. *Acta Neurochir (Wien)* 1997, 139, 392-396
- 171.** Spivak J.M.: Carent Concepts review. Degenerative Lumbar Spinal Stenosis. *J Bone and Joint Surg* 1998, 80, 1053-1066

- 172.** Swan J., Hurwitz E., Malek F., i wsp.: Surgical treatment for unstable low-grade isthmic spondylolisthesis in adults: a prospective controlled study of posterior instrumented fusion compared with combined anterior-posterior fusion. *Spine J.* 2006, 6, 6, 606-614
- 173.** Tertti M., Paajanen H., Laato M Aho H., i wsp.: Disc Degeneration in Magnetic Resonance Imaging. A Comparative Biomechanical, Histologic, and Radiologic Study in Cadaver Spines. *Spine* 1991, 16, 629-633
- 174.** Tiusanen H., Seitsalo S., Osterman K., Soini J.: Retrograde ejaculation after anterior interbody lumbar fusion. *Eur. Spine J* 1995, 4, 339-342
- 175.** Tobler W.D., Ferrara L.A.: The presacral retroperitoneal approach for axial lumbar interbody fusion: a prospective study of clinical outcomes, complications and fusion rates at a follow-up of two years in 26 patients. *J Bone Joint Surg Br.* 2011, 93, 7, 955-960
- 176.** Tsai R.Y., Yang R.S., Bray S.R.: Microscopic laminotomies for degenerative lumbar spinal stenosis. *J. Spinal Disord. Tech.* 1998, 11, 389-394
- 177.** Tsuji H., Itoh T., Sekido H., i wsp.: Expansive laminoplasty for lumbar spinal stenosis. *International Orthop.* 1990, 14, 309-314
- 178.** Tribus C.B., Belanger T.: The vascular anatomy anterior to the L5-S1 disc space. *Spine* 2001, 26, 1205-1208
- 179.** Turner J.A., Ersek M., Herron L., i wsp.: Surgery for lumbar spinal stenosis. Attempted meta-analysis of the literature. *Spine* 1992, 17, 1-8
- 180.** Taylor V.M., Deyo R.A., Cherkin D.C., i wsp.: Low back pain hospitalization: recent United States trends and regional variations. *Spine* 1994, 19, 1207-1212
- 181.** Verbiset H.: Basic principles of the surgery upon the anterior portion of the spine. *J. Neurol. Neurosurg. Psychiatry* 1968, 71, 115-131
- 182.** Villavicencio A.T., Burneikiene S., Bulsara K.R., Thramann J.J.: Perioperative complications in transforaminal lumbar interbody Fusion versus anterior-posterior reconstruction for lumbar disc degeneration and instability. *J. Spinal Disord Tech* 2006, 19, 92-97
- 183.** Weiner B.K., Fraser R.D., Peterson M.: Spinous process osteotomies to facilitate lumbar decompressive surgery. *Spine* 1999, 24, 62-66
- 184.** Weinstein J.N., Lurie J.D., Olson P.R., i wsp.: United States trends and regional variations in lumbar spine surgery: 1992-2003. *Spine* 2006, 31,,707-2714
- 185.** Weiss M.: Zasady postępowania w urazowych uszkodzeniach rdzenia kręgowego. PZWL, Warszawa 1974
- 186.** Wilson J.R., Timothy J., Rao A., Sagar P.M.: Retrieval of a migrated AxiaLIF lumbosacral screw using fluoroscopic guidance with simultaneous real time sigmoidoscopy: technical report. *Spine* 2013, 38, 20, 1285-1287

- 187.** White A.A., Panjabi M.M.: Clinical biomechanics of the spine, 2nd ed.: JB Lippincott Company, Philadelphia 1990
- 188.** Whang P.G., Sasso R.C., Patel V.V., i wsp.: Comparison of axial and anterior interbody fusions of the L5-S1 segment: a retrospective cohort analysis. *J Spinal Disord Tech.* 2013, 26, 8, 437-443
- 189.** Xu H.G., Yang X.M., Wu T.L., i wsp.: Finite element analysis of the screw in percutaneous axial lumbosacral interbody fusion. *Orthop Surg.* 2010, 2, 3, 207-210
- 190.** Xu H., Tang H., Li Z.: Surgical treatment of adult degenerative spondylolisthesis by instrumented transforaminal lumbar interbody fusion in the Han nationality. *J Neurosurg Spine* 2009, 10, 496-499
- 191.** Young S., Veerapen R., O`Laoire S.A.: Relief of lumbar canal stenosis using multilevel subarticular fenestrations as an alternative to wide laminectomy: preliminary report. *Neurosurgery* 1988, 23, 628-633
- 192.** Yuan P., Day T., Albert T. i wsp.: Anatomy of the percutaneous presacral space for a novel fusion technique. *J. Spinal Disord. Tech.* 2006, 19, 237-241
- 193.** Yucesoy K., Ozer E.: Inverse Laminoplasty for the Treatment of Lumbar Spinal Stenosis. *Spine* 2002, 27, 316-320
- 194.** Zapałowicz K., Radek A., Radek M., i wsp.: Leczenie spondylozy lędźwiowej metodą stabilizacji wewnętrznej. *Neuroskop* 2003, 5, 9-11
- 195.** Zarzycki D., Radło P.: Wszczepy międzytrzonowe w leczeniu choroby dyskowej kręgosłupa lędźwiowego. *Ortop. Traumatol. Rehabil.* 2004, 6, 3, 293-299
- 196.** Zhang Q., Yuan Z., Zhou M., i wsp.: A comparison of posterior lumbar interbody fusion and transforaminal lumbar interbody fusion: a literature review and meta-analysis. *BMC Musculoskeletal Disord* 2014, 15, 367- 372
- 197.** Zigler J., Delamarter R., Spivak J.M., i wsp.: Results of the prospective, randomized, multicenter Food and Drug Administration investigational device exemption study of the ProDisc-L total disc replacement versus circumferential fusion for the treatment of 1-level degenerative disc disease. *Spine.* 2007, 32, 11, 1155-1162
- 198.** Zigler J.E., Delamarter R.B.: Five-year results of the prospective, randomized, multicenter, Food and Drug Administration investigational device exemption study of the ProDisc-L total disc replacement versus circumferential arthrodesis for the treatment of single-level degenerative disc disease. *J Neurosurg Spine.* 2012, 17, 6, 493-501
- 199.** Żukiel R., Nowak S., Jankowski R., i wsp.: Stan wiedzy o kręgosłupie i rdzeniu kręgowym w Starożytności i Średniowieczu. *Neuroskop* 2004, 6, 111-118

10. Streszczenie

Wstęp. Tematem niniejszej pracy jest przedstawienie nowej, minimalnie inwazyjnej metody operacyjnej stabilizacji połączenia lędźwiowo-krzyżowego kręgosłupa, okołoguzicznego przekrzyżowego dostępu AxiaLIF. Podjąłem te badania w celu poszerzenia i uzupełnienia wiedzy w zakresie tego obszaru badawczego dotyczącego chirurgii kręgosłupa. Dostęp operacyjny Axia-Lif jest alternatywną metodą operacyjną względem tylnego, przedniego i transforaminalnego międzytrzonowego zespolenia L5-S1 kręgosłupa. Operacja umożliwia wykonanie przezskórnej discektomii, dystrakcji międzytrzonowej i stabilizacji. W celu poprawy efektywności unieruchomienia segmentu międzytrzonowego dodatkowym postępowaniem jest stabilizacja przeznasadowa lub przezstawowa techniką przezskórną. W ten sposób uzyskujemy „okrężne” (360°) unieruchomienie wewnętrzne segmentu międzykręgowego. W wyborze tematu badawczego kierowałem się powszechnością choroby zwyrodnieniowej kręgosłupa, trudnościami w podjęciu decyzji dotyczącej sposobu leczenia i niekorzystnym wpływem choroby zwyrodnieniowej na jakość życia osobniczego i społecznego.

Cele pracy. Praca ma na celu przedstawienie nowej metody leczenia operacyjnego – stabilizacji wewnętrznej połączenia lędźwiowo-krzyżowego kręgosłupa z wykorzystaniem metody minimalnie inwazyjnej, przezskórnej, osiowej-przedniej stabilizacji międzytrzonowej – Axia-LIF. Dokonałem oceny wyników leczenia na podstawie danych klinicznych z uwzględnieniem biometrycznej analizy badań radiologicznych. Istotnym celem pracy było badanie wpływu wybranych czynników socjodemograficznych, z wywiadu chorobowego i wyników badań klinicznych na jakość zrostu kostnego w przestrzeni międzytrzonowej.

Materiał i metodyka. Materiał obejmuje 63 osoby leczone operacyjnie z powodu choroby zwyrodnieniowej połączenia lędźwiowo-krzyżowego kręgosłupa. W analizowanym materiale było 39 (61,90%) kobiet i 24 (38,10%) mężczyzn, w wieku od 22 do 59 lat (mediana = 43 lata). Operacja polegała na zastosowaniu przedniej, osiowej stabilizacji międzytrzonowej Axia-LIF (Axial Lumbar Interbody Fusion) i stabilizacji przeznasadowej lub przezstawowej.

Operacje były przeprowadzone w dwóch szpitalach w Dubaju: International Modern Hospital i The City Hospital, w dniach od 2.01.2008 r. do 15.06.2009 r. W okresie przedoperacyjnym dokonałem oceny danych socjodemograficznych, z wywiadu chorobowego, danych klinicznych,

określenia jakości życia na podstawie kwestionariusza Oswestry i oceny biometrycznej wyników badań radiologicznych. W pracy szczegółowo została opisana metoda operacyjna. Po operacji analizowałem wynik leczenia na podstawie danych uzyskanych od chorego, badania neuroortopedycznego, skal klinicznych i wyników badań radiologicznych. Jakość zrostu kostnego w przestrzeni międzytrzonowej oceniłem na podstawie kontrolnego badania TK wg skali Jörgenson'a. Uzyskane dane zostały opracowane statystycznie.

Wyniki. Po operacji wykazałem, w grupie analizowanych chorych zmniejszenie intensywności dolegliwości bólowych (skala VAS, $p < 0,001$), poprawę jakości życia (skala Oswestry, $p < 0,001$). Zmiany istotnie statystyczne ($p < 0,001$) stwierdziłem również w pomiarach radiologicznych i dotyczyły one kąta Cobba, równowagi kręgosłupowo-krzyżowo-miedniczej (pelvic tilt, sacra slope) i wysokości przestrzeni międzytrzonowej. Przeprowadzona analiza statystyczna nie wykazała istotnego wpływu wybranych czynników klinicznych na jakość zrostu kostnego w przestrzeni międzytrzonowej. Wyniki zbliżone do poziomu istotności statystycznej stwierdziłem w obliczeniach pomiędzy nasileniem zmian zwyrodnieniowych w kręgosłupie (skala Kambina) i sposobem stabilizacji tylnej (przezstawowa, przeznasadowa), a jakością zrostu kostnego (skala Jörgenson'a).

Wnioski. Okołoguziczny – osiowy dostęp operacyjny do połączenia lędźwiowo-krzyżowego jest nową techniką operacyjną do przeprowadzenia zespolenia segmentu międzytrzonowego L5-S1. W przeprowadzonych badaniach wykazałem skuteczność stosowanej metody operacyjnej w odniesieniu do ustąpienia bólu i poprawy jakości życia. Przeprowadzone radiologiczne badania biometryczne przed- i pooperacyjne wykazały zmiany w zakresie pomiarów kąta lordozy, przestrzeni międzytrzonowej L5-S1 i wskaźników równowagi kręgosłupowo-krzyżowo-miedniczej (pelvic tilt i sacral slope). Na podstawie analizy statystycznej nie wykazałem czynników, które wpływałyby istotnie na jakość spondylodezy międzytrzonowej. Operacja związana jest z minimalnym ryzykiem wystąpienia powikłań operacyjnych w odniesieniu do struktur nerwowych i naczyniowych. Dostęp operacyjny nie narusza ciągłości mięśni okołokręgosłupowych. Technika operacyjna pozwala na zapewnienie ciągłości pierścienia włóknistego krążka międzykręgowego, co poprawia sztywność zespolenia i umożliwia powstanie spondylodezy międzytrzonowej. Technika Axia-LIF zasługuje na rozpowszechnianie.

11. Summery

Introduction The subject of this work is the presentation of a new, minimally invasive surgical method of stabilizing the lumbo-sacral junction of the spine, AxiaLIF paracoccygeal, presacral approach. I undertook this research to broaden and supplement knowledge in this research area regarding spinal surgery. AxiaLIF operative approach is an alternative surgical method for the posterior, anterior and transforaminal lumbar interbody fusion of L5-S1. The operation enables percutaneous disctectomy, intervertebral distraction and stabilization. In order to improve the efficacy of immobilization of the intervertebral segment, transfacets or transpedicular percutaneous screw fixation is an additional stabilization. In this way, we obtain circumferential (360°) internal immobilization-spondylodesis of the intervertebral segment. In the selection of the research topic I was guided by the universality of degenerative spine disease, difficulties in the choice of treatment and adverse effects of degenerative disease on the quality of individual and social life.

The goals of the work The work aims to present a new method of surgical treatment – internal stabilization of the lumbo-sacral spine junction using the method of minimally invasive, percutaneous, axial-anterior interbody fusion-AxiaLIF. I evaluated the results of the treatment based on clinical data, including biometric analysis of radiological examinations. An important goal of the study was to study the influence of selected sociodemographic factors, the medical history and the results of clinical trials on the quality of bone fusion in the interbody space (spondylodesis).

Material and methodology The material covers 63 patients treated surgically due to degenerative lumbo-sacral spinal disease. In the analyzed material there were 39 (61.90%) women and 24 (38.10%) men, aged 22 to 59 (median = 43 years). The operation consisted in the use of anterior, axial, intervertebral stabilization AxiaLIF (Axial Lumbar Interbody Fusion) and transfacets or transpedicular screws fixation. The operations were carried out in two hospitals in Dubai: International Modern Hospital and The City Hospital, from August 2nd, 2008 to June 15th, 2009. During the preoperative period, I evaluated sociodemographic data, medical history, clinical data, determining the quality of life based on the Oswestry's questionnaire and biometric evaluation of the results of radiological examinations. The operation technique was described in details. After the operation, I analyzed the result of the treatment based on the data obtained from the patient, neuroortopedic examination, clinical scales and radiological examination results. I evaluated

the quality of bone fusion in the intervertebral space on the basis of a control CT scan according to the Jörgenson's scale. The obtained data has been statistically developed.

Results After the operation I showed, in the group of analyzed patients, a reduction in the intensity of pain (VAS scale, $p < 0.001$), improvement of the quality of life (Osvestry's scale, $p < 0.001$). Significantly static ($p < 0.001$) changes were also found in radiological measurements and they concerned Cobb angle, pelvic tilt, sacral slope and intervertebral space height. Statistical analysis did not show any significant influence of selected clinical factors on the quality of bone fusion in the intervertebral space. I found similar results to the level of statistical significance in the calculations between the severity of degenerative changes in the spine (Kambin's scale) and the method of posterior stabilization (transfacets, transpedicular) and the quality of bone fusion (Jörgenson's scale).

Conclusions Paracoccygeal, presacral - axial surgical approach to the lumbo-sacral junction is a new surgical technique for interbody fusion of the L5-S1 intervertebral segment. In my studies, I demonstrated the effectiveness of the operating technique used to relieve pain and improve the quality of life. Biometric and preoperative radiological examinations showed changes in the measurement of lordosis angle, intervertebral lumbar space height of L5-S1 and spino-pelvic sagittal balance parameters (pelvic tilt and sacral slope). On the basis of the statistical analysis, I did not show any factors that would significantly affect the quality of the interbody fusions. The operation is associated with a minimal risk of surgical complications in relation to nervous and vascular structures. Operating approach does not affect the perivertebral muscles. The surgical technique allows for the continuity of the annulus fibrosus ring of the intervertebral disc, which improves the stiffness of the spondylodesis and allows interbody fusion to occur. The AxiaLIF (Axial Lumbar Interbody Fusion) technique deserves to be disseminated.

12. Spis tabel

Tabela 1. Skala ryzyka operacyjnego ASA

Tabela 2. Skala zmian zwyrodnieniowych w odcinku lędźwiowo-krzyżowym kręgosłupa

Tabela 3. Skala oceny spondylodezy Jörgenson'a i wsp.

Tabela 4. Analiza wpływu wybranych czynników socjodemograficznych, z wywiadu chorobowego i wyników badań klinicznych, na jakość zrostu kostnego w przestrzeni międzytrzonowej na podstawie skali Jörgenson'a

- Rycina 1.** Numeryczna skala oceny bólu.
- Rycina 2.** Pomiar kąta lordozy metodą Cobba.
- Rycina 3.** Schemat składowych balansu miedniczo-kręgosłupowego.
- Rycina 4.** Lędźwiowa linia grawitacyjna.
- Rycina 5.** Pomiar wysokości przestrzeni międzykręgowej.
- Rycina 6.** I typ – tzw. zapalny (obecność obrzęku). W badaniu MR wzdłuż blaszki granicznej obecny jest hipointensywny sygnał w czasie T1 (a) i hiperintensywny sygnał w czasie T2 (b).
- Rycina 7.** II typ – tzw. tłuszczowy, obecne zmiany hiperintensywne w czasie T1 (a) i izo- lub hiperintensywne w czasie T2 (b).
- Rycina 8.** III typ – tzw. sklerotyczny. W badaniu MR wzdłuż blaszki granicznej występują zmiany hipointensywne w czasie T1 (a) i T2 (b).
- Rycina 9.** Wypełnianie powietrzem odbytnicy.
- Rycina 10.** Potwierdzenie obecności powietrza w odbytnicy w obrazie fluoroskopowym.
- Rycina 11.** Miejsce operacji.
- Rycina 12.** Weryfikacja prawidłowego nacięcia powięzi (a) i identyfikacja palcem przestrzeni przedkrzyżowej (b, c).
- Rycina 13.** Wprowadzanie zgłębnika do warstwy korowej kości krzyżowej (a). Obraz fluoroskopowy w projekcji bocznej (b) i a-p (c) przedstawia położenie zgłębnika.
- Rycina 14.** Wprowadzane do struktur kostnych segmentu L5-S1 mandrynu (a). Obraz fluoroskopowy w projekcjach bocznej (b) i a-p (c) przedstawia położenie mandrynu.
- Rycina 15.** Obraz rentgenoskopii uwidacznia ostry zgłębnik w pierwszym segmencie kości krzyżowej i przestrzeni krzyżowej międzytrzonowej L5-S1.
- Rycina 16.** Obraz fluoroskopii weryfikuje położenie rozszerzacza o średnicy 10 mm w kości.
- Rycina 17.** Wiercenie kanału w segmencie L5-S1 (a). Monitorowanie rentgenoskopowe obecności wiertła w blaszce granicznej górnej S1 (b) i trzonie kręgu L5 (c).
- Rycina 18.** Uzyskany materiał kostny podczas wiercenia kanału.
- Rycina 19.** Narzędzie do discektomii zakończone tnącą pętlą (a). Obraz fluoroskopowy po wprowadzeniu narzędzia do przestrzeni międzytrzonowej L5-S1 (b).
- Rycina 20 a, b, c.** Metalowa szczotka wprowadzana do przestrzeni międzytrzonowej.
- Rycina 21.** Obraz makroskopowy krążka międzykręgowego, na preparacie anatomicznym, po usunięciu jądra miazdzystego.
- Rycina 22.** Ponowne nawiercenie kanału w segmencie L5-S1 (a) i potwierdzenie prawidłowego przebiegu kanału w obrazie fluoroskopii (b).
- Rycina 23.** Obraz rentgenoskopowy szpilki w segmencie L5-S1 (a). Model anatomiczny kręgosłupa obrazujący planowanie długości gwintowanego cage (b). Wyznaczanie śródooperacyjne długości śruby (c).

Rycina 24. Sposób wprowadzania śruby do segmentu L5-S1 przedstawiony na modelu anatomicznym (a, b). Zdjęcie śródoperacyjne wykonane podczas wprowadzania śruby do kręgosłupa (c) pod kontrolą fluoroskopii (d, e).

Rycina 25. Rana pooperacyjna.

Rycina 26. Obraz rentgenoskopowy boczny (a) i a-p (b) wprowadzonych przezskórnie igieł w celu identyfikacji nasad łuków. Wprowadzanie pod kontrolą ramienia U trokaru (c), a następnie śruby do nasady łuku (d). Kontrolne obrazy rentgenoskopii w projekcjach bocznej (e) i a-p (f) uwidaczniają prawidłowe położenie implantów.

Rycina 27. Wprowadzanie pod kontrolą ramienia U trokaru (a), a następnie drutu Kirschnera (prowadnicy) do wprowadzania śruby do stawu międzykręgowego (b). Kontrolny obraz badania fluoroskopowego w projekcji bocznej (c) uwidacznia prawidłowe położenie implantów.

Rycina 28. Zmiana natężenia bólu, według skali VAS, przed- i po operacji. (test kolejności par Wilcoxon, $p=0,001$).

Rycina 29. Ocena niepełnosprawności pacjentów, przed- i po operacji na podstawie skali Oswestry (test kolejności par Wilcoxon, $p=0,001$).

Rycina 30. Porównanie wartości kąta Cobba przed- i po operacji (test kolejności par Wilcoxon, $p=0,001$).

Rycina 31. Porównanie wartości kątów pelvic tilt przed- i po operacji. Zależność monotoniczna Spearmana, $r= 0,989502$, $p<0,001$.

Rycina 32. Porównanie wartości kątów sacral slope przed- i po operacji. Zależność monotoniczna Spearmana, $r= 0,989502$, $p<0,001$.

Rycina 33. Porównanie wartości wysokości przestrzeni międzytrzonowej przed- i po operacji (test kolejności par Wilcoxon, $p=0,001$).

14. Załączniki

14.1 Załącznik nr 1.

Skala bólu pleców i następowej Niepełnosprawności (OSWESTRY LOW BACK PAIN DISABILITY SCALE)

Instrukcja: Niniejszy kwestionariusz został opracowany, aby pomóc nam zrozumieć, jak bardzo dolegliwości bólowe kręgosłupa wpływają na Państwa zdolność wykonywania codziennych czynności. Proszę w każdej sekcji zaznaczyć tylko JEDNĄ ODPOWIEDŹ, która najlepiej określa Państwa funkcjonalność. Zdajemy sobie sprawę, że mogą Państwo uważać, że pasuje więcej niż jedno stwierdzenie, niemniej jednak proszę zaznaczyć tylko jedną opcję, która najlepiej opisuje aktualne dolegliwości.

Imię..... Nazwisko..... Data.....

Waga.....Wzrost.....Wiek.....

<p>1. Intensywność bólu</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Ból jest bardzo słaby, pojawia się i ustępuje. <input type="checkbox"/> Ból jest słaby, o stałym natężeniu. <input type="checkbox"/> Ból jest umiarkowany, pojawia się i ustępuje. <input type="checkbox"/> Ból jest umiarkowany, o stałym natężeniu. <input type="checkbox"/> Ból jest silny, pojawia się i ustępuje. <input type="checkbox"/> Ból jest silny, o stałym natężeniu. 	<p>6. Pielęgnacja (mycie, ubieranie się itp.)</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Nie muszę zmieniać mojego sposobu mycia lub ubierania się, aby uniknąć bólu. <input type="checkbox"/> Zazwyczaj nie zmieniam mojego sposobu mycia lub ubierania się, mimo iż powoduje to lekki ból. <input type="checkbox"/> Mycie i ubieranie się powodują zwiększenie bólu, ale daję sobie radę nie zmniejszając sposobu wykonywania tych czynności. <input type="checkbox"/> Mycie i ubieranie się powodują zwiększenie bólu, co zmusza mnie do zmiany sposobu wykonywania tych czynności. <input type="checkbox"/> Z powodu bólu nie jestem w stanie wykonać bez pomocy niektórych czynności związanych z myciem i ubieraniem. <input type="checkbox"/> Z powodu bólu nie jestem w stanie umyć się ani ubrać bez pomocy.
<p>2. Podnoszenie</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Mogę podnosić ciężkie przedmioty bez bólu. <input type="checkbox"/> Mogę podnosić ciężkie przedmioty, ale podnoszenie wywołuje ból. <input type="checkbox"/> Ból nie pozwala mi podnosić ciężkich przedmiotów z podłogi. <input type="checkbox"/> Ból nie pozwala mi podnosić ciężkich przedmiotów z podłogi, ale radzę sobie, jeśli są ułożone w dogodny sposób, np. na stole. <input type="checkbox"/> Ból nie pozwala mi podnosić ciężkich przedmiotów, ale mogę podnosić lekkie i niezbyt ciężkie przedmioty, jeśli są ułożone w dogodny sposób. <input type="checkbox"/> Mogę podnosić jedynie bardzo lekkie przedmioty. 	<p>7. Chodzenie</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Ból nie powstrzymuje mnie od pokonania żadnego dystansu. <input type="checkbox"/> Ból uniemożliwia mi chodzenie na odległość dłuższą niż 1500 m. <input type="checkbox"/> Ból uniemożliwia mi chodzenie na odległość dłuższą niż 800 m. <input type="checkbox"/> Ból uniemożliwia mi chodzenie na odległość dłuższą niż 400 m. <input type="checkbox"/> Mogę chodzić tylko z pomocą laski lub o kulach. <input type="checkbox"/> Spędzam w łóżku większość czasu i muszę czołgać się do toalety.
<p>3. Siedzenie</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Mogę siedzieć na dowolnym krześle tak długo, jak chcę, bez bólu. <input type="checkbox"/> Mogę siedzieć tylko w moim ulubionym krześle tak długo, jak chcę. <input type="checkbox"/> Ból nie pozwala mi siedzieć dłużej niż jedną godzinę. <input type="checkbox"/> Ból nie pozwala mi siedzieć dłużej niż pół godziny. <input type="checkbox"/> Ból nie pozwala mi siedzieć dłużej niż dziesięć minut. <input type="checkbox"/> Ból w ogóle nie pozwala mi siedzieć 	<p>8. Stanie</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Mogę stać tak długo, jak chcę, bez bólu <input type="checkbox"/> Odczuwam lekki ból, gdy stoję, ale ból ten nie narasta. <input type="checkbox"/> Nie mogę stać dłużej niż godzinę, bez narastającego bólu. <input type="checkbox"/> Nie mogę stać dłużej niż pół godziny, bez narastającego bólu. <input type="checkbox"/> Nie mogę stać dłużej niż dziesięć minut, bez narastającego bólu. <input type="checkbox"/> Unikam stania, ponieważ ból od razu narasta.
<p>4. Spanie</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Leżąc w łóżku nie odczuwam bólu. <input type="checkbox"/> Leżąc w łóżku odczuwam ból, ale nie utrudnia mi on snu. <input type="checkbox"/> Z powodu bólu przespłam jedynie ¼ nocy. <input type="checkbox"/> Z powodu bólu przespłam jedynie ½ nocy. <input type="checkbox"/> Z powodu bólu przespłam jedynie ¼ nocy. <input type="checkbox"/> Z powodu bólu w ogóle nie sypiam. 	<p>9. Życie towarzyskie</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Moje życie towarzyskie jest normalne i nie przysparza mi bólu kręgosłupa. <input type="checkbox"/> Moje życie towarzyskie jest normalne, ale wzmaga odczuwany ból. <input type="checkbox"/> Ból nie ma znaczącego wpływu na moje życie towarzyskie, ale muszę unikać bardziej wymagających zajęć takich, jak taniec itp. <input type="checkbox"/> Ból ogranicza moje życie towarzyskie i nie wychodzę zbyt często z domu. <input type="checkbox"/> Z powodu bólu całe moje życie towarzyskie ograniczam do spotkań w domu. <input type="checkbox"/> Z powodu bólu nie prowadzę prawie żadnego życia towarzyskiego.
<p>5. Podróżowanie</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Nie odczuwam bólu podczas podróży. <input type="checkbox"/> Odczuwam pewien ból, gdy podróżuję, ale żadna z moich typowych form podróżowania nie wzmaga bólu. <input type="checkbox"/> Odczuwam dodatkowy ból w trakcie podróży, ale nie zmusza mnie on do szukania innych sposobów podróżowania. <input type="checkbox"/> Odczuwam dodatkowy ból w trakcie podróży, który zmusza mnie on do szukania innych sposobów podróżowania. <input type="checkbox"/> Ból ogranicza wszelkie sposoby podróżowania <input type="checkbox"/> Ból uniemożliwia mi podróżowanie, chyba że podczas podróży mogę leżeć. 	<p>10. Zmiana natężenia bólu</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Odczuwamy przez mnie ból szybko słabnie. <input type="checkbox"/> Odczuwamy przez mnie ból jest zmienny, ale generalnie słabnie. <input type="checkbox"/> Odczuwany przez mnie ból zdaje się słabnąć, ale obecnie poprawa następuje powoli. <input type="checkbox"/> Odczuwany przez mnie ból ani nie słabnie, ani nie wzmaga się. <input type="checkbox"/> Odczuwany przez mnie ból stopniowo się wzmaga. <input type="checkbox"/> Odczuwany przez mnie ból szybko się wzmaga.

Zgoda Komisji Bioetycznej



UNIwersytet Medyczny im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu

Komisja Bioetyczna przy Uniwersytecie Medycznym
im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu

Collegium Maius
ul. Fredry 10
61-701 Poznań

tel. (+48 61) 854 62 51, 854 60 60
fax. (+48 61) 854 61 07
www.bioetyka.ump.edu.pl

Uchwała nr 694/09

Na podstawie przepisów Ustawy z dnia 5 grudnia 1996 r. o zawodach lekarza i lekarza dentysty (Dz. U. 1997, Nr 28, poz. 152); Rozporządzenia Ministra Zdrowia i Opieki Społecznej z dnia 11 maja 1999r. w sprawie szczegółowych zasad powoływania i finansowania oraz trybu działania komisji bioetycznych (Dz. U. Nr 47, poz. 480); Rozporządzenia Ministra Zdrowia z dnia 11 marca 2005 r. w sprawie szczegółowych wymagań Dobrej Praktyki Klinicznej (Dz. U. 2005, Nr 57, poz. 500); Ustawy z dnia 6 września 2001r. Prawo farmaceutyczne (Dz. U. z 2004r. Nr 53, poz. 533 ze zm.); Rozporządzenia Ministra Finansów z dnia 30 kwietnia 2004r. w sprawie obowiązkowego ubezpieczenia odpowiedzialności cywilnej badacza i sponsora (Dz. U. 2004 nr 101, poz. 1034 z późn. zm.); Rozporządzenia Ministra Finansów z dnia 18 maja 2005r. zmieniające rozporządzenie w sprawie obowiązkowego ubezpieczenia odpowiedzialności cywilnej badacza i sponsora (Dz. U. Nr 101, poz. 845); Rozporządzenia Ministra Zdrowia z dnia 30 kwietnia 2004r. w sprawie sposobu prowadzenia badań klinicznych z udziałem małoletnich (Dz. U. 2004 Nr 104, poz. 1108); Rozporządzenia Ministra Zdrowia z dnia 30 kwietnia 2004r. w sprawie zgłaszania niespodziewanego ciężkiego niepożądanego działania produktu leczniczego (Dz. U. Nr 104, poz. 1107); Rozporządzenia Ministra Zdrowia z dnia 4 listopada 2008r. w sprawie wzorów dokumentów przedkładanych w związku z badaniem klinicznym produktu leczniczego oraz w sprawie wysokości i sposobu uiszczania opłat za rozpoczęcie badania klinicznego (Dz. U. Nr 201, poz. 1247), kierując się Zasadami Prawidłowego Prowadzenia Badań Klinicznych – GCP – opracowanymi w oparciu o Deklarację Helsińską.

Komisja, na posiedzeniu w dniu: 03 września 2009 r.

rozpatrzyła wniosek, który przedstawił Pan:

dr hab. med. Roman Jankowski

w sprawie prowadzenia badań w

Katedra i Klinika Neurochirurgii i Neurotraumatologii

UM w Poznaniu

Główny badacz: dr Zbigniew Brodziński

Temat

badan: "Stabilizacja wewnętrzna połączenia lędźwiowo-krzyżowego kręgosłupa z wykorzystaniem minimalnie inwazyjnej osiowej stabilizacji międzytrzonowej (Axia-LIF)".

Komisja wyraża zgodę na prowadzenie badań

Przewodniczący Komisji

Prof. zw. dr hab. med. Zygmunt Przybylski

KOMISJA BIOETYCZNA
przy
UNIwersytecie Medycznym
im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu
61-701 Poznań, ul. Fredry 10
tel. (+48 61) 854 62 51, 854 60 60
fax (+48 61) 854 61 07

SKŁAD OSOBOWY KOMISJI BIOETYCZNEJ

03.09.2009r.

z dnia

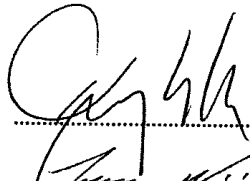
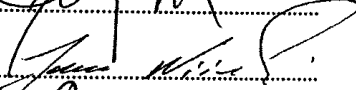


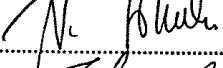

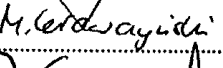
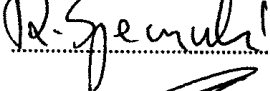

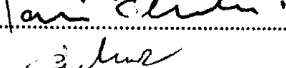
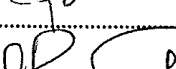
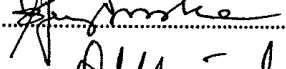
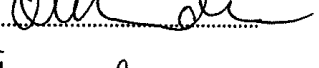
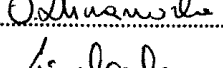
Lp	Imię i Nazwisko	Specjalność	Miejsce Pracy
1.	Przewodniczący Komisji prof. dr hab. Zygmunt Przybylski	medycyna sądowa	Katedra Medycyny Sądowej UM ul. Święcickiego 6, Poznań
2.	Z-ca Przewodniczącego Komisji prof. dr hab. Janusz Wiśniewski	filozof	Wydział Nauk Politycznych i Dziennikarstwa UAM, ul. Umultowska 89A, Poznań
3.	prof. dr hab. Roman Szulc	anestezjologia i reanimacja, otolaryngologia	I Klinika Anestezjologii i Intensywnej Terapii UM, ul. Długa 1/2, Poznań
4.	prof. dr hab. Janusz Szymaś	anatomia patologiczna	Katedra Patomorfologii Klinicznej UM ul. Przybyszewskiego 49, Poznań
5.	prof. dr hab. Wojciech Służewski	pediatria, neurologia dziecięca, choroby zakaźne	Klinika Chorób Zakaźnych i Neurologii Dziecięcej UM ul. Szpitalna 27/33, Poznań
6.	prof. dr hab. Henryk Wysocki	choroby wewnętrzne, kardiologia	Klinika Intensywnej Terapii Kardiologicznej i Chorób Wewnętrznych UM ul. Przybyszewskiego 49, Poznań
7.	dr hab. med. Maciej Krawczyński	genetyka kliniczna, okulistyka	Katedra i Zakład Genetyki Medycznej UM ul. Grunwaldzka 55, Poznań
8.	dr hab. n. med. Robert Spaczyński	ginekologia i położnictwo	Klinika Niepłodności i Endokrynologii Rozrodu UM, ul. Polna 33, 60-535 Poznań
9.	dr med. Piotr Tomczak	onkologia kliniczna, radioterapia	Klinika Onkologii UM, ul. Łąkowa 1/2, Poznań
10.	prof. dr hab. Paweł Chęciński	chirurgia ogólna, naczyniowa i angiologia	Klinika Chirurgii Ogólnej i Naczyniowej oraz Angiologii UM, ZOZ MSWiA ul. Dojazd 34, Poznań
11.	prof. dr hab. Janusz Paluszak	fizjologia kliniczna	Katedra i Zakład Fizjologii UM, ul. Święcickiego 6
12.	ks. prof. dr hab. Jerzy Troska	teologia, etyka	Wydział Teologiczny UAM, ul. Wieszowa 2/4, Poznań
13.	dr hab. Jerzy W. Ochmański	prawnik	Wydział Prawa UAM, ul. Św. Marcin 90, Poznań
14.	dr farm. Olimpia Klimaszewska	farmaceuta	Apteka „Kalifarm”
15.	Barbara Lipiak	pielęgniarka	ZOZ Grunwald

KOMISJA BIOETYCZNA
przy
UNIWERSYTECIE MEDYCZNYM
im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu
61-701 Poznań, ul. Fredry 10
tel. (+48 61) 854 62 51, 854 60 60
fax (+48 61) 854 61 07

LISTA OBECNOŚCI

KOMISJI BIOETYCZNEJ PRZY UNIWERSYTECIE MEDYCZNYM IM. KAROLA MARCINKOWSKIEGO W POZNANIU

Posiedzenie Komisji dnia: 03 września 2009 r.

Przewodniczący:	prof. zw. dr hab. ZYGMUNT PRZYBYLSKI	
Zastępca Przewodniczącego:	prof. dr hab. JANUSZ WIŚNIEWSKI	
Członkowie:	prof. dr hab. ROMAN SZULC	
	prof. dr hab. JANUSZ SZYMAŚ	
	prof. dr hab. WOJCIECH SŁUŻEWSKI	
	prof. dr hab. HENRYK WYSOCKI	
	dr hab. med. MACIEJ KRAWCZYŃSKI	
	dr hab. n. med. ROBERT SPACZYŃSKI	
	dr med. PIOTR TOMCZAK	
	prof. dr hab. PAWEŁ CHĘCIŃSKI	
	prof. dr hab. JANUSZ PALUSZAK	
	ks. prof. dr hab. JERZY TROSKA	
	dr hab. JERZY W. OCHMAŃSKI	
	dr farm. OLIMPIA KLIMASZEWSKA	
	BARBARA LIPIAK	