

lek. Paweł Michalski

**Wpływ wielkości otworu międzykręgowego na skuteczność ostrzyknięcia
okołokorzeniowego u chorych z objawową stenozą otworową w części
lędźwiowej kręgosłupa**

Rozprawa na stopień doktora nauk medycznych

Katedra Ortopedii i Traumatologii

Klinika Ortopedii Ogólnej, Onkologicznej i Traumatologii

Uniwersytet Medyczny im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu

Promotor: Prof. dr hab. med. Jacek Kruczyński

Poznań 2020

WYKAZ SKRÓTÓW

OM - Otwór międzykręgowy

PZBLK - Przewlekły zespół bólowy części lędźwiowej kręgosłupa

KKD - Kończyny dolne

TK - Tomografia Komputerowa

MRI – Tomografia Rezonansu Magnetycznego

ODI - Revised Oswestry Disability Index

VAS - Skala obrazowo – analogowa

SD - Odchylenie standardowe

NFZ - Narodowy Fundusz Zdrowia

RFA – Ablacja z użyciem prądu o wysokiej częstotliwości

SPIS TREŚCI

1	WSTĘP	5
1.1	DEFINICJA I EPIDEMIOLOGIA BÓLÓW CZĘŚCI LĘDŹWIOWEJ KRĘGOSŁUPA	5
1.2	STENOZA KRĘGOSŁUPA	6
1.3	STENOZA OTWORÓW MIĘDZYKRĘGOWYCH	6
1.3.1	<i>Anatomia otworów międzykręgowych</i>	6
1.3.2	<i>Patogeneza objawów w stenozie otworowej</i>	7
1.3.3	<i>Diagnostyka stenozy otworowej</i>	8
1.3.3.1	Obraz kliniczny.....	8
1.3.3.2	Ocena radiologiczna	9
1.3.3.3	Metody obrazowania.....	9
1.3.4	<i>Leczenie</i>	11
1.3.4.1	Ostrzyknięcie okołokorzeniowe.....	11
1.3.4.2	Wskazania do leczenia ostrzyknięciem okołokorzeniowym	13
2	ZAŁOŻENIA I CELE PRACY	14
2.1	Założenia	14
2.2	Cele pracy	14
3	MATERIAŁ I METODA	16
3.1	CHARAKTERYSTYKA GRUPY BADANEJ	17
3.2	OCENA KLINICZNA PACJENTA	19
3.3	METODA POMIARU OTWORÓW MIĘDZYKRĘGOWYCH W OBRAZACH MR	20
3.4	OCENA NIEPEŁNOSPRAWNOŚCI W OPARCIU O FORMULARZ REVISED OSWESTRY DISABILITY	
INDEX	22
3.5	METODY STATYSTYCZNE	24
4	WYNIKI	25
4.1	WYMIARY OTWORÓW MIĘDZYKRĘGOWYCH ODCINKA LĘDŹWIOWEGO	
KRĘGOSŁUPA W GRUPIE BADANEJ	25
4.2	OCENA NIEPEŁNOSPRAWNOŚĆ W PRZYJĘTYCH OKRESACH CZASU PO OSTRZYKNIĘCIU	
OKOŁOKORZENIOWYM	27

4.3	OCENA OBJAWÓW BÓLOWYCH W PRZYJĘTYCH OKRESACH OBSERWACJI	29
4.4	ZALEŻNOŚĆ OCENY NIEPEŁNOSPRAWNOŚCI OD WIELKOŚCI OTWORU MIĘDZYKRĘGOWEGO.....	30
4.5	KORELACJA CZYNNIKÓW KLINICZNYCH ZE ZMIANĄ OCENY NIEPEŁNOSPRAWNOŚCI	32
4.5.1	<i>Wiek i czas trwania objawów</i>	32
4.5.2	<i>Płeć</i>	33
4.5.3	<i>Ograniczenie ruchomości kręgosłupa.....</i>	34
4.5.4	<i>Zaburzenia czucia</i>	35
4.5.5	<i>Cukrzyca.....</i>	36
4.5.6	<i>Nadciśnienie tętnicze.....</i>	37
4.5.7	<i>Wzrost, masa ciała i BMI.....</i>	38
5	DYSKUSJA.....	39
6	KLINICZNE ZNACZENIE PRACY	45
7	WNIOSKI	46
8	STRESZCZENIE.....	47
9	SPIS RYCIN.....	53
10	SPIS TABEL.....	54
11	PIŚMIENNICTWO	56

1 WSTĘP

1.1 DEFINICJA I EPIDEMIOLOGIA BÓLÓW CZĘŚCI LĘDŹWIOWEJ KRĘGOSŁUPA

Przewlekły zespół bólowy części lędźwiowej kręgosłupa (PZBLK) nie posiada jednoznacznej definicji w piśmiennictwie jest definiowany jako:

- ból nieustępujący po okresie przewidywanego gojenia się uszkodzeń,
- nawracające zespoły bólowe,
- ból trwający powyżej 12 tygodni.

Na użytek tego opracowania przyjęto definicję ostatnią.

Bóle odcinka lędźwiowego kręgosłupa są najczęstszą przyczyną zgłaszania się pacjentów do Poradni Ortopedycznej. Przyjmuje się, że 80-90% społeczeństwa doświadcza tego przynajmniej raz w życiu, ale tylko u 5-10% rozwija się PZBLK (1). w badaniach opublikowanych w roku 2012 w USA określono średnią roczną zachorowalność na zespół bólowy kręgosłupa lędźwiowego na poziomie 30% populacji (2). Wśród tych badanych w fazę przewlekłą przechodziło w wieku dorosłym 15%, a w wieku podeszłym 27% populacji. Zauważono również, że częstość zachorowań związana była z poziomem wykształcenia (większa u osób z wykształceniem podstawowym), płcią żeńską (wyższa) oraz wiekiem (rośnie wraz z wiekiem) (3). Obserwuje się stopniowy wzrost zachorowalności na PZBLK w populacji dorosłej. Freburger i wsp. zanotowali w Północnej Karolinie w latach 1992-2006 wzrost zachorowalności, z 3,9% do 10,2% (4). Wydłużenie czasu życia oraz zmiana trybu życia (ograniczenie aktywności fizycznej) pozwalają przypuszczać, że trend ten utrzyma się w kolejnych latach. Jak do tej pory nie opisano badań epidemiologicznych na dużej populacji na terenie Polski.

1.2 STENOZA KRĘGOSŁUPA

Pod względem lokalizacji anatomicznej stenozę (ciasnotę) kręgosłupa można podzielić na (5-7):

- centralną, kiedy dotyczy kanału kręgowego i worka oponowego,
- otworową (zachyłkową, boczną) kiedy dotyczy kanału międzykręgowego lub zachyłka bocznego.

Chociaż stenoza centralna i boczna uznawane są za osobne jednostki chorobowe, to jednak łączą je podobne zmiany strukturalne kręgosłupa, zwłaszcza u starszych osób z zaawansowaną chorobą zwyrodnieniową kręgosłupa (7, 8). Obraz stenozy centralnej zmienia się z wiekiem, głównie z powodu obciążenia osiowego, które doprowadza do dalszego zwężania się kanału kręgowego (9).

1.3 STENOZA OTWORÓW MIĘDZYKRĘGOWYCH (OTWOROWA)

1.3.1 Anatomia otworów międzykręgowych

Otwór międzykręgowy (OM) jest owalną przestrzenią zawartą między dwoma kręgami. Ograniczony jest przez:

- górny biegun: dolny brzeg nasady kręgu powyżej OM i wolny brzeg więzadła żółtego;
- brzeg grzbietowy: brzuszna powierzchnia wyrostka stawowego kręgu powyżej OM i torebka stawu międzykręgowego;
- dolny biegun: górny brzeg nasady kręgu poniżej OM;
- brzeg brzuszny: krążek międzykręgowy, dolno-tylna część trzonu kręgu powyżej OM i górno-tylna część trzonu kręgu poniżej OM.

W obrębie otworu międzykręgowego przebiegają struktury nerwowo-naczyniowe odchodzące bezpośrednio z rdzenia kręgowego i otaczających go splotów naczyniowych. Ze względu na ruchomość struktur otaczających otwór jest narażony na zwężenie i w konsekwencji ucisk przebiegających w nim struktur, głównie korzenia nerwowego (10).

Lee i wsp w 1988 r. podzielili otwór na 3 strefy: zachyłka bocznego, środkową i wyjścia. Strefa zachyłka łączy się bezpośrednio z kanałem kręgowym i zawiera opony otaczające korzeń nerwowy i sam korzeń. Strefa środkowa zawiera korzeń nerwowy w stronę strefy wyjścia, która jest najbardziej zewnętrznie położoną częścią OM (11).

1.3.2 Patogeneza objawów w stenozie otworowej

Stenozą otworów międzykręgowych określa się zmniejszenie wielkości otworu międzykręgowego doprowadzające do ucisku struktur nerwowo-naczyniowych w jego obrębie. Ten mechanizm patogenezy został potwierdzony w badaniach pośmiertnych (12). Oprócz zmian wymiarów otworów międzykręgowych związanych z uszkodzeniem struktur kręgosłupa opisywany jest również mechanizm dynamiczny związany z ruchem segmentu kręgosłupa, doprowadzający do dodatkowego zmniejszania się pola powierzchni przy zmianie pozycji ciała, co może czasowo nasilać dolegliwości chorego (13). Struktury nerwowe mogą zostać uciśnięte przez przepuklinę krążka międzykręgowego, przerośnięte stawy międzykręgowe, przerośnięte więzadło żółte, a także osteofity blaszki krańcowej kręgu (14).

Częstość występowania związana jest z poziomem segmentu ruchowego, którego dotyczy, i tak najczęstsza jest w segmencie L5/S1, a najrzadsza L2/L3 (15).

Objawy związane ze stenozą otworową są zróżnicowane. Najczęściej objawiają się bólem części lędźwiowej kręgosłupa z promieniowaniem do kończyny w zakresie dermatomu korzenia, którego dotyczy ucisk. Ból ma charakter ostry, nie zawsze ustępujący po zmianie pozycji. Pacjenci mogą doświadczać silniejszych dolegliwości niż chorzy ze stenożą centralną. (16)

Jenis i wsp. ocenił stenozę otworową jako ważną przyczynę bólów neuropatycznych w obrębie kończyn. Autorzy podają, że stenozę stwierdza się u 8 – 11 % chorych z bólami części lędźwiowej kręgosłupa oraz, że badanie rezonansu magnetycznego jest najbardziej wiarygodnym obrazem patologii u chorych ze stenożą (17).

1.3.3 Diagnostyka stenozы otworowej

Obraz kliniczny chorego jest decydujący dla podjęcia decyzji o dalszej formie terapii. Znaczącą rolę w ocenie chorego ze stenozą otworową odgrywa stan neurologiczny, który często determinuje dalsze postępowanie.

1.3.3.1 *Obraz kliniczny*

W trakcie badania przedmiotowego chorego zwracamy szczególną uwagę na objawy neurologiczne, które mogą świadczyć o obecności ucisku na korzeń nerwowy.

- objaw Lasegue'a – chory leży na plecach, badający podnosi kończynę dolną wyprostowaną w stawie kolanowym; jeśli chory podaje dolegliwości bólowe promieniujące do kończyny, zginamy kolano uzyskując złagodzenie objawów. Objaw uznajemy za dodatni, gdy ból pojawia się w zakresie 30-60° zgięcia stawu biodrowego. Świadczy on o napinaniu się korzenia nerwowego na jego przebiegu, najczęściej w otworze międzykręgowym na przepuklinie krążka.
- zaburzenia czucia – badamy czucie powierzchniowe, głębokie i temperatury na powierzchni kończyny w zakresie dermatomów L1-S1. w przypadku radikulopatii przewlekłej czucie to ulega zaburzeniu w kolejności jak wyżej.
- siła mięśniowa – badana w skali Lovett'a (0-5),
 - 0 - brak skurczu
 - 1 - skurcz izometryczny
 - 2 - możliwy ruch w odciążeniu
 - 3 - możliwy ruch wbrew ciężarowi kończyny
 - 4 - możliwy ruch wbrew niewielkiemu oporowi
 - 5 - pełna siła mięśniowa
- odruchy ścięgniste – z mięśnia czworogłowego i brzuchatego łydki; zwracamy uwagę na symetrię i siłę odruchów.

1.3.3.2 Ocena radiologiczna

Główną grupą badań dodatkowych chorych ze stenozą otworową są badania obrazowe, od klasycznych zdjęć rentgenowskich do rezonansu magnetycznego. Badania te, choć nie decydują o całym procesie terapeutycznym, są niezbędnym elementem w potwierdzeniu i ewentualnym planowaniu leczenia, szczególnie w aspekcie określenia przyszłych procedur operacyjnych.

1.3.3.3 Metody obrazowania

Nowoczesne metody obrazowania trójwymiarowego powoli wypierają klasyczne zdjęcia rentgenowskie jako mało dokładne (brak oceny „tkanek miękkich”) i szkodliwe dla chorego (promieniowanie jonizujące). Jednak z uwagi na szeroką dostępność i korzyści ekonomiczne (niski koszt) przeglądowa radiografia jest nadal wykorzystywana we wstępnej diagnostyce obrazowej chorych ze stenozą otworową.

1.3.3.3.1 Tomografia komputerowa (TK)

Tomografia komputerowa odcinka lędźwiowego kręgosłupa jest badaniem radiologicznym wykorzystującym promieniowanie X do rekonstrukcji obrazów trójwymiarowych, struktur kostnych i tzw. tkanek miękkich. Pierwotnie badania te dawały obraz diagnostyczny tylko układu kostnego, ale od czasu zwiększenia liczby rejestratorów promieniowania w urządzeniach, obrazy te pozwalają również na ocenę „tkanek miękkich”. Tomografia komputerowa jest też jedynym trójwymiarowym badaniem, które można wykonać u chorych z wszczepionymi urządzeniami elektrycznymi jak rozruszniki serca czy kardiowerter.

1.3.3.3.2 Tomografia rezonansu magnetycznego (MRI)

Technika ta opiera się na rejestrowaniu fal rezonansu emitowanych przez wzbudzone polem magnetycznym protony atomów wodoru znajdujące się w badanym obiekcie. Obecnie MRI ma szerokie zastosowanie w neurologii i neurochirurgii, ortopedii, onkologii i wielu innych dyscyplinach. Dostępność MRI w warunkach polskich jest nadal ograniczona.

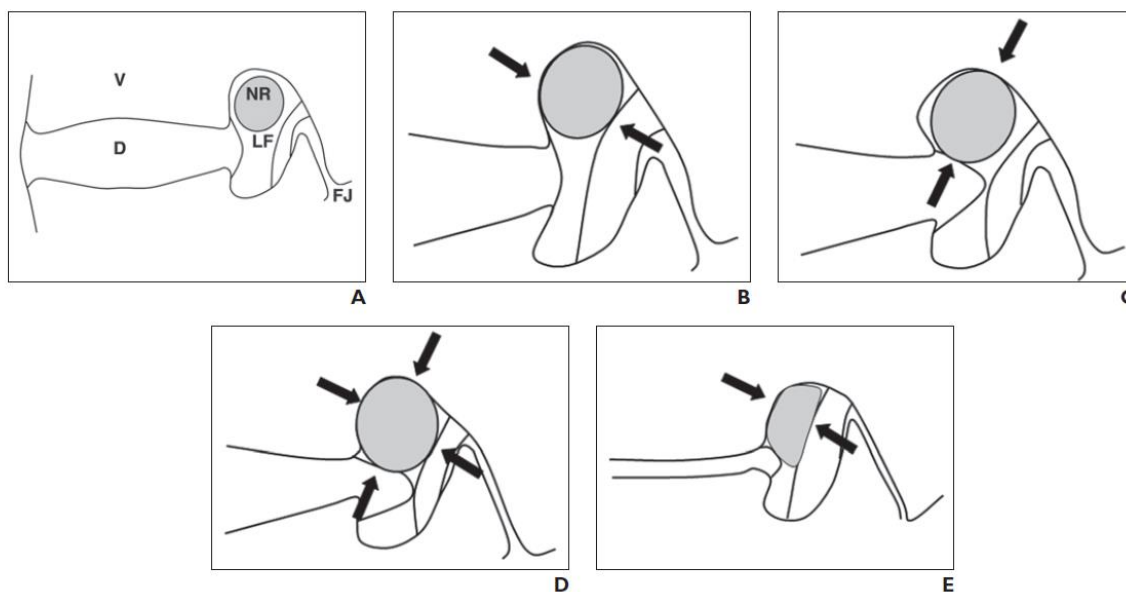
1.3.3.3.3 Klasyfikacje stenozy otworowej w oparciu o badanie MR

W 1991 Kunogi i Hasue opracowali metodę oceny stenozy otworowej w badaniu rezonansu magnetycznego, na podstawie pomiarów wysokości i szerokości otworów w przekrojach strzałkowych. System oceny nie uwzględniał jednak ucisku korzenia czy tkanek przebiegających przez otwór międzykręgowy oraz nie uwzględniał stopni nasilenia patologii (18).

Wildermuth i wsp. wprowadził system klasyfikacji na podstawie stopnia zaniku tkanki tłuszczowej zewnątrzoponowej (19). Attias i wsp. sugerowali podobny system klasyfikacji w zależności od umiejscowienia nadmiaru zewnątrzoponowej tkanki tłuszczowej, z podziałem otworu międzykręgowego na kwadranty (20).

Wieloczynnikowy system oceny i stopniowania stenozy otworowej zaprezentowali w roku 2009 Lee i wsp. (ryc. 1). Na podstawie obrazów rezonansu magnetycznego w przekrojach strzałkowych wyodrębnili cztery stopnie patologii (21).

- Stopień 0 – prawidłowy układ między korzeniem nerwowym, więzadłem żółtym, krążkiem międzykręgowym i stawem międzykręgowym.
- Stopień 1 – brak zmian morfologicznych w zakresie samego korzenia, ucisk dotyczy głównie tkanki tłuszczowej okołokorzeniowej (może przebiegać w dwóch formach stenozy w wymiarze poprzecznym otworu i stenozy w wymiarze pionowym otworu).
- Stopień 2 – nadal brak zmian morfologicznych w zakresie korzenia nerwowego, ucisk dotyczy tkanki tłuszczowej okołokorzeniowej w obu wymiarach.
- Stopień 3 – dalsze narastanie stenozy doprowadzające do ucisku samego korzenia nerwowego i zmian morfologicznych korzenia.



Ryc. 1. Klasyfikacja stenozy otworowej wg Lee i wsp. (V - trzon kręgu, D – krążek międzykręgowy, NR – korzeń nerwowy, LF – więzadło żółte, FJ – staw międzykręgowy): A-stopień 0, B,C-stopień 1, D-stopień 2, E-stopień 3. (21)

1.3.4 Leczenie

Istnieje wiele sposobów leczenia chorych ze stenozą otworową, od leczenia zachowawczego (farmakoterapia, terapia manualna, fizykoterapia) do leczenia zabiegowego, zarówno procedur małoinwazyjnych (ostrzyknięcia okołokorzeniowe, RFA, kriolezja, termolezja) jak i zabiegów z użyciem implantów i resekcją elementów kostnych kręgosłupa.

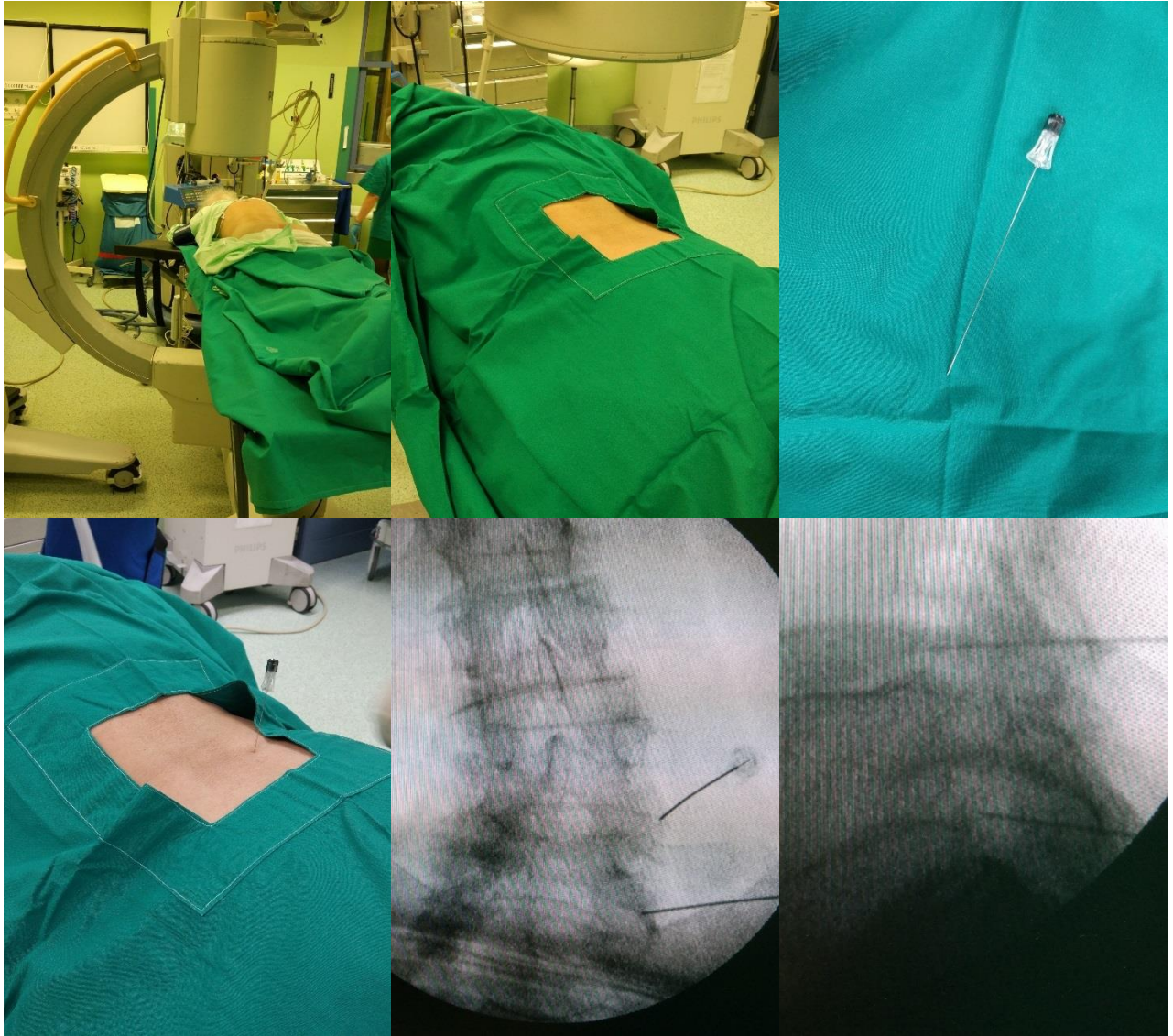
Tak szeroki wachlarz metod terapeutycznych umożliwia dobranie indywidualnie leczenia w zależności od objawów klinicznych dla każdego chorego ze stenozą otworową.

1.3.4.1 Ostrzyknięcie okołokorzeniowe

Ostrzyknięcie okołokorzeniowe (wprowadzenie substancji leczniczej w okolice korzenia nerwowego) zalicza się do form leczenia małoinwazyjnego, zabiegowego. Jest ono szeroko stosowane w leczeniu chorych zarówno z ostrym jak i przewlekłym zespołem bólowym (22).

Zabieg odbywa się w analgesodacji i znieczuleniu miejscowym. Chory układany jest na brzuchu, pole operacyjne zostaje odkażone. Pod kontrolą ramienia C wprowadza się igłę z mandrynem w okolice otworu międzykręgowego. Prawidłowość wprowadzenia

igły, w okolicy górnego bieguna otworu, potwierdza się przy pomocy fluoroskopii. Roztwór betamethasonu podaje się w formie Depo, rozcieńczony w lignokainie 2% w stosunku 1:2. Zabieg kończy usunięcie igły i założenie jałowego opatrunku. (Ryc. 2)



Ryc. 2. Procedura ostrzyknięcia okołokorzeniowego: (w kolejności od góry i lewej) ułożenie chorego na brzuchu na stole operacyjnym, jałowe obłożenie pola operacyjnego, igła z mandrynem do ostrzyknięć okołokorzeniowych, wprowadzenie igły pod kontrolą skopi RTG, potwierdzenie położenia igły w projekcji p-a i bocznej.

1.3.4.2 Wskazania do leczenia ostrzyknięciem okołokorzeniowym

Do ostrzyknięć okołokorzeniowych kwalifikujemy chorych z przewlekłym zespołem bólowym kręgosłupa lędźwiowego, oraz z objawami bólu korzeniowego. Do procedur tych kwalifikowani są również chorzy, którzy nie mogą, ze względów ogólnozdrowotnych lub wieku, zostać poddani zabiegom odbarczenia i stabilizacji. Ostrzyknięcie może pełnić także rolę diagnostyczną w celu potwierdzenia poziomu kompresji korzenia, przed planowanym zabiegiem odbarczenia i stabilizacji kręgosłupa lędźwiowego.

2 ZAŁOŻENIA I CELE PRACY

2.1 ZAŁOŻENIA

Jedną z metod leczenia objawowego u chorych z przewlekłym zespołem bólowym odcinka lędźwiowego kręgosłupa w przebiegu ciasnoty w kanału korzeniowego jest ostrzyknięcie okołokorzeniowe. Pomimo wielu lat wykonywania tej procedury leczniczej i opisywanych pozytywnych wyników jej stosowania nadal nie ustalono jednoznacznych wskazań, które zapewniłyby przewidywalny końcowy wynik leczenia.

W tej pracy przyjąłem założenie, że istnieje zależność wyniku ostrzyknięcia okołokorzeniowego w stenozie otworowej od wielkości otworu międzykręgowego, ocenionego w obrazie MR. Zakładam również, że możliwe jest określenie wymiarów otworu międzykręgowego, przy których skuteczność zabiegu jest największa.

2.2 CELE PRACY

Celem pracy było ustalenie zależności wyniku ostrzyknięcia okołokorzeniowego od wielkości otworu międzykręgowego, u chorych z objawową stenozą otworową w części lędźwiowej kręgosłupa.

Cele szczegółowe

1. Analiza wielkości otworów międzykręgowych u chorych z objawową stenozą otworową.
2. Porównanie wielkości otworów międzykręgowych grupy badanej z grupą kontrolną zapożyczoną z publikacji autorstwa Cramer i wsp. (23).
3. Analiza zależności pomiędzy:
 - nasileniem objawów klinicznych, a wielkością otworu międzykręgowego,
 - odległym wynikiem ostrzyknięcia okołokorzeniowego, a wielkością otworu międzykręgowego, płcią, wiekiem i czasem trwania objawów,

- odległym wynikiem ostrzyknięcia okołokorzeniowego, a współwystępowaniem chorób dodatkowych (cukrzyca, nadciśnienie tętnicze).
4. Określenie możliwości prognozowania wyniku ostrzyknięcia okołokorzeniowego w oparciu o nasilenie objawów klinicznych i wielkość otworu międzykręgowego zmierzonego na obrazach uzyskanych w obrazach MR.

3 MATERIAŁ I METODA

Do badania włączono 64 kolejnych chorych z objawową stenozą otworową w obrębie kręgosłupa lędźwiowego poddanych ostrzyknięciu okołokorzeniowemu w Ortopedyczno-Rehabilitacyjnym Szpitalu Klinicznym im. Wiktora Degi UM w Poznaniu, w Klinice Ortopedii Ogólnej, Onkologicznej i Traumatologii. Pacjenci wcześniej zakwalifikowani do leczenia w obrębie Poradni Ortopedycznej.

Kryteria włączenia chorych do badania:

- przewlekły zespół bólowy części lędźwiowej kręgosłupa (trwający min. 12 tygodni),
- objawowa stenoza otworowa, potwierdzona w badaniu MRI,
- zachowana jednolita metoda ostrzyknięcia okołokorzeniowego.

Konieczna była obecność wszystkich kryteriów włączenia.

Kryteria wyłączenia chorych z badania:

- chorzy poddani leczeniu operacyjnemu w obrębie kręgosłupa w okresie 6 miesięcy od włączenia do badania,
- stwierdzenie wielopoziomowych zmian dających objawową stenozę wielu otworów międzykręgowych,
- stwierdzenie wtórnych zmian zwyrodnieniowych w przebiegu reumatoidalnego zapalenia stawów,
- stwierdzenie stenozy centralnej kanału kręgowego,
- stwierdzenie choroby nowotworowej lub świeżego złamania kręgosłupa.

Oceny skuteczności metody leczniczej dokonano na podstawie badań ankietowych z użyciem Revised Oswestry Disability Index (ODI) oraz zmian objawów klinicznych w badaniu przedmiotowym.

Na przeprowadzenie badań uzyskano zgodę Komisji Bioetycznej przy Uniwersytecie Medycznym im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu. Nr 71/16 z dnia 14-01-2016r.

3.1 CHARAKTERYSTYKA GRUPY BADANEJ

W grupie badanej było 64 chorych. Największą część stanowili chorzy w siódmej dekadzie życia. W analizowanej grupie było 19 mężczyzn (29,7%) i 45 kobiet (70,3%). Wiek kobiet i mężczyzn nie wykazywały statystycznej różnicy.

Tylko u jednego chorego stwierdzono zmniejszenie siły mięśniowej do wartości 4 mierzonej w skali Lovett'a. U pozostałych chorych siła mięśniowa była prawidłowa.

Ograniczenie ruchomości kręgosłupa lędźwiowo-krzyżowego stwierdzono u 50 chorych (78%).

Zaburzenia czucia stwierdzono u 12 chorych najczęściej występowały w rozkładzie zgodnym z dermatomami L4 i L5.

Objawy rozciągowe występowały u 7 chorych (10,9%).

Tabela 1. Charakterystyka wieku (w latach) chorych z podziałem na płeć (N=64)

	Średnia ± SD	Mediana (przedział)	p
Wiek [lata]	59±15,8	61,5 (26-85)	X
Kobiety (n=45)	56,7±15,1	58 (35-84)	X
Mężczyźni (n=19)	64,4±16,7	63 (26-85)	0,08

Legenda: X - niedotyczy

Tabela 2. Charakterystyka czasu trwania objawów w miesiącach z podziałem na płeć (N=64)

	Średnia ± SD	Mediana (przedział)	p
Czas trwania objawów	29±29,2	22 (1-120)	X
Kobiety (n=45)	27,0±26,3	22 (1-120)	X
Mężczyźni (n=19)	33,7±35,5	24 (1,5-120)	0,4

Legenda: X - niedotyczy

Tabela 3. Charakterystyka kliniczna chorych (N=64)

Parametr	Liczba (%)
Płeć	
Kobiety	45 (70,3%)
Mężczyźni	19 (29,7%)
Siła mięśniowa wg skali Lovett	
4	1 (1,6%)
5	63 (98,4%)
Segment ruchowy poddany ostrzyknięciu	
L2/3	1 (1,6%)
L3/4	6 (9,4%)
L4/5	26 (40,6%)
L5/S1	31 (48,4%)
Ograniczenie ruchomości kręgosłupa lędźwiowo-krzyżowego	50 (78,1%)
Stwierdzone zaburzenia czucia zgodne z dermatomami	
L3	3 (4,7%)
L4	9 (14%)
L5	9 (14%)
S1	5 (7,8%)
Występowanie dodatni objaw Lasegue'a	7 (10,9%)

3.2 OCENA KLINICZNA PACJENTA

Ocenę kliniczną i ankietową przeprowadzono przy przyjęciu do szpitala (wizyta 1), a następnie 2 miesiące (wizyta 2) i 6 miesięcy po zabiegu (wizyta 3). W trakcie oceny klinicznej pacjenta wzięto pod uwagę:

1. ruchomość kręgosłupa ocenianą testem Schober'a - za ograniczenie uznano wynik mniejszy niż 4,5 cm;
2. czucie skórne dotyku w zakresie kolejnych dermatomów L4-S1 - oceniano symetrię i subiektywną ocenę siły czucia wobec kontrlateralnej kończyny;
3. siłę mięśniową oceniano w skali Lovett w obrębie – mięśnia czworogłowego uda, prostownika palucha, mięśnia trójgłowego łydki; skala ta pomimo niskiej precyzji w ocenie siły w zakresie stopni 4 i 5 została wybrana ze względu na jej ogólnie przyjęte stosowanie w praktyce lekarskiej i znane ograniczenia;
4. objaw Lasegue'a – za dodatni wynik testu przyjmowano dolegliwości bólowe z zakresie zgięcia stawu biodrowego 30° do 60°;
5. współwystępowanie chorób towarzyszących nadciśnienia i cukrzycy – w przebiegu tych chorób jako odległe powikłanie występuje polineuropatia która może imitować objawy kliniczne (zaburzenia czucia dotyku) uszkodzenia korzenia nerwowego;

3.3 METODA POMIARU OTWORÓW MIĘDZYKRĘGOWYCH W OBRAZACH MR

Pomiary otworów międzykręgowych przeprowadzono za pomocą programu Onis v. 2.4 firmy DigitalCore Co. Ltd. Program ten to uniwersalna przeglądarka plików typu DICOM. Dane zawarte w tego typu plikach są wyskalowane w zakresie wymiarów. Wykorzystano strzałkowe rekonstrukcje kręgosłupa lędźwiowego w badaniu rezonansu magnetycznego, w sekwencji T2 - zależnej. Wszystkie badania zostały wykonane na aparatach o mocy cewki 1,5T. Do badania wyselekcjonowano obrazy z największym polem powierzchni otworu międzykręgowego. Poziomy wykonania pomiarów (Ryc. 3):

- wysokość otworu – odległość od dolnej granicy nasady łuku kręgu powyżej otworu do górnej granicy nasady łuku kręgu poniżej otworu międzykręgowego,
- szerokość otworu górna – najkrótsza odległość od przedniej granicy szczeliny stawu międzykręgowego do tylnej ściany trzonu kręgu,
- szerokość otworu dolna – najkrótsza odległość od tylnej granicy krążka międzykręgowego do przedniej granicy przeciwległego wyrostka stawowego górnego kręgu,
- wysokość krążka międzykręgowego – najmniejsza odległość między płytkami granicznymi sąsiednich trzonów kręgów w okolicy tylnego brzegu krążka.



1)



2)

Ryc. 3. Wielkości mierzone na przekrojach strzałkowych otworów międzykręgowych, w sekwencji T2 zależnej w programie Onis v2.4, 1 - wysokość otworu i wysokość krążka międzykręgowego, 2 - szerokości otworu górna i szerokość otworu dolna (rycina własna).

3.4 OCENA NIEPEŁNOSPRAWNOŚCI W OPARCIU O FORMULARZ REVISED OSWESTRY DISABILITY INDEX

Revised Oswestry Disability Index (Ryc. 4.) jest ankietą pozwalającą określić niepełnosprawność chorego z zespołem bólowym odcinka piersiowo-lędźwiowego kręgosłupa. W 2011 zespół Misterska i wsp. przeprowadził ocenę wskaźnika rzetelności skali ODI u pacjentów z chorobą zwyrodnieniową dysku (24). W 2013 zespół prof. Miękiśkiaka przeprowadził adaptację językową i kulturową tej skali dla populacji polskiej (25). Zawiera ona 10 sekcji dotyczących różnych aspektów życia chorego. Odpowiedzi oceniane są w skali 0-5pkt dając maksymalny wynik 50 pkt lub w skali procentowej od 0-100%. w zależności od wyniku dzieli się respondentów na pięć kategorii:

- 0-20% minimalna niepełnosprawność – bóle okresowe - wymagające zmiany aktywności fizycznej pacjentów,
- 21-40% średnia niepełnosprawność – bóle częstsze zwłaszcza w trakcie siedzenia i podróżowania pozostałe funkcje niezaburzone nadmiernie - wymaga leczenia usprawniającego,
- 41-60% ciężka niepełnosprawność – bóle występuje w każdym aspekcie życia pacjenta zaburzając go - wymaga rozszerzenia diagnostyki,
- 61-80% całkowita niepełnosprawność – ból ogranicza samodzielne funkcjonowanie pacjenta - wymaga natychmiastowego leczenia,
- 81-100% chorzy leżący lub zawyżający swoje dolegliwości – wymaga weryfikacji dolegliwości chorego i zmian uwidocznionych w badaniach dodatkowych.

Kwestionariusz Revised Oswestry Low Back Pain Disability Scale-wersja polska

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.

<p>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>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 powoduje zwiększenie bólu, ale daję sobie radę nie zmniejszając sposobu wykonywania tych czynności. <input type="checkbox"/> Mycie i ubieranie się powoduje 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>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>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 człochać się do toalety.
<p>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>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>Sianie</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 przesypiam jedynie ¼ nocy. <input type="checkbox"/> Z powodu bólu przesypiam jedynie ½ nocy. <input type="checkbox"/> Z powodu bólu przesypiam jedynie ¾ nocy. <input type="checkbox"/> Z powodu bólu w ogóle nie śpiam. 	<p>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>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>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.

Ryc. 4. Formularz ODI (Revised Oswestry Disability Index, wskaźnik niesprawności Oswestry) - wersja polska.

3.5 METODY STATYSTYCZNE

Do opracowania uzyskanych badań zastosuję oprogramowanie Statistica (wersja 7.1 PL; StatSoft, Tulsa, USA) według przedstawionych niżej ogólnych zasad. Ocenę normalności rozkładu wykonano przy użyciu testu Shapiro-Wilka. w przypadku, gdy zaobserwowano rozkład częstości występowania poszczególnych wyników zbliżony do rozkładu normalnego testowanie istotności statystycznej różnic między grupami przeprowadzono w oparciu o testy parametryczne – test t Studenta, natomiast gdy rozkład odbiegał będzie od rozkładu normalnego zastosowano testy nieparametryczne - test Manna-Whitneya dla dwóch grup lub test Kruskala-Wallisa dla większej liczby grup. Zależności pomiędzy poszczególnymi badanymi parametrami określono stosując test Pearsona i wyliczając odpowiednie współczynniki korelacji.

Za istotną przyjmowano wartość $p < 0,05$.

4 WYNIKI

4.1 WYMIARY OTWORÓW MIĘDZYKRĘGOWYCH ODCINKA LĘDŹWIOWEGO KRĘGOSŁUPA W GRUPIE BADANEJ

W grupie badanej wykazano statystycznie istotną różnicę wymiarów otworów międzykręgowych w zakresie szerokości dolnej otworu pomiędzy segmentami ruchowymi L3/4 i L5/S1 wartość p dla testu t Studenta 0,02, oraz pomiędzy segmentami ruchowymi L4/5 i L5/S1 wartość p dla testu t Studenta <0,01.

Tabela 4. Wartości średniej i odchyłeń standardowych wymiarów otworów międzykręgowych mierzonych na przekrojach strzałkowych w sekwencji T2 zależnej w obrazie rezonansu magnetycznego; 1 Wysokość otworu, 2 szerokości otworu górna, 3 szerokość otworu dolna, 4 wysokość krążka międzykręgowego (N=64)

Parametr	1	2	3	4
Średnia wartość wielkości otworów	17,39±3,96	8,57±2,55	3,43±2,03	4,86±1,63
L3/4	15,38±2,47	9,47±1,47	1,95±0,94	4,14±1,66
L4/5	16,42±4,68	9,13±1,81	2,71±1,33	5,12±2,00
L5/S1	18,43±3,18	7,90±3,10	4,36±2,27	4,67±1,06
Test t Studenta L4/5 vs. L5/S1	0,06	0,08	<0,01*	0,28
Test t Studenta L3/4 vs. L5/S1	0,03*	0,24	0,02*	0,32

Legenda: *statystycznie istotne

Obserwowano również statystycznie istotną różnicę wymiaru wysokości otworu dla segmentów ruchowych L3/4 i L5/S1.

W porównaniu grupy badanej z grupą kontrolną zapożyczoną z publikacji Cramer i wsp. (23) wykazano statystycznie istotne różnice w zakresie wysokości otworu, szerokości górnej i dolnej. Wartości p dla testu t Studenta $<0,05$.

Tabela 5. Wartości średnie i odchylenia standardowe wymiarów otworów międzykręgowych mierzonych na przekrojach strzałkowych w sekwencji T2 zależnej w obrazie rezonansu magnetycznego w grupie badanej i grupie kontrolnej [zapożyczonej z pracy Cramer i wsp. (23)]; 1 Wysokość otworu, 2 szerokości otworu górna, 3 szerokość otworu dolna, p wartość p dla testu t Studenta dla grup niezależnych $p<0,05$ (N=64)

	Wymiar	Grupa badawcza	Cramer i wsp. 2003	p
L3/4	1	15,4±2,47	20,6±1,17	<0,01
	2	9,5±1,47	10,6±0,9	0,02
	3	1,9±0,94	7,9±0,58	<0,01
L4/5	1	16,4±4,68	19±1,14	0,01
	2	9,1±1,81	10,8±0,88	<0,01
	3	2,7±1,33	7,3±1,12	<0,01
L5/S1	1	18,4±3,18	17,1±1,09	0,03
	2	7,9±3,1	10,9±0,95	<0,01
	3	4,4±2,27	8,8±1	<0,01

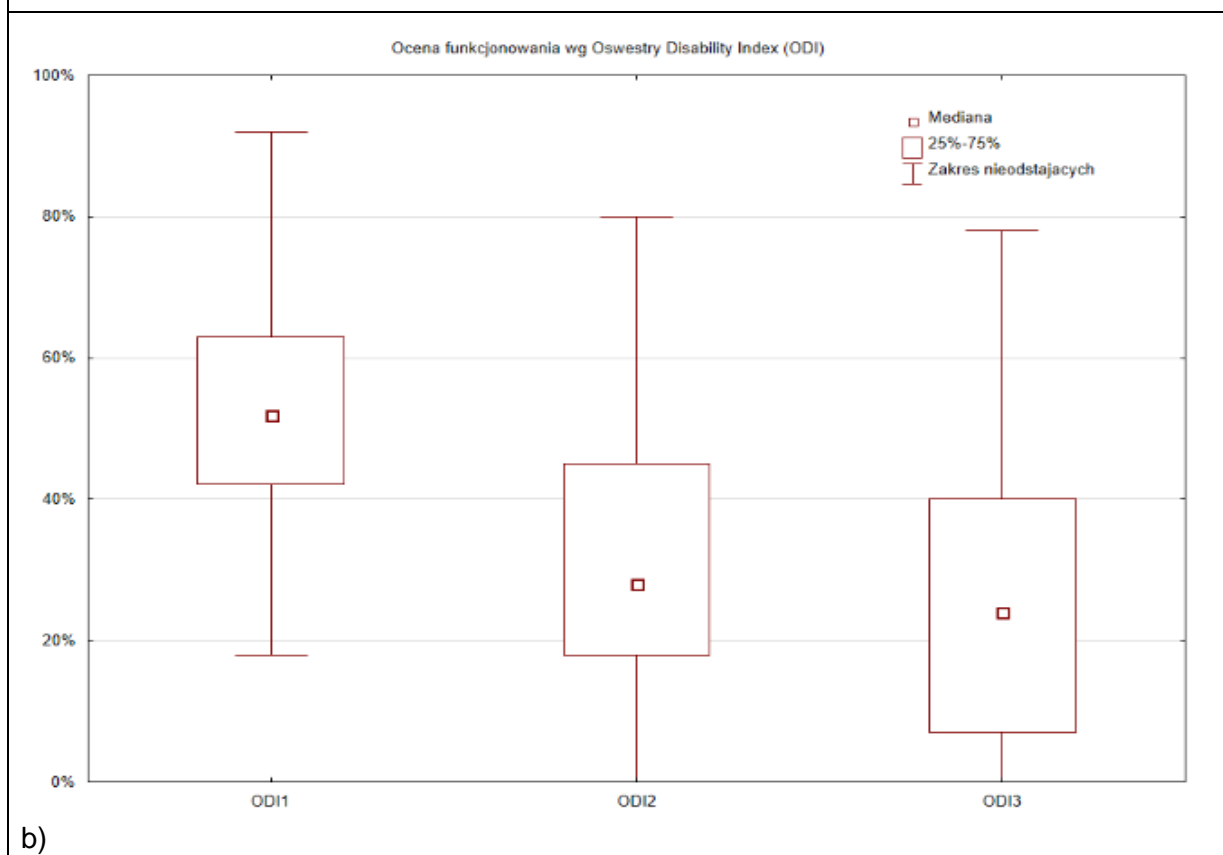
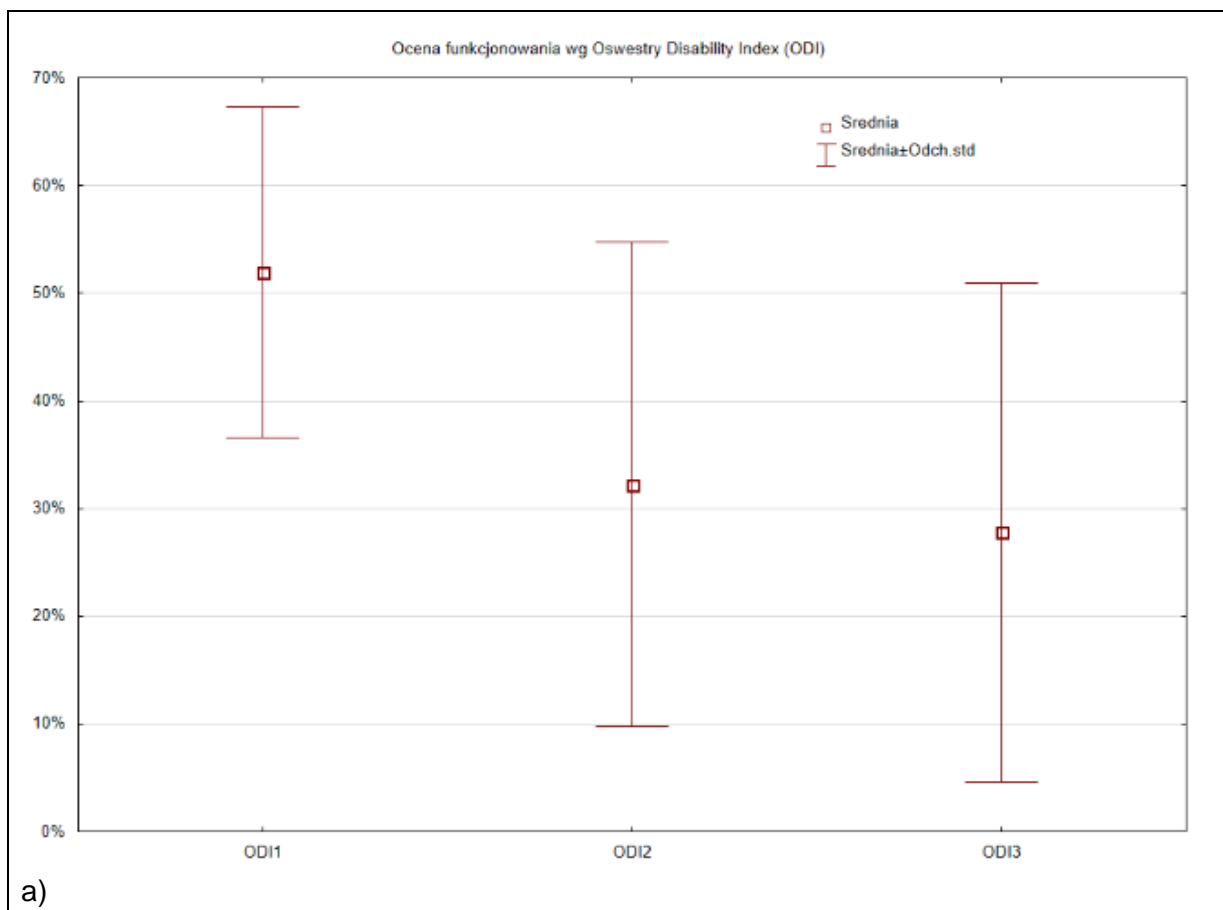
4.2 OCENA NIEPEŁNOSPRAWNOŚĆ W PRZYJĘTYCH OKRESACH CZASU PO OSTRZYKNĘCIU OKOŁOKORZENIOWYM

Wykazano istotne statystycznie zmniejszenie średnich wartości ODI w kolejnych okresach badania. Wyjściowa wartość ODI wynosiła $51,92 \pm 15,37\%$ (mediana 52%). Po ostrzyknięciu wartość ODI po 2 miesiącach wyniosła średnio $32,26 \pm 22,48\%$, a po 6 miesiącach zmniejszyła się do $27,81 \pm 23,18\%$. Różnice między poszczególnymi pomiarami ODI były istotne statystycznie (test t Studenta dla prób zależnych: $p < 0,01$) (Ryc. 5).

Tabela 6. Zestawienie wartości średniej, mediany, wartości minimalnej i maksymalnej oraz odchylenia standardowego oceny funkcjonowania wg Oswestry Disability Index na kolejnych wizytach oraz różnic między wizytami, z określeniem istotności statystycznej (test t Studenta dla prób zależnych) (N=64)

Oswestry Disability Index (ODI)	Średnia \pm SD	Mediana (przedział)	p
Wizyta 1	$51,92 \pm 15,37\%$	52% (18-92%)	X
Wizyta 2	$32,26 \pm 22,48\%$	28% (0-80%)	X
Wizyta 3	$27,81 \pm 23,18\%$	24% (0-78%)	X
Różnica pomiędzy badaniem na wizycie 1 i 2	$-19,65 \pm 19,1\%$	-15% (-78-16%)	<0,01
Różnica pomiędzy badaniem na wizycie 2 i 3	$4,45 \pm 13,39\%$	2% (-30-40%)	<0,01
Różnica pomiędzy badaniem na wizycie 1 i 3	$-24,11 \pm 21,11\%$	-25% (-78-14%)	<0,01

Legenda: X brak danych



Ryc. 5. Wykres wartości a) średniej z zaznaczeniem odchylenia standardowego b) mediany z zaznaczeniem kwartyli i rozstępu oceny funkcjonowania wg Revised Oswestry Disability Index

4.3 OCENA OBJAWÓW BÓLOWYCH W PRZYJĘTYCH OKRESACH OBSERWACJI

W kolejnych wizytach kontrolnych obserwowano stały spadek dolegliwości bólowych miejscowych i bóli odniesionych.

Tabela 7. Zestawienie liczby i odsetka chorych z bólami miejscowymi i promieniowaniem do KKD stwierdzonych podczas kolejnych wizyt (N=64)

Objawy	wizyta 1	wizyta 2	wizyta 3
bóle miejscowe	61 (95,3%)	53 (82,8%)	50 (78,1%)
promieniowanie do KKD	54 (84,4%)	42 (65,6%)	37 (57,8%)

4.4 ZALEŻNOŚĆ OCENY NIEPEŁNOSPRAWNOŚCI OD WIELKOŚCI OTWORU MIĘDZYKRĘGOWEGO

Określono zależność oceny funkcjonowania wg Oswestry Disability Index i czterech parametrów otworów międzykręgowych mierzonych na przekrojach strzałkowych w sekwencji T2 zależnej w obrazie rezonansu magnetycznego, wykorzystując współczynnik korelacji rang Spearmana. Wykazano istotną dodatnią zależność o przeciętnej sile między wysokością krążka międzykręgowego a wyjściowym ODI. Pozostałe parametry wielkości otworu w MRI nie wykazywały zależności z ODI (wartości $<0,2$).

Tabela 8. Wartości współczynnika korelacji rang Spearmana wielkości otworów międzykręgowych mierzonych na przekrojach strzałkowych w obrazie rezonansu magnetycznego w sekwencji T2 zależnej i oceny funkcjonowania wg ODI (N=64)

Parametr	ODI wizyta 1	ODI wizyta 2	ODI wizyta 3
Wysokość otworu	0,1	0,2	0,3*
Szerokość górna otworu	0,1	0,1	0,0
Szerokość dolna otworu	-0,1	-0,2	0,0
Wysokość krążka międzykręgowego	0,4*	0,4*	0,2

Legenda: * istotne statystycznie, ODI – Revised Oswestry Disability Index

Analiza zależności między zmianą ODI między 1 a 2 wizytą, a parametrami otworu międzykręgowego nie wykazała statystycznie istotnej korelacji, a współczynniki korelacji były niskie (0,1-0,2). Stwierdzono dodatni, statystycznie istotny współczynnik korelacji między zmianą ODI między 2 i 3 wizytą, a wysokością otworu (0,3).

Tabela 9. Wartości współczynnika korelacji rang Spearmana wielkości otworów międzykręgowych mierzonych na przekrojach strzałkowych w obrazie rezonansu magnetycznego w sekwencji T2 zależnej i różnicy oceny funkcjonowania ODI między wizytami (N=64)

Parametr	zmiana ODI między wizytami 1 i 2	zmiana ODI między wizytami 2 i 3	zmiana ODI między wizytami 1 i 3
Wysokość otworu	0,2	0,3*	0,2
Szerokość górna otworu	0,1	0,0	0,0
Szerokość dolna otworu	-0,2	-0,1	0,0
Wysokość krążka międzykręgowego	0,2	0,2	0,1

Legenda: * istotne statystycznie

4.5 KORELACJA CZYNNIKÓW KLINICZNYCH ZE ZMIANĄ OCENY NIEPEŁNOSPRAWNOŚCI

4.5.1 Wiek i czas trwania objawów

Stwierdzono mniejszą wysokość, szerokość górną otworu międzykręgowego i mniejszą wysokość krążka międzykręgowego w grupie chorych, u których stwierdzono poprawę. Za poprawę uznano zmniejszenie wskaźnika niepełnosprawności pomiędzy 1 i 3 wizytą. Różnice nie były istotne statystycznie.

Zaobserwowano poprawę wskaźnika niepełnosprawności w grupie pacjentów starszych.

Tabela 10. Zestawienie wartości średniej, odchylenia standardowego parametrów wielkości otworu międzykręgowego z podziałem na bez poprawy/poprawę po 6 miesiącach od ostrzyknięcia (N=64)

Zmiana ODI po 6 miesiącach	bez poprawy (n=11)	poprawa (n=53)	p
Wysokość otworu	19,09±1,93	17,03±4,19	0,12
Szerokość górna otworu	8,75±2,29	8,54±2,62	0,80
Szerokość dolna otworu	3,00±1,72	3,52±2,09	0,44
Wysokość krążka międzykręgowego	5,35±2,05	4,76±1,53	0,28
ODI wyjściowe (%)	51±18	52±15	0,78
Wiek (lata)	47,5±12,4	61,4±15,5	0,01
Czas trwania objawów (miesiące)	23,4±13,6	30,2±31,4	0,49

4.5.2 Płeć

Większą zmianę ODI po 6 miesiącach od ostrzyknięcia stwierdzono u mężczyzn, chociaż różnica nie była istotna statystycznie ($p=0,09$). Wyjściowy stan funkcjonalny był nieco lepszy u mężczyzn - różnica nie była istotna statystycznie.

U kobiet wykazano nieco większe otwory międzykręgowe niż u mężczyzn - we wszystkich parametrach z wyjątkiem szerokości dolnej otworu - różnice nie były istotne statystycznie.

Tabela 11. Zestawienie wartości średniej, odchylenia standardowego parametrów wielkości otworu międzykręgowego oraz zmiany ODI po 6 miesiącach z podziałem na płeć (N=64)

	Płeć	kobiety (n=45)	mężczyźni (n=19)	p
ODI wyjściowy		53,6±15,8%	47,9±13,9%	0,18
Zmiana ODI po 6 miesiącach		-21,2±21,4%	-30,9±19,4%	0,09
Wysokość otworu		18,0±3,7	16,0±4,2	0,06
Szerokość górna otworu		8,7±2,6	8,2±2,6	0,50
Szerokość dolna otworu		3,2±1,8	3,9±2,4	0,20
Wysokość krążka międzykręgowego		4,9±1,6	4,7±1,8	0,61

4.5.3 Ograniczenie ruchomości kręgosłupa

Nie wykazano różnic w stanie funkcjonalnym wg ODI, parametrach wielkości otworu międzykręgowego w zależności od występowania ograniczenia ruchomości kręgosłupa.

Tabela 12. Zestawienie wartości średniej, odchylenia standardowego parametrów wielkości otworu międzykręgowego oraz zmiany ODI po 6 miesiącach, z podziałem na ograniczenie ruchomości kręgosłupa (N=64)

Ograniczenie ruchomości kręgosłupa	tak (n=50)	nie (n=14)	p
ODI wyjściowy	52,5±15,7%	50,0±14,7%	0,60
Zmiana ODI po 6 miesiącach	-23,0±21,4%	-28,1±20,4%	0,42
Wysokość otworu	17,5±4,2	16,9±3,2	0,60
Szerokość górna otworu	8,9±2,4	7,5±2,8	0,07
Szerokość dolna otworu	3,3±2,1	3,7±1,9	0,55
Wysokość krążka międzykręgowego	4,9±1,8	4,8±0,8	0,96

4.5.4 Zaburzenia czucia

Nie wykazano różnic w stanie funkcjonalnym wg ODI, parametrach wielkości otworu międzykręgowego w zależności od występowania zaburzeń czucia.

Tabela 13. Zestawienie wartości średniej, odchylenia standardowego, parametrów wielkości otworu międzykręgowego oraz zmiany ODI po 6 miesiącach, z podziałem na ograniczenie ruchomości kręgosłupa (N=64)

Zaburzenia czucia	tak (n=52)	nie (n=12)	p
ODI wyjściowy	52,7±14,8%	48,7%	0,42
Zmiana ODI po 6 miesiącach	-22,7±21,9%	-30,1%	0,28
Wysokość otworu	17,46±3,80	17,07±4,77	0,76
Szerokość górna otworu	8,83±2,52	7,45±2,49	0,09
Szerokość dolna otworu	3,35±2,06	3,78±1,95	0,51
Wysokość krążka międzykręgowego	4,89±1,69	4,76±1,42	0,82
Wiek (lata)	60,6±15,6	52,3±15,4	0,10
Czas trwania objawów (miesiące)	29,7±31,3	25,8±17,7	0,67

4.5.5 Cukrzyca

Nie wykazano różnic w stanie funkcjonalnym wg ODI, parametrach wielkości otworu międzykręgowego w zależności od współwystępowania cukrzycy.

Tabela 14. Zestawienie wartości średniej, odchylenia standardowego, parametrów wielkości otworu międzykręgowego oraz zmiany ODI po 6 miesiącach, z podziałem na współwystępowanie cukrzycy (N=64)

Cukrzyca	nie (n=52)	tak (n=8)	p
ODI wyjściowy	53,2%±15,4%	47,0%±17,2%	0,30
Zmiana ODI po 6 miesiącach	-25,1%±21,6%	-17,9%±21,7%	0,38
Wysokość otworu	17,4±4,0	15,8±3,0	0,27
Szerokość górna otworu	8,6±2,5	8,2±3,3	0,70
Szerokość dolna otworu	3,3±2,1	4,0±1,8	0,40
Wysokość krążka międzykręgowego	5,0±1,7	4,4±1,4	0,41
Wiek (lata)	58,7±16,5	61,4±16,0	0,67
Czas trwania objawów (miesiące)	30,5±30,9	13,6±10,6	0,13

4.5.6 Nadciśnienie tętnicze

Nie wykazano różnic w stanie funkcjonalnym wg ODI, parametrach wielkości otworu międzykręgowego w zależności od współwystępowania nadciśnienia tętniczego.

Tabela 15. Zestawienie wartości średniej, odchylenia standardowego, parametrów wielkości otworu międzykręgowego oraz zmiany ODI po 6 miesiącach, z podziałem na współwystępowanie nadciśnienia tętniczego (N=64)

Nadciśnienie tętnicze	nie (n=42)	tak (n=18)	p
ODI wyjściowy	51,9%±16,8%	53,3%±12,9%	0,75
Zmiana ODI po 6 miesiącach	-23,5%±21,5%	-25,6%±22,4%	0,74
Wysokość otworu	17,4±4,0	15,8±3,0	0,27
Szerokość górna otworu	8,6±2,5	8,2±3,3	0,70
Szerokość dolna otworu	3,3±2,1	4,0±1,8	0,40
Wysokość krążka międzykręgowego	5,0±1,7	4,4±1,4	0,41
Wiek (lata)	60±16	56,8±17,3	0,49
Czas trwania objawów (miesiące)	32,8±32,5	17,6±17,6	0,07

4.5.7 Wzrost, masa ciała i BMI

Wykazano dodatnią korelację wzrostu z szerokością dolną otworu międzykręgowego. Poza tym inne wielkości otworu ani stan funkcjonalny nie był istotnie zależne od masy ciała, wzrostu i BMI.

Tabela 16. Wartości współczynnika korelacji Spearmana wielkości otworów międzykręgowych mierzonych na przekrojach strzałkowych w sekwencji T2 zależnej w obrazie rezonansu magnetycznego i oceny funkcjonowania wg Oswestry Disability Index (ODI) (N=64)

Nadciśnienie tętnicze	Wzrost	Masa	BMI
ODI wyjściowy	-0,1	0,0	0,1
Zmiana ODI po 6 miesiącach	-0,2	-0,1	0,0
Wysokość otworu	-0,2	-0,0	0,1
Szerokość górna otworu	-0,0	-0,1	-0,1
Szerokość dolna otworu	0,3*	0,1	0,0
Wysokość krążka międzykręgowego	-0,0	0,1	0,1

Legenda: * istotne statystycznie

5 DYSKUSJA

Przewlekły zespół bólowy kręgosłupa lędźwiowego jest poważnym problemem cywilizacyjnym. Ogranicza możliwość pracy zarobkowej, zwiększa absencję chorobową i generuje koszty w systemie opieki zdrowotnej. Według danych ZUS za I półrocze 2017 rozpoznania M47, M51 i M54 łącznie były przyczyną niezdolności do pracy 6,7% wszystkich zwolnień lekarskich (26).

Z danych epidemiologicznych w Stanach Zjednoczonych PZBLK występuje u 12% procent populacji (1). Przyjmuje się, że za około 8-12% tych dolegliwości odpowiedzialna jest stenoza otworowa (17) (15). Patologia ta rokuje gorzej, jeśli chodzi o poprawę po leczeniu, w stosunku do stenozы centralnej (27).

Przewlekły ucisk na korzeń nerwowy powoduje obrzęk, demielinizację i zwłóknienie wewnątrz korzenia (28) (29). Zaburzenie przepływu krwi w mikrokrążeniu prowadzi do zwiększenia przepuszczalności śródbłonna naczyń i powstawania śródkorzeniowego stanu zapalnego (30). Zjawiska te zostały opisane na modelach zwierzęcych w wielu publikacjach (31) (32) (33). Do obrazowania tego zjawiska *in vivo* zaproponowano wykorzystanie badania MRI z kontrastem w postaci Gd-DTPA (34).

Wielkość otworu międzykręgowego (OM) jest kluczowa w ocenie stopnia stenozы otworu i kompresji struktur przebiegających w jego obrębie (12). Aby poznać anatomiczne wymiary otworów międzykręgowych Cramer i wsp. przeprowadzili badanie na 95 bezobjawowych ochotnikach wyznaczając średnie wymiary otworów w części lędźwiowej kręgosłupa, mierząc je w analogiczny sposób jak w tej pracy (23). Pozwoliło to na zapożyczenie grupy z pracy Cramera i wsp. jako grupy kontrolnej w zakresie obrazu MR. Obraz MR dla otworów międzykręgowych w badanej grupie wskazywał na zmniejszenie wszystkich wymiarów otworów w stosunku do grupy kontrolnej. Zmiana ta była istotna statystycznie dla wszystkich wymiarów.

W badanej grupie OM zauważono zwiększanie się wymiaru szerokości dolnej w stosunku do grupy kontrolnej i zmiany te były istotne statystycznie.

Nie udało się powiązać wymiarów bezwzględnych otworów międzykręgowych z objawami chorych, oceną niepełnosprawności w skali ODI oraz wynikiem odległym po procedurze ostrzyknięcia.

Ostrzyknięcie kręgosłupa jest często stosowaną metodą terapeutyczną w leczeniu bólu korzeniowego. Polega na podaniu steroidów w pobliże korzenia nerwowego, w celu m.in. zmniejszenia miejscowego zapalenia. W Polsce w 2016 roku procedurę ostrzyknięcia kręgosłupa wykonano u blisko 5000 chorych (35).

Ucisk korzenia nerwu indukuje różne cytokiny i komórki zapalne, przyczyniające się do bólu korzeniowego (36). Działanie steroidów polega na zmniejszeniu produkcji i uwalnianiu mediatorów zapalenia, co w konsekwencji hamuje procesy prowadzące do wystąpienia bólu korzeniowego (37). Ponadto, zmniejszenie stanu zapalnego może zmniejszyć obrzęk korzenia nerwowego i/lub tkanek wokół niego. Zmniejszenie obrzęku może zwiększyć przestrzeń otworu między kręgowego i zmniejszyć ucisk korzenia nerwowego, obrzęk żylny i niewydolność tętnicy (36). Wykazano także hamujące działanie kortykosteroidów na włókna C w neuronach nocyceptywnych (38, 39).

Skuteczność procedury ostrzyknięcia kręgosłupa jest przedmiotem dyskusji. W kilku przeglądach systematycznych i metaanalizach stwierdzono, że ostrzyknięcia kręgosłupa są skuteczne w łagodzeniu bólu korzeniowego kręgosłupa lędźwiowo-krzyżowego, głównie krótkoterminowo (40, 41). Jednak ograniczeniem, zwłaszcza długoterminowej oceny skuteczności, był brak homogennej populacji chorych o naturalnym przebiegu choroby. W dotychczasowych publikacjach często włączono do badań chorych z różnymi patologiami, co poddawało w wątpliwość długoterminową skuteczność iniekcji parawertebralnych (42).

Ocenę skuteczności ostrzyknięć okołokorzeniowych dokonali MacVicar i wsp. stwierdzając, że u pacjentów z bólem korzeniowym spowodowanym przepukliną krążka międzykręgowego, u 70% chorych uzyskuje się pięćdziesięcioprocetową poprawę w 1 do 2 miesięcy po zabiegu, a u 40% chorych 12 miesięcy po zabiegu. U 30% uzyskano całkowite zniesienie bólu. Wykazano, że iniekcje transforaminalne steroidów

są nieco mniej skuteczne w przewlekłym bólu korzeniowym (43). Chorzy leczeni tą metodą mieli zapewnioną odpowiednią analgezję ułatwiającą fizykoterapię i inne formy rehabilitacji (40).

Inne badania wskazują także na skuteczność ostrzyknięć okołokorzeniowych w bólu korzeniowym, poprawiając funkcjonowanie chorych oraz zmniejszając odsetek chorych wymagających innych form terapii, w tym leczenia chirurgicznego (43-45).

Wskazuje się także, że ostrzyknięcia przezotworowe steroidów są skuteczniejsze od placebo w zmniejszeniu objawów korzeniowych u chorych ze zwężeniem kanału kręgowego i przepuklinami krążka międzykręgowego (46-50).

W tej pracy również wykazano skuteczność ostrzyknięć okołokorzeniowych, uzyskując istotne zmniejszenie, o 25% w skali ODI (poprawa funkcjonowania) w odstępie 6 miesięcy, w grupie chorych ze stenozą otworową. Podobne wyniki uzyskali Chang i Lee, którzy w stenozie otworowej udowodnili istotne zmniejszenie bólu, o $\geq 50\%$ w skali NRS po 3 miesiącach, u 2/3 chorych (39).

Poza korzeniem nerwowym prawie wszystkie struktury lędźwiowe są potencjalnymi źródłami bólu (stawy międzykręgowy, krążki międzykręgowy, struktury kostne, więzadła, struktury powięziowe i mięśnie) (51). Dlatego ostrzyknięcia okołokorzeniowe stosowane są także jako test diagnostyczny w celu potwierdzenia źródła bólu korzeniowego.

MRI jest bardzo przydatnym narzędziem do oceny stenozy kręgosłupa lędźwiowego. Pozwoliło ono w badaniach innych autorów na wykazanie braku lub słabej korelacji stenozy bocznej, obrazowanej właśnie przy pomocy MRI, z oceną kliniczną (52-54). Takie wnioski płyną także z tej pracy. Ta słaba zależność między wysokością krążka międzykręgowego a wyjściową wartością ODI była widoczna, a dla pozostałych mierzonych parametrów otworu wysokości, tj. szerokości górnej i dolnej, korelacji z ODI nie wykazano.

Nie jest jasne, dlaczego w prezentowanych powyżej pracach nie ma korelacji między stanem klinicznym i badaniem obrazowym. Prace na modelu zwierzęcym nie pozostawiają wątpliwości, że ucisk lędźwiowego korzenia nerwowego powoduje zanik

osłonki mielinowej i aktywację mikrogleju, przyczyniając się do powstawania i utrzymywania bólu (55, 56). Jednym z możliwych tłumaczeń rozbieżności między wynikami MRI a objawami chorego może być niewystarczająca identyfikacja kompresji nerwów w MRI. Bartyński i wsp. ocenili dokładność MRI u 26 pacjentów z objawowym uciskiem lędźwiowego korzenia nerwowego. W MRI kompresja korzenia była zaniżona prawie o 30% (57).

Innym powodem rozbieżności oceny klinicznej i obrazowej może być pozycja leżąca podczas badania MRI. Objawy stenozy zwiększają się pod wpływem obciążenia osiowego, co spowodowane jest zmianami w wielkości kanału lędźwiowego i otworu międzykręgowego. W pozycji pionowej obciążenie osiowe może powodować przemieszczenie struktur okolicy krążka międzykręgowego i kompresję korzenia nerwowego, które nie są obserwowane w pozycji leżącej (58).

W patogenezie objawów należy także uwzględnić dwie sytuacje: z jednej strony korzeń nerwowy może być uciśnięty w MRI bez objawów klinicznych, a z drugiej strony objawy kliniczne mogą występować bez cech kompresji korzenia w MRI. Istnieją badania, w których wykazano, że ucisk korzenia nerwowego w MRI występuje u 2-20% chorych bezobjawowych (59, 60). Natomiast możliwym wyjaśnieniem objawów klinicznych bez widocznego ucisku korzenia nerwu w obrazowaniu jest zapalenie korzenia nerwu spowodowane przez mediatory stanu zapalnego, np. interleukinę $\beta 1$ (61). Przymuszcza się, że substancje te mogą dyfundować do kanału kręgowego ze stawów międzykręgowych, więzadła żółtego oraz z krążka międzykręgowego (61).

Istnieje relatywnie niewiele doniesień na temat wiarygodności ocen opartych na MRI, w klasyfikacji stenozy otworowej w kręgosłupie lędźwiowym, oraz możliwości przewidywania na tej podstawie wyników leczenia operacyjnego. Dotychczasowe systemy badania stenozy otworowej w MRI nie dają żadnych korelacji klinicznych, pozwalających na określenie wskazań operacyjnych w odniesieniu do stopnia ucisku w MRI (21, 54). W badaniu przeprowadzonym przez Jeonga i wsp. porównano otwory międzykręgowe chorych operowanych i nieoperowanych, stosując wspólny system oceny wg Lee i wsp. (21, 54). Wszyscy pacjenci przeszli operację, ponieważ ból

wynikający ze zwężenia otworu międzykręgowego w części lędźwiowej kręgosłupa nie ustąpił pomimo leczenia zachowawczego. Stopień zwężenia otworu w MRI był istotnie większy u chorych operowanych niż w przypadku nieoperowanych. Stopnie 2 lub 3 zwężenia otworu międzykręgowego w MRI można uznać za optymalne wskazanie do operacji dekompresyjnej, jako alternatywę rozważając długotrwałe leczenie zachowawcze. System klasyfikacji MRI był mniej niezawodny w przypadku objawowego zwężenia otworu L5-S1, o czym świadczy niższa zgodność oceny niż na innych poziomach kręgosłupa lędźwiowego (54).

Słabe strony dotychczasowych klasyfikacji sprawiają, że istnieje potrzeba stworzenia nowej, pozwalającej na lepszą ocenę przedoperacyjną chorych z objawową stenozą otworową i tak w pracy Farshad'a i wsp. zaprezentowano objaw „T2-melting sign”. Jest on procentową oceną kontaktu korzenia nerwowego z krążkiem międzykręgowym w strzałkowej projekcji MRI, w obrazach T2 zależnych. Dokonano oceny badań MRI 42 pacjentów poddanych procedurze ostrzyknięcia okołokorzeniowego, uzyskując pozytywną korelację wyników ostrzyknięcia z grupą, dla której „T2-melting sign” był >25% (62).

Park i wsp. u pacjentów z objawową stenozą otworową dokonali porównania wielkości otworów międzykręgowych w oparciu o klasyfikację Lee oraz Wildermuth'a (21) (19). Pacjenci byli poddani ocenie neurologicznej obejmującą drętwienie i osłabienie kończyny, parestezje i ból korzeniowy oraz objaw Lhermitte'a, a także osłabienie odruchów ścięgnistych. Zaobserwowano większą czułość klasyfikacji Lee dla grupy pacjentów przed 50 r.ż. (63).

Choroby współtowarzyszące mogą mieć wpływ na stan kliniczny pacjentów z objawową stenozą otworową. Występująca w przypadku cukrzycy i nadciśnienia tętniczego polineuropatia obwodowa może przy ustalaniu przyczyny występowania zaburzeń czucia i parestezji w obrębie kończyn wprowadzać w błąd chorego i lekarza. Nie ma publikacji porównujących wielkości otworów międzykręgowych, czy wyników ODI w zależności od występowania chorób towarzyszących. W tej pracy nie

uwidoczono korelacji współwystępowania cukrzycy i nadciśnienia tętniczego ze zmianami wielkości otworów międzykręgowych ani z wynikami w skali ODI.

6 KLINICZNE ZNACZENIE PRACY

Pomimo braku jednoznacznych danych statystycznych dla przewidywania odległego wyniku ostryknięcia okołokorzeniowego, uwagę zwraca poprawa oceny niepełnosprawności u wszystkich pacjentów. Taka obserwacja pozwala rekomendować tę metodę leczenia pacjentów dla sytuacji diagnostycznie wątpliwych oraz dla chorych znacznie obciążonych. W tych stanach należy to traktować jako leczenie objawowe.

Użycie jako grupy kontrolnej populacji z publikacji Cramer i wsp. {Cramer, 2003 #48} pozwoliło na porównanie osób objawowych z bezobjawowymi. Publikacja ta jest tożsama z metodyką tej pracy w sposobie dokonywania pomiarów. Duże zróżnicowanie demograficzne oraz użycie intraobserwera pozwala uznać te pomiary jako wiarygodne.

Jako słabą stroną tej pracy można uznać małą liczebność grupy badanej i możliwy do powiązania z tym fakt, że pewne widoczne w wynikach trendy nie zostały potwierdzone w badaniach statystycznych. W literaturze nie ma jednak opracowań opartych na większych grupach badanych. Nie ma więc podstaw do przyjęcia, że zwiększenie liczebności grupy prowadziło do innych wyników analizy statystycznej.

Ból korzeniowy ma wieloczynnikowe pochodzenie, od ucisku mechanicznego przez chemiczne drażnienie kwaśnym środowiskiem uszkodzonego jądra miażdżystego, po lokalny stan zapalny spowodowany kaskadą leukotrienową. W oparciu o te badania można opracować plan wieloczynnikowej analizy wpływu ostryknięcia okołokorzeniowego na poprawę stanu klinicznego pacjentów.

7 WNIOSKI

1. W populacji osób z objawami korzeniowymi stwierdza się zmniejszenie wszystkich badanych wymiarów otworów międzykręgowych, w stosunku do populacji bezobjawowej.
2. Wymiary otworów międzykręgowych w płaszczyźnie strzałkowej na obrazach MR nie wykazują powiązania ze stanem klinicznym i oceną niepełnosprawności u osób z potwierdzoną stenozą otworową. Odległy wynik ostrzyknięcia okołokorzeniowego w niewielkim stopniu jest powiązany z wysokością otworu międzykręgowego. Obserwuje się tendencję do poprawy wyniku ostrzyknięcia okołokorzeniowego wraz ze zwiększaniem się wysokości otworu międzykręgowego.
3. Wiek i płeć chorego, a także czas trwania objawów klinicznych, nie mają wpływu na odległy wynik ostrzyknięcia okołokorzeniowego. Takiego wpływu nie mają również, stwierdzane u chorych jako choroby współistniejące, cukrzyca i nadciśnienie tętnicze.
4. Zmniejszenie stopnia niepełnosprawności po ostrzyknięciu okołokorzeniowym występuje u wszystkich chorych, niezależnie od nasilenia objawów klinicznych przed zabiegiem.
5. Wymiary otworów w części lędźwiowej kręgosłupa nie dają podstaw do przewidzenia odległego efektu ostrzyknięcia okołokorzeniowego.

8 STRESZCZENIE

Wstęp. Przewlekły zespół bólowy kręgosłupa lędźwiowego jest jedną z najczęstszych dolegliwości wymagających leczenia w Poradni ortopedycznej. Przyjmuje się, że za 8-12 % tych dolegliwości odpowiedzialna jest stenoza otworowa. W badaniach porównawczych wyniki leczenia operacyjnego stenozy otworowej są gorsze niż centralnej.

Cele pracy. Ustalenie zależności wyniku ostrzyknięcia okołokorzeniowego od wielkości otworu międzykręgowego, u chorych z objawową stenozą otworową w części lędźwiowej kręgosłupa.

Cele szczegółowe

1. Analiza wielkości otworów międzykręgowych u chorych z objawową stenozą otworową.
2. Porównanie wielkości otworów międzykręgowych grupy badanej z grupą kontrolną zapożyczoną z publikacji autorstwa Cramer i wsp. (23).
3. Analiza zależności pomiędzy:
 - a. nasileniem objawów klinicznych, a wielkością otworu międzykręgowego,
 - b. odległym wynikiem ostrzyknięcia okołokorzeniowego, a wielkością otworu międzykręgowego, płcią, wiekiem i czasem trwania objawów,
 - c. odległym wynikiem ostrzyknięcia okołokorzeniowego, a tętnicze).
4. Określenie możliwości prognozowania wyniku ostrzyknięcia okołokorzeniowego w oparciu o nasilenie objawów klinicznych i wielkość otworu międzykręgowego zmierzonego na obrazach uzyskanych w obrazach MR.

Materiał i metoda. Do badania włączono 64 chorych (K/M 45/19 średnia wieku 59 lat) z objawową stenozą otworową poddanych ostrzyknięciu okołokorzeniowemu

w naszym ośrodku. Ocenie poddano bezwzględne wielkości otworów: górno-dolną, szerokość górną, szerokość dolną i wysokość krążka międzykręgowego oraz objawy kliniczne pacjentów i stopień niepełnosprawności w oparciu o skalę ODI. Pacjenci badani byli przed zabiegiem ostrzyknięcia, po 2 i 6 miesiącach. W trakcie wizyt kontrolnych poddawani byli ponownej ocenie klinicznej oraz według formularza ODI.

Wyniki. Statystycznie istotną różnicę zauważono w narastającej szerokości dolnej badanych otworów na kolejnych poziomach części lędźwiowej kręgosłupa. Zaobserwowano istotne statystycznie zmniejszenie wielkości bezwzględnych otworów międzykręgowych w badanej populacji względem populacji bezobjawowej (badanej w pracy Cramer i wsp.). Wyjściowa wartość ODI badanych chorych wynosiła $51,92 \pm 15,37\%$ (mediana 52%). Po ostrzyknięciu wartość ODI po 2 miesiącach wyniosła średnio $32,26 \pm 22,48\%$, a po 6 miesiącach zmniejszyła się do $27,81 \pm 23,18\%$. Różnice między poszczególnymi pomiarami ODI były istotne statystycznie (Test T dla prób zależnych: $p < 0,01$). W wynikach nie zaobserwowano istotnej statystycznie korelacji pomiędzy wielkościami bezwzględnymi otworów międzykręgowych, a obrazem klinicznym. Analizie poddano również płeć, wagę, wzrost, BMI, współwystępowanie cukrzycy i nadciśnienia tętniczego. Nie wykazano statystycznie istotnych różnic między tymi danymi a efektem odległym ostrzyknięcia okołokorzeniowego.

Wnioski.

1. W populacji osób z objawami korzeniowymi stwierdza się zmniejszenie wszystkich badanych wymiarów otworów międzykręgowych, w stosunku do populacji bezobjawowej.
2. Wymiary otworów międzykręgowych w płaszczyźnie strzałkowej na obrazach MR nie wykazują powiązania ze stanem klinicznym i oceną niepełnosprawności u osób z potwierdzoną stenozą otworową. Odległy wynik ostrzyknięcia okołokorzeniowego w niewielkim stopniu jest powiązany z wysokością otworu międzykręgowego. Obserwuje się tendencję do poprawy wyniku ostrzyknięcia okołokorzeniowego wraz ze zwiększaniem się wysokości otworu międzykręgowego.

3. Wiek i płeć chorego, a także czas trwania objawów klinicznych, nie mają wpływu na odległy wynik ostrzyknięcia okołokorzeniowego. Takiego wpływu nie mają również, stwierdzone u chorych jako choroby współistniejące, cukrzyca i nadciśnienie tętnicze.
4. Zmniejszenie stopnia niepełnosprawności po ostrzyknięciu okołokorzeniowym występuje u wszystkich chorych, niezależnie od nasilenia objawów klinicznych przed zabiegiem.
5. Wymiary otworów w części lędźwiowej kręgosłupa nie dają podstaw do przewidzenia odległego efektu ostrzyknięcia okołokorzeniowego

Słowa kluczowe: stenoza otworowa, ostrzyknięcie okołokorzeniowe, rezonans magnetyczny, wymiary otworów międzykręgowych

Abstract

Introduction. Chronic low back pain syndrome is one of the most common causes of treatment in outpatient clinics. It is said that 8-12% of these disorders is caused by foraminal stenosis. In the comparison study, the result of treatment of foraminal stenosis compared to central one is worse.

Goals. Establishing dependency of long-term results of periradicular steroids injections from dimensions of intervertebral foramen in group of symptomatic patients with lumbar foraminal stenosis.

Specific goals:

1. Evaluation of intervertebral foramen dimensions in symptomatic foraminal stenosis patients.
2. Comparison of intervertebral foramen size in two groups of patients: one examined in this study, and the control group from Cramer et al. (23) study.
3. Establishing dependencies:
 - a. Clinical signs intensity and the size of the intervertebral foramen.
 - b. A long term result of periradicular steroid injections and the size of the intervertebral foramen, sex, age and duration of symptoms.
 - c. A long-term result of periradicular steroid injections and comorbidity (hypertension and diabetes).
4. Determining the possibility of foreseeing results of periradicular steroids injections based on clinical signs intensity and intervertebral foramen measure based on MRI.

Material and methods. 64 patients (F/M 45/19, mean age 59) with symptomatic foraminal stenosis, who underwent periradicular steroids injection in our medical center, were included in this study. We evaluated the dimensions of intervertebral foramen measured in sagittal plane of T2-dependent magnetic resonance imaging: vertical size, horizontal upper size, horizontal lower size, height of intervertebral disc and clinical symptoms as well as disability according to ODI scale. Patients underwent

the evaluation before the procedure, 2 and 6 months after the procedure. During the control visits, patients were clinically as well as questionnaire evaluated.

Results. There was statistically important difference in the horizontal lower size of intervertebral foramen in consecutive levels of lumbar spine. There was statistically important decrease in all the dimensions of intervertebral foramen compared to asymptomatic population (Cramer et al. 2003). Initial value of ODI was $51,92 \pm 15,37\%$ (median 52%). After 2 months, the value of ODI was $32,26 \pm 22,48\%$, and after 6 months it decreased to $27,81 \pm 23,18\%$. The difference between measurements was statistically significant (T-test value for independent groups $p < 0,01$). In the results, there was no statistically significant difference between the dimensions of intervertebral foramen and clinical findings. We analyzed patients for: sex, weight, height, BMI, comorbidity of diabetes and hypertension. There was no statistically important difference in these parameters and long-term result of periradicular steroids injection.

Conclusions

1. In symptomatic population, there is a decrease in all of the sizes of intervertebral foramens when compared to non-symptomatic population.
2. The sizes of intervertebral foramens measured in sagittal plane of MR images are not correlated with clinical presentation and handicap assessment in symptomatic population. Late outcome of periradicular steroid injection is slightly dependent on height of the intervertebral foramen. There is a tendency for improvement of the outcome with increase of foramen's height.
3. Decrease in the level of handicap after periradicular steroid injection is present in all of the patients regardless of the intensity of clinical signs before the procedure.
4. Sex, and age as well as duration of symptoms have no statistical impact on the long-term result of periradicular steroid injection. The same lack of correlation is observed with the coexisting comorbidities of hypertension and diabetes.
5. Sizes of intervertebral foramens in the lumbar spine does not give preassumptions of late outcome of periradicular steroids injections.

Key words: foraminal stenosis, periradicular steroid injection, magnetic resonance imaging, dimension of intervertebral foramen.

9 SPIS RYCIN

Ryc. 1. Klasyfikacja stenozy otworowej wg Lee i wsp. (V - trzon kręgu, D – krążek międzykręgowy, NR – korzeń nerwowy, LF – więzadło żółte, FJ – staw międzykręgowy): A-stopień 0, B,C-stopień 1, D-stopień 2, E-stopień 3. (21)	11
Ryc. 2. Procedura ostrzyknięcia okołokorzeniowego: (w kolejności od góry i lewej) ułożenie chorego na brzuchu na stole operacyjnym, jałowe obłożenie pola operacyjnego, igła z mandrynem do ostrzyknięć okołokorzeniowych, wprowadzenie igły pod kontrolą skopi RTG, potwierdzenie położenia igły w projekcji p-a i bocznej.	12
Ryc. 3. Wielkości mierzone na przekrojach strzałkowych otworów międzykręgowych, w sekwencji T2 zależnej w programie Onis v2.4, 1 - wysokość otworu i wysokość krążka międzykręgowego, 2 - szerokości otworu górna i szerokość otworu dolna (rycina własna).	21
Ryc. 4. Formularz ODI (Revised Oswestry Disability Index, wskaźnik niesprawności Oswestry) - wersja polska.	23
Ryc. 5. Wykres wartości a) średniej z zaznaczeniem odchylenia standardowego b) mediany z zaznaczeniem kwartyli i rozstępu oceny funkcjonowania wg Revised Oswestry Disability Index.....	28

10 SPIS TABEL

Tabela 1. Charakterystyka wieku (w latach) chorych z podziałem na płeć (N=64). 17	17
Tabela 2. Charakterystyka czasu trwania objawów w miesiącach z podziałem na płeć (N=64).....	17
Tabela 3. Charakterystyka kliniczna chorych (N=64)	18
Tabela 4. Wartości średniej i odchyłeń standardowych wymiarów otworów międzykręgowych mierzonych na przekrojach strzałkowych w sekwencji T2 zależnej w obrazie rezonansu magnetycznego; 1 Wysokość otworu, 2 szerokości otworu górna, 3 szerokość otworu dolna, 4 wysokość krążka międzykręgowego (N=64)	25
Tabela 5. Wartości średnie i odchylenia standardowe wymiarów otworów międzykręgowych mierzonych na przekrojach strzałkowych w sekwencji T2 zależnej w obrazie rezonansu magnetycznego w grupie badanej i grupie kontrolnej [zapożyczonej z pracy Cramer i wsp. (23)]; 1 Wysokość otworu, 2 szerokości otworu górna, 3 szerokość otworu dolna, p wartość p dla testu t Studenta dla grup niezależnych $p < 0,05$ (N=64)	26
Tabela 6. Zestawienie wartości średniej, mediany, wartości minimalnej i maksymalnej oraz odchylenia standardowego oceny funkcjonowania wg Oswestry Disability Index na kolejnych wizytach oraz różnic między wizytami, z określeniem istotności statystycznej (test t Studenta dla prób zależnych) (N=64)	27
Tabela 7. Zestawienie liczby i odsetka chorych z bólami miejscowymi i promieniowaniem do KKD stwierdzonych podczas kolejnych wizyt (N=64).....	29
Tabela 8. Wartości współczynnika korelacji rang Spearmana wielkości otworów międzykręgowych mierzonych na przekrojach strzałkowych w obrazie rezonansu magnetycznego w sekwencji T2 zależnej i oceny funkcjonowania wg ODI (N=64)	30
Tabela 9. Wartości współczynnika korelacji rang Spearmana wielkości otworów międzykręgowych mierzonych na przekrojach strzałkowych w obrazie rezonansu magnetycznego w sekwencji T2 zależnej i różnicy oceny funkcjonowania ODI między wizytami (N=64)	31

Tabela 10. Zestawienie wartości średniej, odchylenia standardowego parametrów wielkości otworu międzykręgowego z podziałem na bez poprawy/poprawę po 6 miesiącach od ostrzyknięcia (N=64)	32
Tabela 11. Zestawienie wartości średniej, odchylenia standardowego parametrów wielkości otworu międzykręgowego oraz zmiany ODI po 6 miesiącach z podziałem na płeć (N=64).....	33
Tabela 12. Zestawienie wartości średniej, odchylenia standardowego parametrów wielkości otworu międzykręgowego oraz zmiany ODI po 6 miesiącach, z podziałem na ograniczenie ruchomości kręgosłupa (N=64)	34
Tabela 13. Zestawienie wartości średniej, odchylenia standardowego, parametrów wielkości otworu międzykręgowego oraz zmiany ODI po 6 miesiącach, z podziałem na ograniczenie ruchomości kręgosłupa (N=64)	35
Tabela 14. Zestawienie wartości średniej, odchylenia standardowego, parametrów wielkości otworu międzykręgowego oraz zmiany ODI po 6 miesiącach, z podziałem na współwystępowanie cukrzycy (N=64)	36
Tabela 15. Zestawienie wartości średniej, odchylenia standardowego, parametrów wielkości otworu międzykręgowego oraz zmiany ODI po 6 miesiącach, z podziałem na współwystępowanie nadciśnienia tętniczego (N=64)	37
Tabela 16. Wartości współczynnika korelacji Spearmana wielkości otworów międzykręgowych mierzonych na przekrojach strzałkowych w sekwencji T2 zależnej w obrazie rezonansu magnetycznego i oceny funkcjonowania wg Oswestry Disability Index (ODI) (N=64)	38

11 PIŚMIENICTWO

1. Manchikanti L, Singh V, Falco FJ, Benyamin RM, Hirsch JA. Epidemiology of low back pain in adults. *Neuromodulation*. 2014;17 Suppl 2:3-10.
2. Manchikanti L, Singh V, Datta S, Cohen SP, Hirsch JA, American Society of Interventional Pain P. Comprehensive review of epidemiology, scope, and impact of spinal pain. *Pain Physician*. 2009;12(4):E35-70.
3. Deyo RA, Mirza SK, Martin BI. Back pain prevalence and visit rates: estimates from U.S. national surveys, 2002. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2006;31(23):2724-7.
4. . !!! INVALID CITATION !!! (4).
5. Karantanas AH, Zibis AH, Papaliaga M, Georgiou E, Rousogiannis S. Dimensions of the lumbar spinal canal: variations and correlations with somatometric parameters using CT. *Eur Radiol*. 1998;8(9):1581-5.
6. Spivak JM. Degenerative lumbar spinal stenosis. *J Bone Joint Surg Am*. 1998;80(7):1053-66.
7. Szpalski M, Gunzburg R. Lumbar spinal stenosis in the elderly: an overview. *Eur Spine J*. 2003;12 Suppl 2:S170-5.
8. Szpalski M, Gunzburg R. Lumbar spinal stenosis: clinical features and new trends in surgical treatment. *Geriatr Times*. 2004;5(4):11.
9. Panjabi MM, Takata K, Goel VK. Kinematics of lumbar intervertebral foramen. *Spine (Phila Pa 1976)*. 1983;8(4):348-57.
10. Gilchrist RV, Slipman CW, Bhagia SM. Anatomy of the intervertebral foramen. *Pain Physician*. 2002;5(4):372-8.
11. Lee CK, Rauschnig W, Glenn W. Lateral lumbar spinal canal stenosis: classification, pathologic anatomy and surgical decompression. *Spine (Phila Pa 1976)*. 1988;13(3):313-20.
12. Hasegawa T, An HS, Haughton VM, Nowicki BH. Lumbar foraminal stenosis: critical heights of the intervertebral discs and foramina. A cryomicrotome study in cadavera. *J Bone Joint Surg Am*. 1995;77(1):32-8.
13. Inufusa A, An HS, Lim TH, Hasegawa T, Haughton VM, Nowicki BH. Anatomic changes of the spinal canal and intervertebral foramen associated with flexion-extension movement. *Spine (Phila Pa 1976)*. 1996;21(21):2412-20.
14. Chang SB, Lee SH, Ahn Y, Kim JM. Risk factor for unsatisfactory outcome after lumbar foraminal and far lateral microdecompression. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2006;31(10):1163-7.
15. Jenis LG, An HS. Spine update. Lumbar foraminal stenosis. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2000;25(3):389-94.
16. Mérot OA, Maugars YM, Berthelot J-MM. Similar outcome despite slight clinical differences between lumbar radiculopathy induced by lateral versus medial disc herniations in patients without previous foraminal stenosis: a prospective cohort study with 1-year follow-up. *The Spine Journal*. 2014;14(8):1526-31.

17. Marquardt G, Bruder M, Theuss S, Setzer M, Seifert V. Ultra-long-term outcome of surgically treated far-lateral, extraforaminal lumbar disc herniations: a single-center series. *European Spine Journal*. 2012;21(4):660-5.
18. Kunogi J, Hasue M. Diagnosis and operative treatment of intraforaminal and extraforaminal nerve root compression. *Spine (Phila Pa 1976)*. 1991;16(11):1312-20.
19. Wildermuth S, Zanetti M, Duewell S, Schmid MR, Romanowski B, Benini A, et al. Lumbar spine: quantitative and qualitative assessment of positional (upright flexion and extension) MR imaging and myelography. *Radiology*. 1998;207(2):391-8.
20. Attias N, Hayman A, Hipp JA, Noble P, Esses SI. Assessment of magnetic resonance imaging in the diagnosis of lumbar spine foraminal stenosis--a surgeon's perspective. *J Spinal Disord Tech*. 2006;19(4):249-56.
21. Lee S, Lee JW, Yeom JS, Kim KJ, Kim HJ, Chung SK, et al. A practical MRI grading system for lumbar foraminal stenosis. *AJR Am J Roentgenol*. 2010;194(4):1095-8.
22. Cohen SP, Bicket MC, Jamison D, Wilkinson I, Rathmell JP. Epidural steroids: a comprehensive, evidence-based review. *Reg Anesth Pain Med*. 2013;38(3):175-200.
23. Cramer GD, Cantu JA, Dorsett RD, Greenstein JS, McGregor M, Howe JE, et al. Dimensions of the lumbar intervertebral foramina as determined from the sagittal plane magnetic resonance imaging scans of 95 normal subjects. *Journal of Manipulative & Physiological Therapeutics*. 2003;26(3):160-70.
24. Misterska E, Jankowski R, Glowacki M. Quebec Back Pain Disability Scale, Low Back Outcome Score and Revised Oswestry Low Back Pain Disability Scale for Patients With Low Back Pain Due to Degenerative Disc Disease: Evaluation of Polish Versions. *Spine*. 2011;36(26):E1722-E9.
25. Miekisiak G, Kollataj M, Dobrogowski J, Kloc W, Libionka W, Banach M, et al. Validation and cross-cultural adaptation of the Polish version of the Oswestry Disability Index. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2013;38(4):E237-43.
26. ZUS. Informacja o absencji chorobowej osób ubezpieczonych w ZUS w I półroczu 2017 roku.
<http://www.zus.pl/documents/10182/39590/Informacja+o+absencji+chorobowej+os%C3%B3b+ubezpieczonych+w+ZUS+w+I+p%C3%B3%C5%82roczu+2017+rokupdf/98a866b3-13cc-4fdf-a77e-27b928c9d3bb>. 2017.
27. Lee JH, Lee S-H. Clinical and radiological characteristics of lumbosacral lateral disc herniation in comparison with those of medial disc herniation. *Medicine*. 2016;95(7).
28. Myers RR. The neuropathology of nerve injury and pain. Low back pain: a scientific and clinical overview *Am Acad Orthopaed Surg*. 1997:247-64.
29. Rydevik B, Brown MD, Lundborg G. Pathoanatomy and pathophysiology of nerve root compression. *Spine*. 1984;9(1):7-15.
30. Rydevik BL, Padowitz RA, Hargens AR, Swenson MR, Myers RR, Garfin SR. Effects of acute, graded compression on spinal nerve root function and structure. An experimental study of the pig cauda equina. *Spine*. 1991;16(5):487-93.
31. Kobayashi S, Yoshizawa H, Yamada S. Pathology of lumbar nerve root compression: Part 1: Intraradicular inflammatory changes induced by mechanical compression. *Journal of Orthopaedic Research*. 2004;22(1):170-9.

32. Yoshizawa H. Intraradicular edema formation as a basis factor in lumbar radiculopathy. *Low back pain: A scientific and clinical overview*. 1997.
33. Yoshizawa H, Kobayashi S, Hachiya Y. Blood supply of nerve roots and dorsal root ganglia. *The Orthopedic clinics of North America*. 1991;22(2):195-211.
34. Kobayashi S, Yoshizawa H, Hachiya Y, Ukai T, Morita T. Vasogenic edema induced by compression injury to the spinal nerve root. Distribution of intravenously injected protein tracers and gadolinium-enhanced magnetic resonance imaging. *Spine*. 1993;18(11):1410-24.
35. NFZ. Statystyka JGP - H55 - Zabiegi artroskopowe i przezskórne w zakresie kręgosłupa 2016 [
36. Akuthota V, Lento P, Sowa G. Pathogenesis of lumbar spinal stenosis pain: why does an asymptomatic stenotic patient flare? *Phys Med Rehabil Clin N Am*. 2003;14(1):17-28, v.
37. Greaves MW. Anti-inflammatory action of corticosteroids. *Postgrad Med J*. 1976;52(612):631-3.
38. Li JY, Xie W, Strong JA, Guo QL, Zhang JM. Mechanical hypersensitivity, sympathetic sprouting, and glial activation are attenuated by local injection of corticosteroid near the lumbar ganglion in a rat model of neuropathic pain. *Reg Anesth Pain Med*. 2011;36(1):56-62.
39. Chang MC, Lee DG. Outcome of Transforaminal Epidural Steroid Injection According to the Severity of Lumbar Foraminal Spinal Stenosis. *Pain physician*. 2018;21(1):67-72.
40. Rados I, Sakic K, Fingler M, Kapural L. Efficacy of interlaminar vs transforaminal epidural steroid injection for the treatment of chronic unilateral radicular pain: prospective, randomized study. *Pain Med*. 2011;12(9):1316-21.
41. Vroomen PC, de Krom MC, Slofstra PD, Knottnerus JA. Conservative treatment of sciatica: a systematic review. *J Spinal Disord*. 2000;13(6):463-9.
42. Kennedy DJ, Plastaras C, Casey E, Visco CJ, Rittenberg JD, Conrad B, et al. Comparative effectiveness of lumbar transforaminal epidural steroid injections with particulate versus nonparticulate corticosteroids for lumbar radicular pain due to intervertebral disc herniation: a prospective, randomized, double-blind trial. *Pain Med*. 2014;15(4):548-55.
43. MacVicar J, King W, Landers MH, Bogduk N. The effectiveness of lumbar transforaminal injection of steroids: a comprehensive review with systematic analysis of the published data. *Pain Med*. 2013;14(1):14-28.
44. Benny B, Azari P. The efficacy of lumbosacral transforaminal epidural steroid injections: a comprehensive literature review. *J Back Musculoskelet Rehabil*. 2011;24(2):67-76.
45. Rivera CE. Lumbar Epidural Steroid Injections. *Phys Med Rehabil Clin N Am*. 2018;29(1):73-92.
46. Roberts ST, Willick SE, Rho ME, Rittenberg JD. Efficacy of lumbosacral transforaminal epidural steroid injections: a systematic review. *PM R*. 2009;1(7):657-68.

47. Kennedy DJ, Zheng PZ, Smuck M, McCormick ZL, Huynh L, Schneider BJ. A minimum of 5-year follow-up after lumbar transforaminal epidural steroid injections in patients with lumbar radicular pain due to intervertebral disc herniation. *Spine J.* 2018;18(1):29-35.
48. Ghahreman A, Ferch R, Bogduk N. The efficacy of transforaminal injection of steroids for the treatment of lumbar radicular pain. *Pain Med.* 2010;11(8):1149-68.
49. Jeong HS, Lee JW, Kim SH, Myung JS, Kim JH, Kang HS. Effectiveness of transforaminal epidural steroid injection by using a preganglionic approach: a prospective randomized controlled study. *Radiology.* 2007;245(2):584-90.
50. Manchikanti L, Nampiaparampil DE, Manchikanti KN, Falco FJ, Singh V, Benyamin RM, et al. Comparison of the efficacy of saline, local anesthetics, and steroids in epidural and facet joint injections for the management of spinal pain: A systematic review of randomized controlled trials. *Surgical neurology international.* 2015;6(Suppl 4):S194.
51. Allegri M, Montella S, Salici F, Valente A, Marchesini M, Compagnone C, et al. Mechanisms of low back pain: a guide for diagnosis and therapy. *F1000Res.* 2016;5.
52. Kuitinen P, Sipola P, Aalto TJ, Maatta S, Parviainen A, Saari T, et al. Correlation of lateral stenosis in MRI with symptoms, walking capacity and EMG findings in patients with surgically confirmed lateral lumbar spinal canal stenosis. *BMC Musculoskelet Disord.* 2014;15:247.
53. Splettstosser A, Khan MF, Zimmermann B, Vogl TJ, Ackermann H, Middendorp M, et al. Correlation of lumbar lateral recess stenosis in magnetic resonance imaging and clinical symptoms. *World J Radiol.* 2017;9(5):223-9.
54. Jeong TS, Ahn Y, Lee SG, Kim WK, Son S, Kwon JH. Correlation between MRI Grading System and Surgical Findings for Lumbar Foraminal Stenosis. *Journal of Korean Neurosurgical Society.* 2017;60(4):465-70.
55. Lacroix-Fralish ML, Tawfik VL, Tanga FY, Spratt KF, DeLeo JA. Differential spinal cord gene expression in rodent models of radicular and neuropathic pain. *Anesthesiology.* 2006;104(6):1283-92.
56. Xue F, Wei Y, Chen Y, Wang Y, Gao L. A rat model for chronic spinal nerve root compression. *Eur Spine J.* 2014;23(2):435-46.
57. Bartynski WS, Lin L. Lumbar root compression in the lateral recess: MR imaging, conventional myelography, and CT myelography comparison with surgical confirmation. *AJNR Am J Neuroradiol.* 2003;24(3):348-60.
58. Beattie PF, Meyers SP, Stratford P, Millard RW, Hollenberg GM. Associations between patient report of symptoms and anatomic impairment visible on lumbar magnetic resonance imaging. *Spine.* 2000;25(7):819-28.
59. van Rijn JC, Klemetso N, Reitsma JB, Majoie CB, Hulsmans FJ, Peul WC, et al. Symptomatic and asymptomatic abnormalities in patients with lumbosacral radicular syndrome: Clinical examination compared with MRI. *Clin Neurol Neurosurg.* 2006;108(6):553-7.
60. Rajeswaran G, Turner M, Gissane C, Healy JC. MRI findings in the lumbar spines of asymptomatic elite junior tennis players. *Skeletal Radiol.* 2014;43(7):925-32.

61. Igarashi A, Kikuchi S-i, Konno S-i. Correlation between inflammatory cytokines released from the lumbar facet joint tissue and symptoms in degenerative lumbar spinal disorders. *Journal of Orthopaedic Science*. 2007;12(2):154.
62. Farshad M, Sutter R, Hoch A. Severity of foraminal lumbar stenosis and the relation to clinical symptoms and response to periradicular infiltration—introduction of the “melting sign”. *The Spine Journal*. 2018;18(2):294-9.
63. Park H-J, Kim S, Lee S-Y, Park N-H, Rho M-H, Hong H-P, et al. Clinical correlation of a new MR imaging method for assessing lumbar foraminal stenosis. *American Journal of Neuroradiology*. 2012;33(5):818-22.