

Łukasz Bartochowski

Klinika Chirurgii Kręgosłupa,
Ortopedii Onkologicznej i Traumatologii
Wydział Nauk o Zdrowiu
Uniwersytet Medyczny im. Karola Marcinkowskiego
w Poznaniu

**Skuteczność leczenia operacyjnego kręgozmyku przy
użyciu instrumentarium przeznasadowego**

Rozprawa na stopień doktora nauk medycznych

Promotor

Dr hab. n. med. Andrzej Nowakowski

Poznań 2011

Spis treści

1. Wstęp	1
1.1 Definicja	2
1.2 Rys historyczny	4
1.3 Epidemiologia	5
1.4 Klasyfikacja	6
1.5 Patomechanizm	8
1.5.1 Budowa połączenia lędźwiowo – krzyżowego	8
1.5.2 Biomechanika połączenia lędźwiowo - krzyżowego	9
1.5.3 Niestabilność kręgosłupa	10
1.5.4 Patomechanizm kręgoszczeliny i kręgozmyku	11
1.5.5 Kompensacja kręgosłupa w płaszczyźnie strzałkowej	12
1.6 Ocena kliniczna	14
1.6.1 Badanie podmiotowe	14
1.6.2 Badanie przedmiotowe	15
1.7 Ocena radiologiczna	16
1.7.1 Konwencjonalne zdjęcia radiologiczne	16
1.7.2 Tomografia komputerowa	18
1.7.3 Tomografia rezonansu magnetycznego	19
1.7.4 Tomografia emisyjna pojedynczych fotonów	19
1.8 Leczenie	20
1.8.1 Leczenie nieoperacyjne	20
1.8.2 Leczenie operacyjne	21
1.8.3 Problematyka wyboru sposobu leczenia	22
1.8.4 Współczesne metody leczenia operacyjnego kręgoszczeliny i kręgozmyku	24
1.8.5 Wybór metody operacyjnej	28
1.8.6 Repozycja kręgozmyku	30
1.8.7 Powikłania leczenia operacyjnego kręgozmyku	31
2. Założenie i cele pracy	32
3. Materiał i metodologia	33
3.1 Materiał	33
3.2 Metodologia	36
3.2.1 Badanie podmiotowe	36

3.2.2 Badanie przedmiotowe	37
3.2.3 Badania obrazowe.....	40
3.2.4 Analiza komputerowa uzyskanych radiogramów.....	40
3.2.5 Zasady wyznaczania wskaźników osteometrycznych.....	41
3.2.6 Samoocena chorych	48
3.2.7 Analiza statystyczna	53
4. Wyniki	54
4.1 Charakterystyka operowanych chorych.....	54
4.1.1 Wiek.....	54
4.1.2 Płeć	55
4.1.3 Czas trwania dolegliwości bólowych	55
4.2 Segment ruchowy objęty kręgosztykiem	56
4.3 Typ kręgosztyku – klasyfikacja Wiltse’a, Newmana i Macnaba	56
4.4 Występowanie bólu miejscowego	57
4.5 Występowanie bólu korzeniowego.....	57
4.6 Ocena występowania zaburzeń czucia	59
4.7 Ocena siły mięśniowej.....	60
4.8 Ocena chromania neurogennego.	61
4.9 Ocena ruchomości stawów biodrowych.....	62
4.10 Ocena odruchów ścięgnistych	63
4.11. Ocena zmiany odczuwanych dolegliwości bólowych (VAS)	64
4.12. Ocena zmiany stopnia niepełnosprawności (ODI)	67
4.13 Ocena zmiany stopnia ześlizgu.....	69
4.14 Ocena zmiany kąta międzytrzonowego	71
4.15 Ocena zmiany kąta lordozy lędźwiowej.....	74
4.16 Ocena zmiany kąta pochylenia kości krzyżowej	75
4.17 Ocena zmiany wysokości przestrzeni międzytrzonowej	76
4.18 Analiza zależności wyników przeprowadzonych pomiarów.....	78
4.19 Analiza możliwości prognozowania wyniku leczenia operacyjnego	82
4.19.1 Ocena stopnia ześlizgu	83
4.19.2 Ocena wartości kąta międzytrzonowego	83
4.19.3 Ocena wysokości przestrzeni międzytrzonowej.....	83
4.19.4 Ocena kąta lordozy	83
4.19.5 Pochylenie kości krzyżowej	84
4.20 Powikłania	84
5. Omówienie.....	85
5.1 Omówienie charakterystyki badanych chorych.....	85

5.2 Omówienie danych przedoperacyjnych.....	85
5.2 Omówienie wskazań do leczenia operacyjnego w badanej grupie.....	92
5.3 Omówienie wyboru metody operacyjnej.....	93
5.4 Omówienie danych pooperacyjnych	94
5.5 Omówienie powiązania danych przedoperacyjnych z wynikami leczenia	99
6. Wnioski.....	100
7. Streszczenie	101
8. Summary.....	103
9. Wykaz skrótów użytych w tekście	104
10. Piśmiennictwo	105
11. Wykaz rycin.....	117
12. Wykaz tabel	120

1. Wstęp

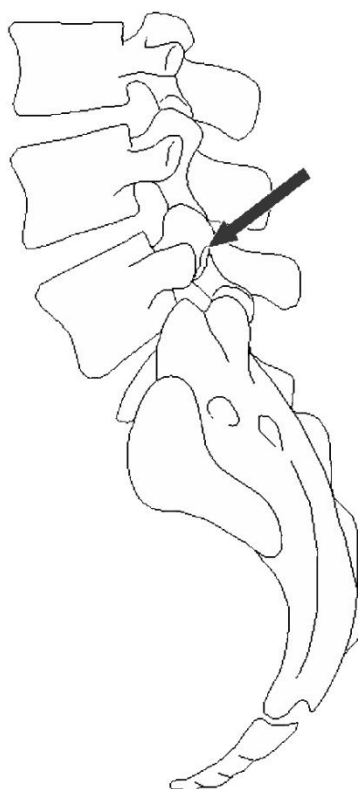
Schorzenia kręgosłupa, ze względu na jego skomplikowaną budowę oraz liczne funkcje, pozostają w polu zainteresowań wielu specjalności medycyny, przede wszystkim neurochirurgii, ortopedii, neurologii oraz rehabilitacji. Dlatego też coraz częściej powołuje się zespoły interdyscyplinarne, których celem jest wypracowanie jednoznacznych wytycznych lub algorytmów postępowania w najczęściej spotykanych chorobach kręgosłupa. W Polsce wymianą doświadczeń pomiędzy lekarzami zajmującymi się leczeniem chorób kręgosłupa zajmuje się Polskie Towarzystwo Kręgosłupowe, powołane w 2002 roku.

Jedną z chorób, gdzie brak jest jednoznacznego stanowiska, co do leczenia, szczególnie operacyjnego, jest kręgozmyk.

Niniejsze opracowanie ma na celu określenie skuteczności leczenia kręgozmyku przedniego z zastosowaniem stabilizacji przeznasadowej, jednej z najbardziej popularnych oraz uznanych metod. Ocenione zostały nie tylko zmiana obiektywnych wskaźników klinicznych, ale przede wszystkim zmiana w samopoczuciu chorego.

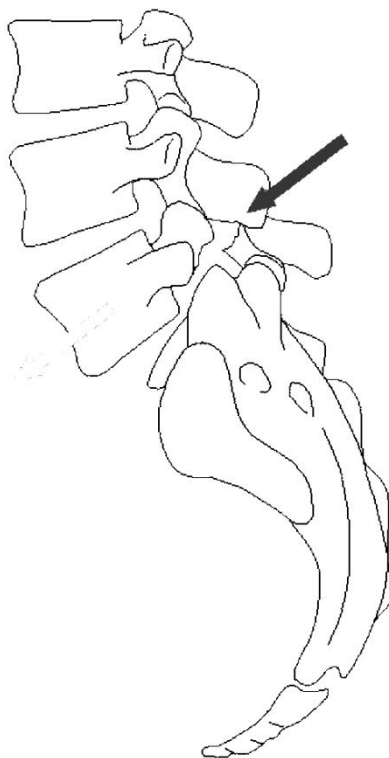
1.1 Definicja

Kręgoszczelina (łac. *spondylolysis*) – stan polegający na przerwaniu części międzywyrstkowej łuku kręgu (inaczej cieśń, wężina, łac. *isthmus*) przy zachowaniu łączności innych elementów kręgu, bez przemieszczenia sąsiadujących kręgów między sobą [1].



Ryc. 1. Kręgoszczelina - schemat.

Kręgozmyk (łac. *spondylolisthesis*) - przemieszczenie ku przodowi przedniej części kręgu (w skład której wchodzi: trzon, przednia część łuku, wyrostki poprzeczne oraz stawowe górne) w stosunku do kręgu leżącego poniżej [1]. Przesunięcie kręgu do tyłu, w stosunku do kręgu położonego poniżej, nazywa się retrolistezą, a przesunięcie kręgu do boku w stosunku do sąsiedniego kręgu olistezą.



Ryc. 2. Kręgozmyk – schemat.

1.2 Rys historyczny

Pierwszy opis kręgozmyku pochodzi z roku 1782. Jego autorem jest belgijski położnik Herbinaux. Opisał wypukłość kostną na poziomie promontorium (całkowicie przemieszczony krąg L5), która zwięzając wchód miednicy, uniemożliwia przeprowadzenie porodu siłami natury. Jako pierwszy terminu *spondylolisthesis* użył w 1854 roku Kilian. Jego specjalizacją było również położnictwo. Zostało ono utworzone z połączeniu dwóch greckich słów σπονδυλος – spondylos –kręg oraz όλισθος – olisthesis – ześlizg [2].

W 1855 Robert, po uwolnieniu kręgu L5 z otaczających go tkanek miękkich, wykazał, że niemożliwy jest ześlizg jednego kręgu w stosunku do drugiego przy prawidłowej budowie łuku kręgu.

Pierwszy pełny opis kręgozmyku został przedstawiony w roku 1882 przez warszawskiego położnika Neugebauera. Opisał on objawy oraz powikłania położnicze spondylolistezy [3].

W 1893 roku Lane, na łamach czasopisma Lancet opublikował opis laminektomii przeprowadzonej celem dekompresji u 34-letniej chorej z postępującym ześlizgiem.

Na łamach tego samego czasopisma w 1933 roku Burns przedstawił opis przypadku kręgozmyku u 14-letniego chłopca, leczonego spondylodezą kręgu L5 oraz kości krzyżowej, uzyskanego przez umieszczenie, z dostępu brzuszego, autogenego przeszczepu strzałki w kanale utworzonym w tych kościach.

W kolejnych latach wprowadzano różne modyfikacje metod operacyjnych, takie jak wprowadzenie płyty stabilizującej kręgozmyk z dostępu przedniego, zastosowanie wyciągu kręgu, który uległ ześlizgowi z następową spondylodezą. Pryncypium wszystkich stosowanych metod było i nadal jest uzyskanie zrostu między kręgami objętymi ześlizgiem, co chroniło przed progresją ześlizgu.

W roku 1976 Harrington przedstawił zastosowanie jego instrumentarium do redukcji ześlizgów dużego stopnia [4].

W 1976 roku została wprowadzona pierwsza, jednocześnie najbardziej popularna klasyfikacja kręgozmyku. Jej autorami są Wiltse, Newmann i Macnab [5].

Obecnie najczęściej stosowaną metodą stabilizacji kręgosłupa w operacjach kręgozmyku jest fiksacja przeznasadowa, wprowadzona i rozpowszechniona przez Roy-Camille [6].

1.3 Epidemiologia

Kręgoszczelina jest najlepiej zbadaną, ale nie jedyną, przyczyną powstawania kręgozmyku. W ogólnej populacji częstotliwość występowania kręgoszczeliny szacuje się na około 5% [7,8,9,10,11]. W badaniach, które przeprowadzili Grobler i Wiltse mężczyźni rasy białej są bardziej narażeni na wystąpienie kręgoszczeliny niż kobiety rasy czarnej [12]. Wskazuje to na genetyczne podłoże tej patologii. Teza ta znalazła swoje potwierdzenie w badaniach przeprowadzonych przez Whitesides'a , który zaobserwował inne pochylenie górnej powierzchni kości krzyżowej u różnych grup etnicznych. Czynnikiem ten przekłada się bezpośrednio na uszkodzenie części międzywyrostkowej [13].

Występowanie kręgozmyku [14]:

- rasa biała ♀ 2% - 3 %
- rasa biała ♂ 5% - 6%
- rasa czarna ♀ i ♂ < 3%
- Eskimosi ♀ i ♂ > 50%

Kręgozmyk występuje głównie w części lędźwiowej kręgosłupa. Najczęściej zajmuje segmenty ruchowe L5–S1 (70%-80%), rzadziej L4–L5 (10%-30%), segmenty ruchowe L3–L4 , L2–L3 oraz inne objęte są kręgozmykiem bardzo rzadko (< 1%) [14,15].

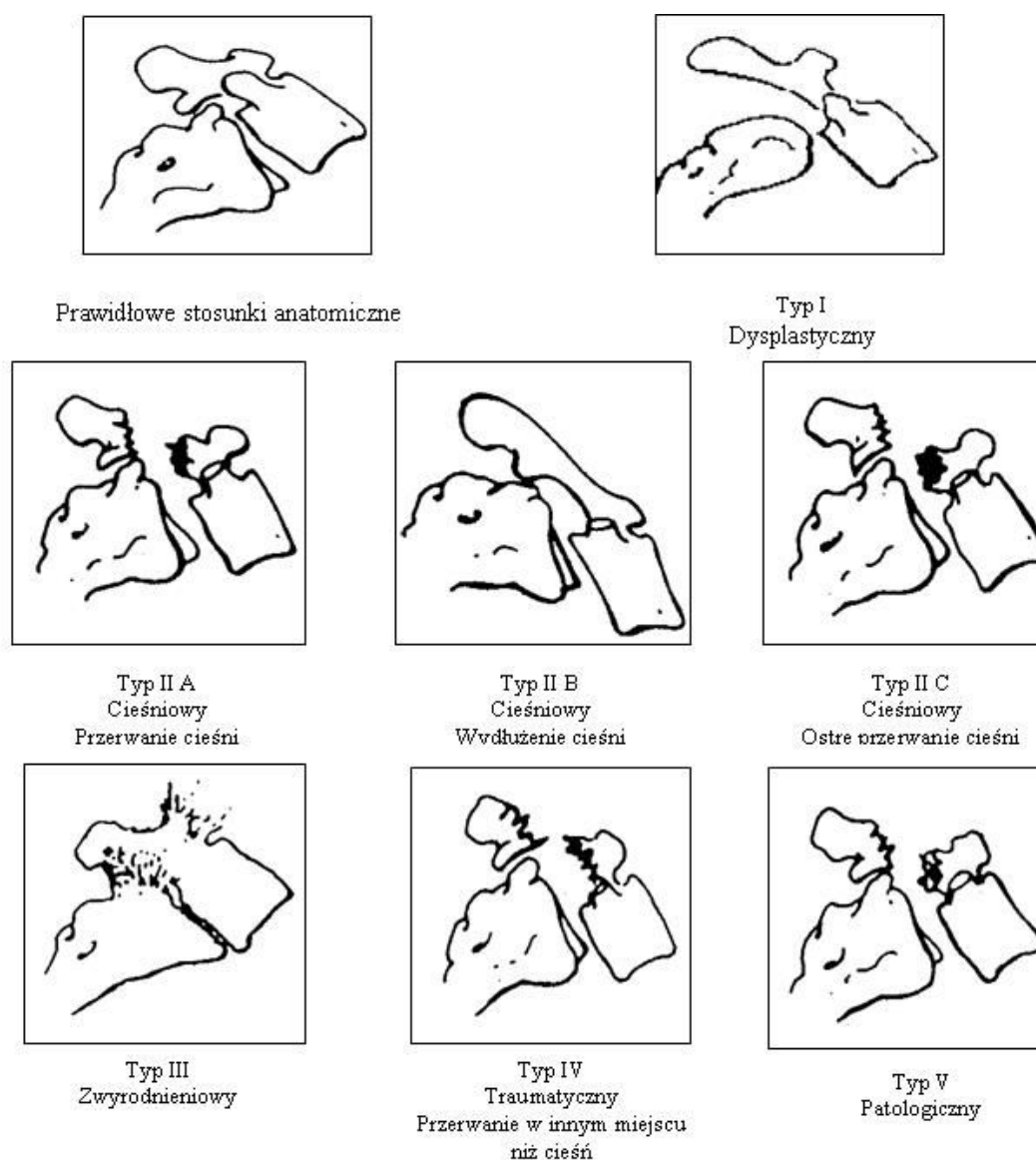
Z wiekiem , kiedy przewagę w patomechanizmie powstawanie kręgozmyku zyskują zmiany zwyrodnieniowe w stawach międzykręgowych, spondylolisteza rozpoznawana jest częściej u kobiet, a najczęściej zajęty jest segment ruchowy L4-L5 [16,17].

Sportowcy, których aktywność jest zawodowa lub wyczynowa, są grupą bardziej narażoną na uszkodzenie cieśni. U około 15% tej populacji rozpoznaje się kręgoszczelinę [18,19].

1.4 Klasyfikacja

Ze względu na skomplikowaną etiologię kręgozmyku, przez lata wprowadzono kilka klasyfikacji. Przypisanie chorego do konkretnej grupy ma ułatwić podejmowanie decyzji terapeutycznych [20].

Obecnie w piśmiennictwie spotyka się najczęściej klasyfikacje, które zaproponowali Wiltse, Newman i Macnab oraz Marchetti i Bartolozzi.



Ryc. 3. Klasyfikacja Wiltse, Newmana i Macnaba [5] schemat w modyfikacji A.Nowkowski.

Tab. I. Klasyfikacja kręgozmyku według Marchettiego i Bartolozziego [21]

Rozwojowy		Nabyty	
Duża dysplazja	Urazowy	Patologiczny	
<ul style="list-style-type: none"> • z lizą • z wydłużeniem 	<ul style="list-style-type: none"> • ostry • stresowy 	<ul style="list-style-type: none"> • patologia miejscowa • patologia ogólna 	
Mała dysplazja	Jatrogeny	Zwyrodnieniowy	
<ul style="list-style-type: none"> • z lizą • z wydłużeniem 	<ul style="list-style-type: none"> • bezpośredni • pośredni 	<ul style="list-style-type: none"> • pierwotny • wtórny 	

Każda z tych klasyfikacji przyjmuje inne kryterium do podziału kręgozmyków na grupy. W pierwszej z nich podstawowym kryterium podziału jest anatomiczne umiejscowienie zmian, w drugiej patomechanizm prowadzący do powstania schorzenia.

Obydwa systemy są znane wszystkim badaczom zajmującym się tematyką kręgozmyku. W ostatnim czasie, ze względu na przewagę poglądu, że wpływa na decyzję leczniczą ma mechanizm powstania kręgozmyku, a nie lokalizacja defektu kostnego, klasyfikacja Marchettiego i Bartolozziego zyskuje wiodącą rolę [20].

W niniejszej pracy, do oceny chorych, użyto systematyki autorstwa Wiltse, Newmana i Macnaba.

1.5 Patomechanizm

1.5.1 Budowa połączenia lędźwiowo – krzyżowego

Dla prawidłowego zrozumienia mechanizmów prowadzących do powstania kręgosłupa niezbędne jest zrozumienie biomechaniki oraz morfologii kręgosłupa w odcinku lędźwiowo-krzyżowym. Najmniejszym ruchomym układem w obrębie kręgosłupa jest segment ruchowy, składający się z dwóch sąsiadujących ze sobą kręgów, krążka międzykręgowego, stawów międzykręgowych oraz łączących je połączeń więzadłowych [22].

W układzie takim można wyróżnić dwie kolumny [23]:

- przednią - trzony kręgów oraz krążek międzykręgowy;
- tylną – łuki kręgów, stawy międzykręgowe oraz połączenia więzadłowe.

Jak wspomniano wcześniej, kręgosłup rozpoznawany jest najczęściej w obrębie segmentów ruchowych L5 – S1 oraz L4 – L5. Połączenie ostatniego kręgu wolnego z kością krzyżową jest kluczowym miejscem w obrębie szkieletu osiowego. Jego rolą jest zapewnienie stabilności kręgosłupa, przenoszenie ciężaru głowy i tułowia na miednicę, ochrona struktur nerwowych.

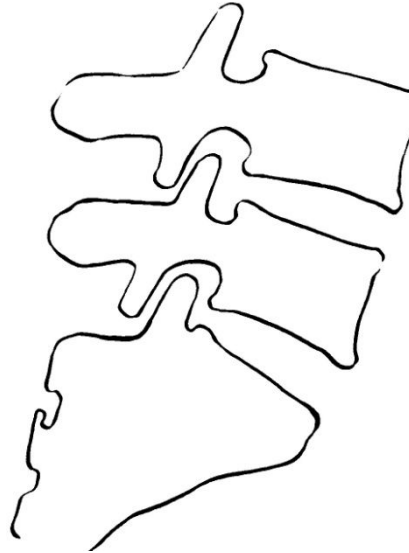
Płytką graniczną górna kości krzyżowej, będąca częścią przedniej kolumny, stanowi płaszczyznę zapewniającą podparcie dla spoczywającego na niej kręgosłupa. Ruch tego połączenia zapewniają stawy międzykręgowe, będące częścią tylnej kolumny.

Prawidłowe ustawienie przestrzenne kości krzyżowej oraz kształt jej górnej powierzchni zapewnia nie tylko prawidłowe podparcie dla struktur na niej spoczywających, ale warunkuje wykształcenie prawidłowej lordozy w odcinku lędźwiowym, co odbija się na właściwym przenoszeniu obciążeń statycznych i dynamicznych, zarówno w spoczynku, jak i w ruchu [24].

W prawidłowym segmencie ruchowym kręgi L5 ustawiony jest lordotycznie w stosunku do kości krzyżowej, zapewniając równowagę pomiędzy zakresem ruchu, przenoszeniem obciążeń z wytworzeniem jak najmniejszych sił ścinających.

Ruchomość połączenia L5 – S1 możliwa jest przede wszystkim dzięki ustawieniu powierzchni stawowych stawów międzykręgowych pod kątem 45 stopni zarówno w płaszczyźnie strzałkowej, jak i czołowej. W normalnych warunkach wyrostki stawowe górne kości krzyżowej ułożone są bocznie i do przodu w stosunku do przysrodkowo o ku tyłowi

umieszczonym wyrostkom stawowym dolnym kręgu L5 [22]. Od dawna uważa się, że taki układ odpowiedzialny jest za blokowanie ześlizgu [25].



Ryc. 4. Schemat przedstawiający blokujące właściwości stawów międzykręgowych [25].

Elementy wchodzące w skład tylnej kolumny kręgosłupa stanowią miejsce przyczepu mięśnia prostownika grzbietu.

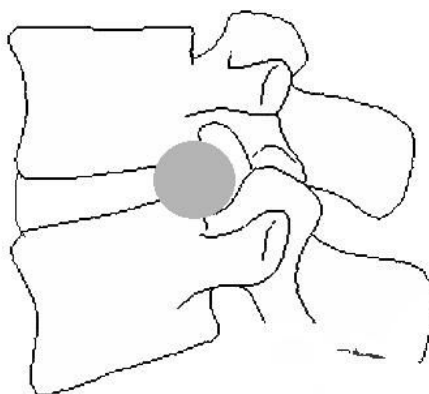
Dla zapewnienia stabilności kręgosłupa zarówno w układzie statycznym, jak i dynamicznym niezbędne jest prawidłowe współdziałanie kości, krążka międzykręgowego, mięśni, więzadeł oraz stawów międzykręgowych [20].

1.5.2 Biomechanika połączenia lędźwiowo - krzyżowego

W normalnych warunkach, w badaniach *in vivo*, na krążek międzykręgowy w odcinku lędźwiowym działają siły o wartości około 2000 N [26,27]. Segment ruchowy w odcinku lędźwiowym kręgosłupa wytrzymuje maksymalne obciążenie o wartości 10000 N [24]. Obciążenia przenoszone są zarówno przez krążek międzykręgowy, jak i stawy międzywyrostkowe. W uproszczonym, dwuwymiarowym układzie, wykazano, że siły kompresyjne przenoszone są głównie przez krążek międzykręgowy, natomiast siły ścinające

przez stawy międzykręgowy [28,29]. W sytuacji, kiedy dojdzie do wyłączenia funkcji stawów międzykręgowych (uszkodzenie, degeneracja, przerwanie cieśni) krążek międzykręgowy nie jest w stanie ograniczyć sił ścinających działających na niego i dochodzi powstawania ześlizgu.

Punkt obrotu w ruchach zgięcia i wyprostu umiejscowiony jest w tylnej części krążka międzykręgowego [30,31]. Oznacza to, że zarówno w momencie przeprostu (oparcie powierzchni stawowych o siebie), jak i zgięcia (maksymalne oddalenie powierzchni stawowych, maksymalne napięcie torby stawowej), bardzo duże siły działają na cieśń łuku kręgu. W badaniach wykazano, że więzina jest w stanie wytrzymać siły około 2000 N [29,32]. Jej odporność na złamania jest nawet do 50% większa niż kości udowej [33].



Ryc. 5. Umiejscowienie punktu obrotu podczas ruchu zgięcie-przeprost w segmencie ruchowym części lędźwiowej kręgosłupa.

1.5.3 Niestabilność kręgosłupa

Schorzenia kręgosłupa, podczas których dochodzi do zaburzeń w obrębie połączeń pomiędzy sąsiadującymi kręgami, prowadzą często do powstania niestabilności kręgosłupa. Nie ma jednej, ogólnie przyjętej definicji niestabilności kręgosłupa. Najczęściej stosowaną zaproponowali Panjabi i White. Mówi ona, że niestabilność to utrata zdolności zachowania ruchomości kręgosłupa nieprowadzącej do zwiększenia deficytu neurologicznego, istotnej deformacji lub znaczących dolegliwości bólowych w warunkach fizjologicznych obciążeń [34]. Oznacza to, że po przekroczeniu pewnego progu kręgosłup nie jest właściwie podtrzymywany poprzez struktury do tego przeznaczone: krążek międzykręgowy, więzadła

łącznie sąsiadujące kręgi oraz w szczególności mięśnie. Jednocześnie niestabilność nasila uszkodzenia wyżej wymienionych struktur.

W praktyce klinicznej, a szczególnie podczas wyboru metody operacyjnej, postawienie rozpoznania niestabilności kręgosłupa opiera się na stwierdzeniu uszkodzenia jednej lub dwóch kolumn kręgosłupa, w zależności od przyjętego podziału.

Podział na dwie kolumny, wprowadzony przez Holdswortha został przedstawiony powyżej. Podział na trzy kolumny został wprowadzony przez Denisa [35]:

- przednia kolumna – więzadło podłużne przednie, przednia połowa trzonu kręgu oraz krążka międzykręgowego
- środkowa kolumna - tylna połowa trzonu kręgu oraz krążka międzykręgowego, więzadło podłużne tylne
- tylna kolumna – łuk kręgu, stawy międzykręgowy, wyrostki kolczyste i poprzeczne, więzadło, międzykolcowe, nadkolcowe, międzypoprzeczne, żółte.

Obecnie powszechnie używany jest podział na kręgosłupa na trzy kolumny.

1.5.4 Patomechanizm kręgoszczeliny i kręgozmyku

Ze względu na duże obciążenia cieśni łuku kręgu podczas powtarzanych ruchów zgięcia oraz przeprostu, postulowanym mechanizmem odpowiedzialnym za powstanie kręgoszczeliny jest złamanie zmęczeniowe [32,36,37]. Potwierdzeniem takiego mechanizmu może być znacząco częstsze występowanie kręgoszczeliny u sportowców, szczególnie grup, u których aktywność wiąże się głównie z powtarzającymi się zgięciem i przeprostem [18].

Po uszkodzeniu cieśni, zgodnie z biomechaniką, za przenoszenie sił ścinających odpowiada krążek międzykręgowy, co prowadzi do jego szybkiego uszkodzenia i powstania przemieszczenia kręgów w stosunku do siebie. Taka sytuacja spotykana jest w kręgozmykach cieśniowych, urazowych oraz części kręgozmyków patologicznych.

Do powstania kręgozmyku zwyrodnieniowego dochodzi w sytuacji uszkodzenia krążka międzykręgowego, przez co zmienia się rozkład przenoszonych sił. Obciążenie przenosi się głównie na stawy międzykręgowy, które ze względu na zmiany w swojej budowie (powstanie osteofitów, zniszczenie kości wtórne do procesu zwyrodnieniowego, uszkodzenie torebki stawowej, uszkodzenie więzadeł łączących tylną kolumnę kręgosłupa) nie są w stanie przenosić sił ścinających. Czynnikiem predysponującym do wystąpienia tego typu spondylolistezy jest nieprawidłowe przestrzenne ustawienie wyrostków stawowych [38,39].

Kręgozmyk dysplastyczny, w zależności od stopnia nasilenia zmian morfologicznych kości, ujawnia się w różnym wieku. Do zmian typowych należą klinowaty kształt kręgu L5, kopulasty kształt górnej powierzchni kości krzyżowej, pionowe ustawienie kości krzyżowej, hypoplastyczne wyrostki stawowe stawów międzykręgowych. Obecność takich anomalii rozwojowych w znacznym stopniu zwiększa możliwość wystąpienia ześlizgu. Dodatkowym czynnikiem predysponującym do przemieszczania kręgów stosunku do siebie u dzieci jest możliwość wystąpienia złuszczenia pomiędzy płytką krańcową a płytką wzrostową kręgu [20,40,41].

Jak widać z powyższego uszkodzenie lub degeneracja struktur kręgosłupa prowadzi do zachwiania stabilności, opisywanej powyżej, prowadząc do nasilania patologii.

1.5.5 Kompensacja kręgosłupa w płaszczyźnie strzałkowej

Kompensacja kręgosłupa w płaszczyźnie strzałkowej (ang. *sagittal balance*) jest w ostatnim czasie coraz częściej dyskutowanym zagadnieniem wśród osób zajmujących się leczeniem kręgozmyku. Według Scoliosis Research Society kręgosłup jest skompensowany w płaszczyźnie strzałkowej jeśli pion puszczonej z wyrostka kolczystego kręgu C7 pada nieznacznie do tyłu płytki krańcowej górnej kręgu S1. Kompensacja może również zostać określona radiologicznie. W tym przypadku o kompensacji mówimy jeśli linia pionowa, przebiegająca przez środek kręgu C7 przebiega nieznacznie do przodu od promontorium. Układ taki pozwala na zachowanie stabilności kręgosłupa w pozycji wyprostowanej przy najmniejszym wydatku energetycznym. Kość krzyżowa, będąc jednocześnie częścią kręgosłupa, jak i miednicy, ma kluczowe znaczenie w zbalansowaniu całej sylwetki człowieka.

Jakiegokolwiek zaburzenie równowagi połączenia lędźwiowo krzyżowego, przekłada się na kręgosłup, zwiększając jego przeciążenie, co doprowadzić może do rozwinięcia się zmian zwyrodnieniowych, pogłębienia ewentualnych deformacji, nasilenie kręgozmyku. Zmieniając ustawienie miednicy wpływa na powstawanie nieprawidłowości chodu.

Jest wiele wskaźników osteometrycznych opisujących równowagę lędźwiowo krzyżową. Obecnie za najważniejszy uważa się incydencję lub inaczej padanie miednicy (ang. *pelvic incidence*). Jest to kąt zawarty pomiędzy linią prostopadłą do płytki krańcowej górnej przebiegająca pośrodkowo przez trzon S1 a linią łączącą środek płytki krańcowej górnej S1 i środek głowy kości udowej [42]. Wpływ na ten kąt mają kąt międzytrzonowy, pochylenie

kości krzyżowej, lordoza lędźwiowa, kąt lędźwiowo krzyżowy, kąty międzytrzonowe oraz inne wskaźniki osteometryczne. Zaburzenie któregokolwiek z nich zmienia incydencję miednicy, co prowadzi do dekompensacji kręgosłupa w płaszczyźnie strzałkowej.

Leczenie operacyjne powinno zmierzać do odtworzenia prawidłowego ułożenia kręgosłupa w płaszczyźnie strzałkowej

1.6 Ocena kliniczna

1.6.1 Badanie podmiotowe

Wielu pacjentów, u których obecne są kręgoszczelina lub kręgozmyk przez całe życie nie odczuwa dolegliwości bólowych zmuszających ich do zasięgnięcia porady lekarza.

U chorych symptomatycznych podstawowym objawem zarówno kręgoszczeliny, jak i kręgozmyku jest ból [1,8,43,44].

Ból ma charakter [44]:

- miejscowy oraz korzeniowy – u około 60% chorych;
- wyłącznie miejscowy – u około 30% chorych;
- wyłącznie korzeniowy u około 10% chorych.

Ból miejscowy ma najczęściej charakter mechaniczny, co oznacza, że nasila się w ruchu, a zmniejsza się podczas odpoczynku [45]. Ból korzeniowy, przebiegający wzdłuż kończyny dolnej do stopy, może być realny lub mieć charakter odniesiony. Zależy to od obecności konfliktu w otworze międzykręgowym. Ból może promieniować zarówno do jednej kończyny dolnej, do obu kończyn dolnych jednocześnie lub do obu kończyn dolnych naprzemiennie.

Inne, rzadsze objawy to [43, 44]:

- ból pochodzący z krążka międzykręgowego, nasilający się podczas siedzenia lub pochylania;
- ból pochodzący ze stawów międzykręgowych, nasilający się podczas stania lub przeprostowania;
- drętwienia i parestezje;
- osłabienie siły mięśniowej;
- chromanie neurogenne;
- zaburzenia snu związane z bólem;
- sztywność mięśni w dolnej części grzbietu;
- ograniczenie aktywności seksualnej.

Ponad 90% chorych zgłasza okresy bezbólowe, choć ponad 60% zmuszona jest pobierać leki przeciwbólowe [44].

Kręgoszyk u dzieci może mieć bardziej skomplikowany przebieg. Przed dwudziestym rokiem życia objawy występują u około 25% chorych. Tylko 10% chorych rozpoczyna w tym okresie diagnostykę i dalsze leczenie [46].

W wywiadzie należy uwzględnić obecność chorób systemowych, które ze względu na zaburzenia jakości lub wytrzymałości tkanki łącznej, mogą prowadzić do powstania kręgoszczeliny lub kręgoszyku [20,47,48,49]. Zalicza się do nich między innymi:

- nowotwory pierwotne lub przerzutowe tkanki kostnej;
- osteogenesis imperfecta;
- chorobę Ehlersa-Danlosa;
- zespół Marfana;
- osteoporoza;
- zespół paznokciowo – rzepkowy;
- neurofibromatoza typu 1;

1.6.2 Badanie przedmiotowe

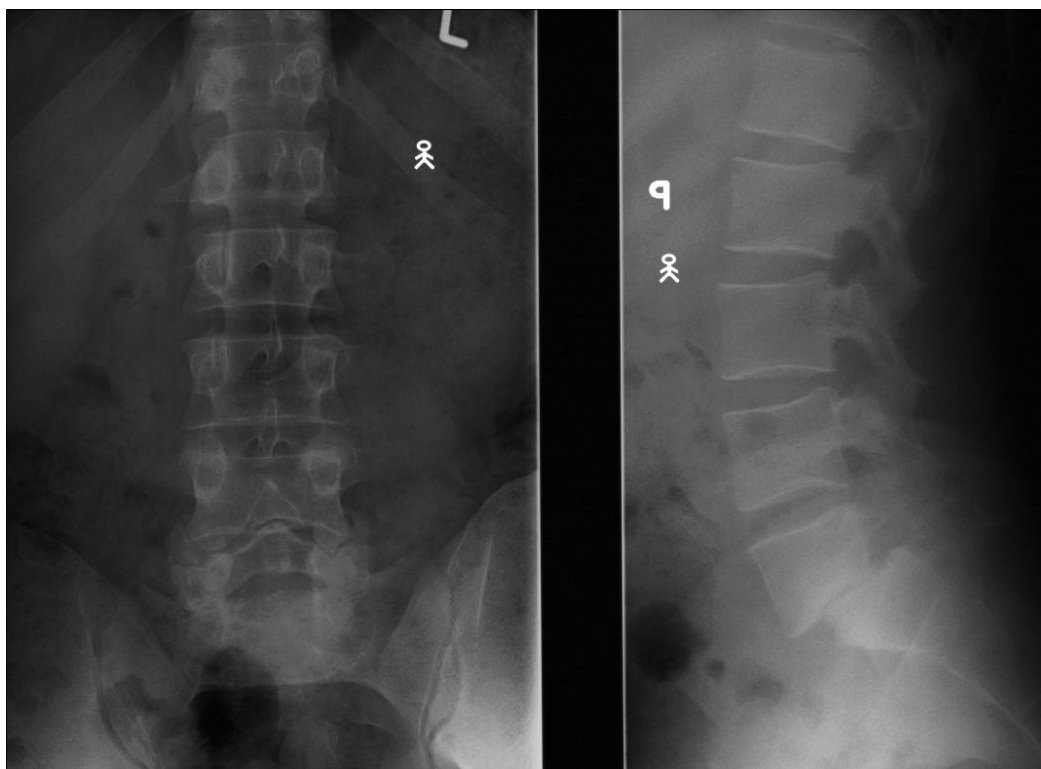
Najczęściej spotykane odchylenia w badaniu przedmiotowym to [43, 44]:

- pogłębienie lordozy w odcinku lędźwiowym kręgosłupa;
- wyczuwalne palpacyjnie (czasami widoczne) przemieszczenie wyrostków kolczystych kręgosłupa w płaszczyźnie strzałkowej, odpowiadające miejscu ześlizgu kręgu;
- ograniczenie ruchów zgięcia bocznego kręgosłupa w części lędźwiowej;
- pozycja ciała z kończynami dolnymi zgiętymi w stawach kolanowych oraz biodrowych;
- wzmożone napięcie mięśni kulszowo-goleniowych;
- wzmożone napięcie mięśni przykręgosłupowych;
- zaburzenia chodu;
- dodatni objaw Lasegue’a;
- zaburzenia czucia ;
- zaburzenia mikcji, defekacji;
- boczne skrzywienie kręgosłupa z wtórną zmianą zewnętrznego wyglądu brzucha.

1.7 Ocena radiologiczna

1.7.1 Konwencjonalne zdjęcia radiologiczne

Podstawowym badaniem obrazowym w diagnostyce kręgozmyku jest klasyczne zdjęcie rentgenowskie wykonywane w projekcji przednio-tylnej oraz bocznej. Przy nieobecności kręgozmyku, przy wysokim ryzyku obecności kręgoszczeliny wykonuje się zdjęcie rentgenowskie w rzucie skośnym. Ukazuje ewentualne zmiany w części międzywyrostkowej łuku kręgu [1,39, 43,50]. W rzucie tym obrys wyrostków stawowych, wyrostka poprzecznego oraz łuku kręgu układa się w obraz opisywany jako „szkocki terier” [51].

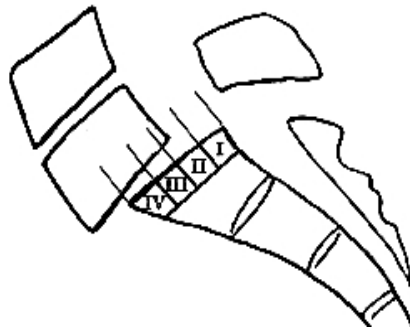


Ryc. 6. RTG części lędźwiowej kręgosłupa w projekcji AP i bocznej.
Widoczny kręgozmyk L5 – S1 (materiał własny).

Podczas analizy radiogramów można określić prawdopodobną przyczynę kręgozmyku. Poszukuje się zmian w budowie kości krzyżowej, rozszczepu kręgosłupa, zaburzeń stawów międzykręgowych sugerujących podłoże dysplastyczne. Zmiany wysokości międzykręgowej, osteofity, zwapnienia w okolicy stawów międzykręgowych wskazują na przyczynę

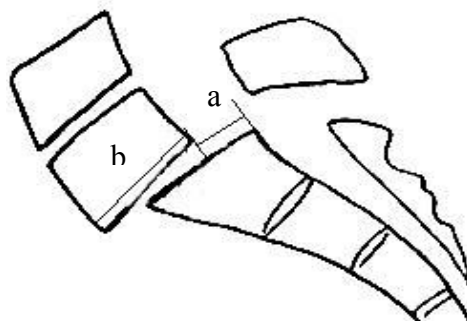
zwyrodnieniową. Przerwanie ciągłości łuku kręgu wskazuje na cieśniowe pochodzenie patologii.

Zdjęcie w projekcji bocznej umożliwia ocenę nasilenia ześlizgu. Najczęściej stosowaną skalę zaproponował Mayerding [52]. Podzielił on płytkę krańcową górną kręgu poniżej kręgu, który uległ przemieszczeniu na cztery równe odcinki. Stopień ześlizgu wyznacza się poprzez określenie w której z czterech części znajduje się tylna krawędź kręgu, który uległ ześlizgowi. Całkowity ześlizg kręgu, określany jako spondyloptoza, to stopień piąty.



Ryc. 7. Skala Mayerdinga.

Boxall i wsp. zaproponował metodę opartą na pomiarze bezpośrednich wielkości. Przesunięcie kręgu, mierzone jako odległość pomiędzy tylną krawędzią kręgu, który uległ ześlizgowi a tylną krawędzią kręgu poniżej. Wymiar ten dzieli się przez wymiar strzałkowy płytki krańcowej dolnej kręgu, który uległ przesunięciu. Uzyskuje się wartość względną [53]. Metoda ta pozwala na bardziej dokładne określenie stopnia ześlizgu oraz monitorowanie wyników leczenia.



Ryc. 8. Ocena stopnia ześlizgu według Boxalla i wsp.

$$\text{Wielkość ześlizgu} = a/b \times 100\%$$

Inne zmiany, najczęściej spotykane na konwencjonalnym zdjęciu radiologicznym w projekcji bocznej to:

- zmiana orientacji kąta międzytrzonowego w obrębie segmentu objętego ześlizgiem z lordotycznej na kifotyczną;
- obniżenie wysokości przestrzeni międzytrzonowej segmentu objętego ześlizgiem;
- zmiana lordozy lędźwiowej;
- zmiana kąta pochylenia kości krzyżowej.

Dodatkowo, celem określenia stabilności kręgosłupa wykonuje się czynnościowe projekcje boczne.

Badania wskazały, że ocena zdjęć radiologicznych u chorych z kręgoszczeliną lub kręgozmykiem, zarówno pod względem morfologicznym, jak i osteometrycznym charakteryzuje się wysoką powtarzalnością [54].

1.7.2 Tomografia komputerowa

Tomografia komputerowa jest badaniem dodatkowym, zlecanym w przypadku wątpliwości po analizie tradycyjnych zdjęć rentgenowskich [1,20,21,50,55,56,57].

Jest szczególnie przydatna w:

- obrazowaniu kręgoszczeliny niewidocznej w klasycznych zdjęciach rentgenowskich;
- ocenie zmian zwyrodnieniowych, które doprowadziły do powstania spondylolistezy;
- ocenie morfologii kręgów w kręgozmykach zwyrodnieniowych;
- śledzeniu procesu gojenia kręgoszczeliny;
- prognozowaniu wyniku leczenia zachowawczego kręgoszczeliny;
- planowaniu operacji;
- ocenie ewentualnych powikłań leczenia.

1.7.3 Tomografia rezonansu magnetycznego

Tomografia rezonansu magnetycznego (MRI) jest badaniem obrazowym, umożliwiającą doskonałą ocenę tkanek miękkich (nerwy, mięśnie, więzadła). Jej zastosowanie w diagnostyce kręgoszczeliny i kręgozmyku pozwala na uwidocznienie następujących patologii [19, 43,50]:

- stenoza otworowa i centralna;
- ucisk ogona końskiego;
- procesy zwyrodnieniowe krążka międzykręgowego;
- uszkodzenie pierścienia włóknistego krążka międzykręgowego;
- zwyrodnienie stawów międzykręgowych;
- uszkodzenie płytek krańcowych trzonów kręgów.

1.7.4 Tomografia emisyjna pojedynczych fotonów

W sytuacji wysokiego ryzyka obecności kręgoszczeliny, kiedy poprzednio wymienione badania nie wykluczają jednoznacznie obecności kręgoszczeliny, wykonuje się tomografię emisyjną pojedynczego fotonu. Badanie to , dzięki określeniu aktywności metabolicznej, jest w stanie wykazać przebudowę po uszkodzeniu kości, niewidoczną w innych badaniach. Wskazuje również na zakończenie procesu przebudowy kości [57].

1.8 Leczenie

Leczenie kręgosłupa opiera się zarówno na metodach operacyjnych, jak i nieoperacyjnych. Ze względu na bardzo zróżnicowaną dynamikę procesu chorobowego, skomplikowany patomechanizm powstawania patologii oraz duże zróżnicowanie objawów w obecności podobnych zmian somatycznych u różnych pacjentów, niemożliwe jest określenie jednoznacznych wskazań do różnych typów leczenia. Zwłaszcza u dzieci i ludzi młodych, w krótkim okresie czasu może dojść do znacznej zmiany obrazu chorobowego, co wymaga systematycznej obserwacji i podjęcia decyzji o zmianie sposobu leczenia w odpowiednim momencie [58].

1.8.1 Leczenie nieoperacyjne

Wskazania

Obecnie uważa się, że leczenie nieoperacyjne wskazane jest u chorych u których [43]:

- brak jest objawów neurologicznych;
- ból jest nasilony w sposób tolerowany;
- występują schorzenia dodatkowe (duże ryzyko operacyjne);
- objawy występują od niedawna;
- następuje poprawa po leczeniu nieoperacyjnym;
- po ocenie radiologicznej stwierdzono znaczne ryzyko progresji ześlizgu.

Metody leczenia nieoperacyjnego

Do nieoperacyjnych metod zalicza się [43,53,59]:

- ograniczenie aktywności (odpoczynek w łóżku < 3 dni);
- leczenie farmakologiczne:
 - leki przeciwbólowe,
 - leki przeciwzapalne,
 - miorelaksanty,
- ćwiczenia:
 - wzmacniające mięśnie przykręgosłupowe,

- zwiększające zakres ruchu ,
- rozciągowe – szczególnie mięśnie kulszowo – goleniowe,
- blokady:
 - korzeni nerwowych,
 - zewnątrzoponowe,
 - podawane w miejscu uszkodzenia węziny,
- leczenie gorsetowe.

Podczas leczenia nieoperacyjnego konieczne są częste kontrole chorego, z oceną dolegliwości bólowych, ruchomości kręgosłupa, objawów neurologicznych. Przyjmuje się, że decyzję o zaprzestaniu stosowania leczenia nieoperacyjnego podejmuje się najwcześniej po 3 miesiącach stosowania terapii bez spodziewanej poprawy, nasilaniu się objawów lub pojawieniu się nowych, niewystępujących wcześniej symptomów, szczególnie neurologicznych. W wybranych przypadkach, kiedy objawy ustąpiły częściowo, uzasadnione jest przedłużenie leczenia nieoperacyjnego do 6 miesięcy [43,57].

1.8.2 Leczenie operacyjne

Wdrożenie leczenia operacyjnego ma na celu:

- zatrzymanie progresji ześlizgu;
- zniesienie niestabilności segmentu ruchowego;
- poprawę układu przestrzennego kręgosłupa;
- odbarczenie struktur nerwowych;
- ochronę segmentów sąsiednich przed zmianami zwyrodnieniowymi.

Ze względu na stan chorego, progresję deformacji oraz nasilenie zaburzeń neurologicznych wskazania do leczenia operacyjnego można podzielić na bezwzględne i względne.

Tab. II. Wskazania bezwzględne i względne do leczenia operacyjnego kręgoszmyków [43,53,57]

Wskazania	
bezwzględne	względne
<ul style="list-style-type: none"> – znaczne nasilenie dolegliwości bólowych – postępujące zaburzenia neurologiczne – progresja ześlizgu u dzieci i młodzieży – świeżo wykryty kręgoszyk III i IV stopnia u dzieci – kifoza lędźwiowo – krzyżowa – zaburzenia chodu 	<ul style="list-style-type: none"> – średnie nasilenie dolegliwości bólowych – mierna progresja objawów neurologicznych – ból o charakterze korzeniowym – ból o charakterze miejscowym niereagujący na leczenie nieoperacyjne – ograniczenie pracy zawodowej spowodowane kręgoszmykiem

Podejmowanie decyzji o wdrożeniu leczenia operacyjnego opiera się na sukcesywnej oraz regularnej obserwacji chorego oraz objawów przez niego prezentowanych. Ważnym rokowniczo czynnikiem jest obecność lub możliwość wystąpienia niestabilności kręgosłupa.

1.8.3 Problematyka wyboru sposobu leczenia

W praktyce klinicznej często trudno jest rozstrzygnąć, czy konkretny chory powinien zostać poddany leczeniu nieoperacyjnemu, czy należałoby przeprowadzić operację. Decyzję podejmuje się biorąc pod uwagę wiek chorego, stopień zaawansowania schorzenia oraz możliwe podłoże leżące u podstaw kręgoszmyku. W ostatnim czasie zaproponowano algorytm postępowania terapeutycznego [43].

Tab. III. Algorytm postępowania terapeutycznego

Etiologia	Wiek	I – II stopień ześlizgu			III – IV stopień ześlizgu	
		bezobjawowa	tylko ból krzyża	ból krzyża i objawy neurologiczne	tylko ból krzyża	ból krzyża i objawy neurologiczne
rozwojowa	dzieci	bez leczenia	zazwyczaj nieoperacyjne	operacyjne	operacyjne	operacyjne
w tym cieśniowa	dorośli	bez leczenia	zazwyczaj nieoperacyjne	zazwyczaj operacyjne	operacyjne lub nieoperacyjne	operacyjne
patologiczna	dzieci dorośli	w zależności od etiologii				
jatrogenne	dzieci	bez leczenia	próba nieoperacyjnego	operacyjne	operacyjne	operacyjne
	dorośli	bez leczenia	próba nieoperacyjnego	operacyjne	operacyjne	operacyjne
urazowa	dzieci	w zależności od ześlizgu	operacyjne			
	dorośli		operacyjne			
zwyrodnieniowa	dorośli	bez leczenia	operacyjne lub nieoperacyjne	zazwyczaj chirurgiczne	operacyjne lub nieoperacyjne	chirurgiczne

Jak widać , w wielu przypadkach u chorych nie wdraża się leczenia. W przypadkach takich należy wprowadzić systematyczną obserwację chorego, zarówno kliniczną, jak i radiologiczną.

Powyższy algorytm, w wielu miejscach, pozostawia ostateczną decyzję lekarzowi, co świadczy o złożoności problemu prawidłowego leczenia kręgoszyku.

Leczenie operacyjne kręgoszyków, pomimo licznych badań przeprowadzonych na ten temat, jest nadal szeroko dyskutowane. Brak jest jednoznacznych wytycznych, co do wyboru metody [60].

1.8.4 Współczesne metody leczenia operacyjnego kręgoszczeliny i kręgozmyku

1.8.4.1 Bezpośrednia naprawa uszkodzonej cieśni

Metodę taką stosuje się w przypadku braku pozytywnej odpowiedzi na prawidłowe leczenie nieoperacyjne. Podczas kwalifikacji chorego należy wykluczyć współistniejące uszkodzenie krążka międzykręgowego, zwyrodnienie stawów międzykręgowych. Ważne jest potwierdzenie pochodzenia bólu z miejsca przerwania cieśni. Możliwe jest to poprzez podanie środka znieczulającego w lokalizacji uszkodzenia. W tomografii komputerowej szczelina nie powinna być większa niż 3 milimetry [57]. Do najczęściej stosowanych metod należą:

- metoda Buck'a – wprowadzenie śruby przezblaszkowo do trzonu kręgu, odświeżeniu szczeliny uszkodzenia, obłożenie wszczepami kostnymi [61],
- metoda Scott'a – przeprowadzenie drutu poprzez wywiercony otwór w wyrostku poprzecznym jednej strony, uchwycenie wyrostka kolczystego, zakotwiczenie drutu w wyrostku poprzecznym drugiej strony, obłożenie wszczepami kostnymi [62], później zaproponowano różne modyfikacje tej metody [63,64]
- metody oparte na zespoleniu typu śruba przemasadowa – hak – pręt, np. metoda Morcher'a [65,66]

W badaniu porównawczym stwierdzono, że metoda według Buck'a, pomimo trudności technicznej, zapewnia najlepsze wytworzenie zrostu, przy zachowaniu prawidłowej biomechaniki operowanego segmentu ruchowego kręgosłupa [67].

1.8.4.2 Dekompresja bez spondylodezy

Do kompresji nerwu dochodzi najczęściej poprzez zmniejszenie wymiaru przednio – tylnego otworu międzykręgowego, powstałego na skutek przesunięcia. Dodatkowo otwór może zostać zawężony przez współistnienie zwyrodnienia krążka międzykręgowego, które prowadzi do zbliżenia sąsiadujących trzonów oraz wpuklenia części krążka międzykręgowego do otworu międzykręgowego. Dekompresja, jako jedyna procedura, stosowana jest wyłącznie u osób dorosłych, u których jedynym objawem jest podrażnienie nerwu. Należy wykluczyć również niestabilność kręgosłupa. Stosowana u dzieci lub młodzieży powodowała postęp

kręgosłupa [68]. Najczęściej stosuje się metodę zaproponowaną przez Gill'a, polegającą na całkowitym usunięciu łuku kręgu [69].

1.8.4.3 Spondyloleza in situ

Spondyloleza in situ, czyli osiągnięta bez użycia stabilizatora wewnętrznego, jest szeroko stosowaną procedurą. W związku z tym ilość technik operacyjnych jest znaczna. Większość z nich opiera się na uzyskaniu zrostu poprzez obłożenie odsłoniętej kości wszczepami własnymi. Po zabiegu w celu uzyskania stabilności stosuje się różnego typu gorsety. Uważa się, że w przypadku osiągnięcia zrostu, dolegliwości bólowe, zarówno miejscowe, jak i korzeniowe, ustępują na skutek zniesienia niestabilności kręgosłupa, która powodowała drażnienie struktur nerwowych [70].

Wykonanie jednoczesnej dekompresji struktur nerwowych wiąże się ze zwiększonym ryzykiem zaburzeń tworzenia zrostu, w tym stawu rzekomego. W sytuacji, kiedy konieczne jest odbarczenie struktur nerwowych, a usunięto znaczną część elementów tylnej kolumny, dla zachowania stabilności segmentu ruchowego, należy dodatkowo usztywnić przednią kolumnę stosując implant międzytrzonowy. Obecnie najszerzej stosowane są klatki międzytrzonowe typu TLIF (Transforaminal Lumbar Interbody Fusion). Wzmocnienie przedniej kolumny wyłącza pracę, odbywającą się w obrębie krążka międzykręgowego, co ułatwia tworzenie zrostu.

1.8.4.4 Stabilizacja międzytrzonowa przednia typu *stand alone*

Stabilizacja międzytrzonowa z dostępu przedniego ALIF (Anterior Lumbar Interbody Fusion) mocowana za pomocą śrub do trzonów kręgów również znalazła miejsce w leczeniu kręgosłupa. Stosowanie tego typu stabilizacji jest nadal mało popularne, pomimo pozytywnych wyników badań [71]. Dzieje się tak prawdopodobnie dlatego, iż nie istnieją wiarygodne badania biomechaniczne, na temat zachowania się segmentu ruchowego objętego schorzeniem po stabilizacji typu ALIF.

1.8.4.5 Spondylodeza z użyciem instrumentarium

Wprowadzenie stabilizacji wewnętrznych w chirurgii kręgosłupa zmieniło częściowo sposób leczenia chorych z kręgozmykiem. Zastosowanie instrumentacji miało pomóc w osiągnięciu spondylodezy u większej liczby chorych w porównaniu z operacjami bez jej użycia. Jedną z pierwszych prób podjął w latach pięćdziesiątych ubiegłego wieku Humphries. Stosował on płytę zakładaną z dostępu przedniego na kręgi objęte ześlizgiem. Płyta mocowana była do trzonów kręgów przy użyciu śrub [72].

W latach siedemdziesiątych XX wieku Harrington zaproponował stosowanie instrumentarium opartego na hakach jego pomysłu do stabilizacji kręgozmyków dużego stopnia [4].

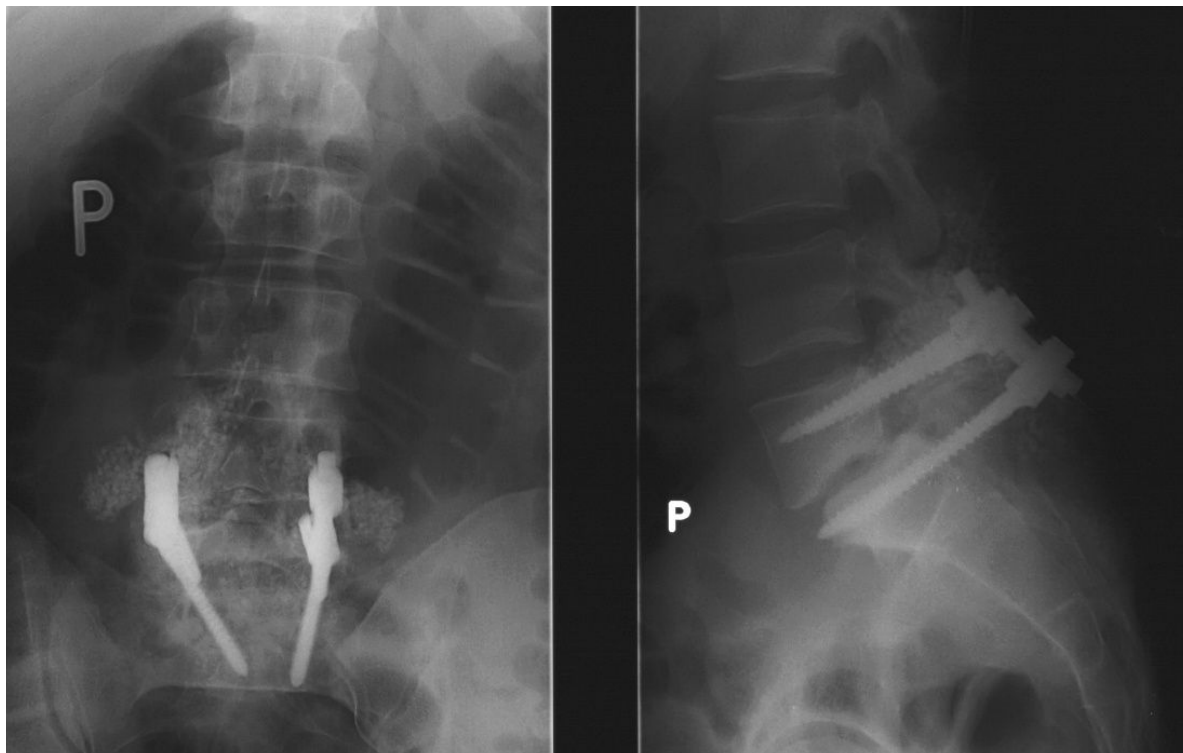
Obecnie najczęściej stosowana metoda stabilizacji wewnętrznej opiera się na śrubach przeznasadowych [43,73]. Śruby przeznasadowe zastosował pierwszy raz Roy-Camille w latach sześćdziesiątych ubiegłego stulecia. Od tego czasu nastąpił szybki rozwój technik chirurgicznych opartych na tej koncepcji.

Zalety użycia śrub przeznasadowych:

- uchwycenie wszystkich trzech kolumn kręgosłupa, zapewnia dużą stabilność, tworząc idealne warunki do osiągnięcia spondylodezy;
- możliwość uzyskania repozycji kręgozmyku, rozumianej jako przemieszczenie kręgu, który uległ ześlizgowi, do tyłu;
- brak konieczności stosowania unieruchomienia zewnętrznego, co umożliwia powrót do normalnego funkcjonowania właściwie tuż po operacji;
- uzyskanie spondylodezy możliwe jest nawet przy hypoplastycznych strukturach kostnych objętych planowanym zrostem (np. wyrostki poprzeczne).

Niewątpliwą wadą stabilizacji opartej na śrubach przeznasadowych jest wysoki odsetek choroby zwyrodnieniowej segmentu sąsiedniego [74,75]. Rozwiązaniem tego problemu może być stosowanie instrumentariów dynamicznych lub hybrydowych, w którym jeden segment połączony jest sztywnym prętem, natomiast segment powyżej łącznikiem o pewnej ruchomości [76]. Niestety nadal brak jest dużych, wiarygodnych badań mówiących o skuteczności tych metod.

Aby zmniejszyć negatywne skutki dojścia operacyjnego stosowanego przy wprowadzaniu śrub przeznasadowych (uszkodzenie mięśni, martwica mięśni, duże cięcie skóry) coraz częściej stosuje się minimalnie inwazyjne metody wprowadzania śrub.



Ryc. 8. Stabilizacja jednosegmentowa L5 – S1 z użyciem śrub przeznasadowych (materiał własny).

1.8.4.6 Techniki operacyjne używane w przypadku całkowitego ześlizgu kręgu (spondyloptoza)

Spondyloptoza, jako najbardziej zaawansowana forma ześlizgu, wymaga zastosowania odmiennych technik chirurgicznych. Strategie postępowania w takim przypadku można podzielić na dwie grupy:

- stabilizacje bez repozycji;
- stabilizacje po repozycji.

Pierwszą technikę stabilizacji bez repozycji opublikował na łamach czasopisma „Lancet” Burns w latach trzydziestych XX wieku. Polegała ona na umieszczeniu wszczepu kostnego uzyskanego z kości strzałkowej w tunelu kostnym wytworzonym w płaszczyźnie strzałkowej przez trzon L5 do trzonu S1. Powstały różne modyfikacje tej metody. Bohlman

zapropował jednoczesne wprowadzenie wszczepu kostnego poprzez kręgi od tyłu oraz spondylodezę tylną boczną [77]. Obecnie coraz częściej wykorzystuje się śruby przeznasadowe do stabilizacji spondyloptozy in situ. Śruby wprowadza się normalną techniką do trzonów kręgów L4 i L5, natomiast śrubę wprowadzoną do S1 kieruje się mocno w kierunku dogłowym tak, aby przeszła przez krążek międzykręgowy, a jej koniec znajdował się w trzonie kręgu L5. Technika ta ogranicza ryzyko uszkodzenia struktur nerwowych, niestety nie odtwarza prawidłowej lordozy lędźwiowej.

Redukcję spondyloptozy uzyskuje się poprzez usunięcie trzonu kręgu L5 oraz stabilizację L4 – S1. Procedura została zaproponowana przez Gaines'a [78]. Dzięki zastosowaniu tej metody możliwe jest przywrócenie, zbliżonej do normalnej, lordozy lędźwiowej. Istnieje, niestety, ryzyko uszkodzenia struktur nerwowych

1.8.5 Wybór metody operacyjnej

Od wielu lat toczy się dyskusja na temat doboru najlepszej metody operacyjnej w leczeniu określonych grup chorych z kręgoszczeliną lub kręgozmykiem. Poszukuje się kompromisu między skutecznością, jak najmniejszą inwazyjnością, możliwością uzyskania spondylodezy oraz koniecznością odbarczenia struktur nerwowych.

Jednym z głównych kryteriów podczas podejmowania decyzji, co do wyboru metody operacyjnej jest wiek chorego. Spowodowane jest to następującymi czynnikami [60]:

- w kręgozmykach o etiologii cieśniowej z wiekiem zwiększa się prawdopodobieństwo współistnienia zmian zwyrodnieniowych, ich obecność zwiększa prawdopodobieństwo konieczności wykonania dekompresji. U dzieci oraz osób młodych objawy neurologiczne wiążą się najczęściej z podrażnieniem struktur nerwowych w przebiegu niestabilności kręgosłupa. Wykonanie samej stabilizacji, znosząc hypermobilność, powoduje ustąpienie objawów neurologicznych;
- u dorosłych istnieje znacznie większa ilość czynników ryzyka powstania stawu rzekomego w miejscu spodziewanej spondylodezy (palenie tytoniu, używanie leków sterydowych, zły ogólny stan zdrowia);
- mniejsza możliwość redukcji ześlizgu dużego stopnia u dorosłych ze względu na szybkie tworzenie się wtórnych zmian zwyrodnieniowych usztywniających zmianę, mniejsza mobilność połączeń lędźwiowo-krzyżowych;

- ryzyko progresji ześlizgu jest tym większe im mniejszy jest wiek chorego w momencie rozpoznania.

Kolejnym ważnym czynnikiem, podczas wyboru metody operacyjnej jest określenie etiologii kręgozmyku. W planowaniu przedoperacyjnym wyodrębnia się dwie grupy: kręgozmyki zwyrodnieniowe oraz pozostałe. W drugiej grupie przeważającą grupę stanowią chorzy z kręgozmykiem cieśniowym. Uzasadnienie takiego podziału związane jest z całkowicie odmiennym patomechanizmem. W kręgozmykach zwyrodnieniowych, jak już wspomniano wcześniej, do ześlizgu dochodzi na skutek zmian w strukturach zapewniających stabilność segmentu ruchowego. W sytuacji takiej można spodziewać się trudności z uzyskaniem zrostu.

1.8.5.1 Metody operacyjne stosowane w kręgozmykach zwyrodnieniowych

W piśmiennictwie podsumowującym długotrwałe efekty leczenia chorych z kręgozmykiem zwyrodnieniowym dominuje przekonanie, iż najlepszym leczeniem jest stabilizacja przeznasadowa ze spondylodezą. Kwestią dyskusyjną jest konieczność przeprowadzenia dekompresji. Przed podjęciem decyzji należy wykonać dodatkowe badania obrazowe, szczególnie tomografię rezonansu magnetycznego, aby potwierdzić lub wykluczyć obecność stenozy, zarówno kanału kręgowego, jak i kanału korzeniowego [79, 80].

Celem zwiększenia stabilności unieruchomionego segmentu, co przekłada się na znacznie zmniejszone ryzyko powstania pseudoartrozy w miejscu spodziewanej spondylodezy, należy wykonać stabilizację międzytrzonową (PLIF, TLIF, ALIF).

Kwestią dyskusyjną jest również rozległość stabilizacji. Rozszerzenie stabilizacji na segment sąsiedni powinno mieć miejsce w sytuacji, kiedy stwierdza się:

- niestabilność sąsiedniego segmentu ruchowego;
- zmiany zwyrodnieniowe krążka międzykręgowego w sąsiednim segmencie ruchowym;
- hipoplazję wyrostków poprzecznych w obrębie segmentu ruchowego objętego kręgozmykiem;
- kręgozmyk III i IV stopnia według Meyerdinga.

1.8.5.2 Metody stosowane w kręgozmykach innych niż zwyrodnieniowe

W kręgozmykach I i II stopnia według Meyerdinga [53,81]:

- u dzieci i młodzieży, stosuje się spondylodezę bez instrumentacji. Zwykle nie trzeba stosować również dekompresji, gdyż po osiągnięciu stabilności objawy neurologiczne ustępują;
- u dzieci i młodzieży, u których istnieje konieczność przeprowadzenia dekompresji, należy zastosować instrumentarium, ze względu na duże ryzyko pseudoartrozy;
- u dorosłych, ze względu na duży odsetek stawów rzekomych, należy zastosować instrumentarium;
- u dorosłych, u których brak jest cech niestabilności kręgosłupa oraz zmian zwyrodnieniowych można wykonać dekompresję jako jedyną czynność, metoda ta ma bardzo rzadkie zastosowanie;
- u dorosłych można zastosować stabilizację międzytrzonową przednią typu *stand alone*.

W kręgozmykach III i IV stopnia należy zastosować instrumentarium, ponieważ istnieje duże ryzyko zaburzeń tworzenia spondylodezy w przypadku niezastosowania stabilizacji wewnętrznej.

W każdym z powyższych przypadków, poza ALIF *stand alone*, należy rozważyć konieczność wprowadzenia stabilizacji międzytrzonowej.

1.8.6 Repozycja kręgozmyku

Repozycja kręgozmyku, rozumiana jako przesunięcie kręgu, który uległ ześlizgowi, ku tyłowi, jest szeroko omawiana w literaturze tematu. Obecnie najbardziej rozpowszechniony jest pogląd, iż repozycja nie powinna być rutynowo wykonywanym manewrem, ponieważ w trakcie jego wykonywania, może dojść do uszkodzenia struktur nerwowych [82].

Repozycję wskazana jest u chorych, u których ześlizg powoduje kifozę lędźwiowo krzyżową z wtórną hiperlordozą lędźwiową. W tej sytuacji, dzięki repozycji, możliwe jest uzyskanie prawidłowego układu przestrzennego kręgosłupa.

Najbardziej wiarygodnym wskaźnikiem osteometrycznym, pomocnym w planowaniu repozycji jest kąt międzytrzonowy, który bardzo często odpowiada kątowi ześlizgu [60,73].

U pozostałych chorych akceptuje się samoczynną repozycję, uzyskaną poprzez właściwe ułożenie chorego na stole operacyjnym.

1.8.7 Powikłania leczenia operacyjnego kręgozmyku

Jak każda procedura chirurgiczna, również operacje chorych z kręgozmykiem nie są wolne od powikłań. Duży ześlizg, obecność deficytów neurologicznych, nasilone zmiany zwyrodnieniowe, obecność schorzeń dodatkowych czy zaawansowany wiek chorego zwiększają możliwość wystąpienia komplikacji pooperacyjnych.

Najczęściej spotykane powikłania [43]:

- uszkodzenie struktur nerwowych, od 0,3% do 9%;
- trwałe porażenie nerwu, od 2% do 3%;
- staw rzekomy w miejscu spodziewanej spondylodezy, do 40%;
- progresja ześlizgu, od 4% do 11%;
- konieczność wykonania operacji rewizyjnej z powodu uszkodzenia instrumentarium do 10%;
- zwyrodnienie i niestabilność sąsiedniego segmentu ruchowego, od 3% do 35%.

2. Założenie i cele pracy

Założenie pracy oparte jest na przekonaniu, iż stabilizacja kręgosłupa przy użyciu instrumentarium segmentarnego opartego na śrubach przeznasadowych jest skuteczną metodą leczenia chirurgicznego, umożliwiającą uwolnienie chorego od dolegliwości bólowych kręgosłupa, zmniejszenie objawów neurologicznych, zwiększenie jego sprawności oraz przywrócenie kompensacji kręgosłupa w części lędźwiowej w wymiarze strzałkowym. Umożliwia szybki powrót chorych do codziennych czynności, bez konieczności stosowania stabilizacji zewnętrznej, na przykład w postaci gorsetu.

Cele pracy:

1. Ocena skuteczności zastosowania stabilizacji segmentarnej opartej na śrubach przeznasadowych, w leczeniu operacyjnym chorych z kręgosłukiem poprzez:
 - a) ocenę porównawczą przed- i pooperacyjnych wskaźników osteometrycznych, takich jak: przemieszczenie przednie kręgu (ześlizg), który uległ ześlizgowi; wysokość przestrzeni międzytrzonowej, kąt lordozy lędźwiowej, kąt międzytrzonowy;
 - b) ocenę porównawczą przed- i pooperacyjnych dolegliwości bólowych, funkcjonowania chorych, wybranych objawów klinicznych, takich jak: zaburzenie siły mięśniowej, zaburzenie czucia, obecność chromania neurogennego, zaburzenie odruchów ścięgniastych, zaburzenie siły mięśniowej;
2. Próba analizy wartości wybranych wskaźników osteometrycznych w prognozowaniu wyników leczenia operacyjnego kręgosłupa z zastosowaniem stabilizacji segmentarnej opartej na śrubach przeznasadowych, mierzonych, jako poprawa funkcjonowania chorego oraz zmniejszenie dolegliwości bólowych po 6 miesiącach od leczenia operacyjnego.

3. Materiał i metodologia

3.1 Materiał

Do badania zostało włączonych 47 chorych leczonych operacyjnie z powodu kręgozmyku w Klinice Chirurgii Kręgosłupa, Ortopedii Onkologicznej i Traumatologii oraz w Klinice Ortopedii i Traumatologii Uniwersytetu Medycznego im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu w latach 2001 – 2010.

U wszystkich chorych zastosowano jednosegmentową stabilizację opartą na śrubach przeznasadowych. U 31 chorych wykonano repozycję mechaniczną kręgozmyku. U wszystkich chorych dokonano dekompresji struktur nerwowych. Do pobudzenia spondylodezy użyto kości własnej u wszystkich chorych oraz substytutu kości BoneSave u 4 chorych

Badanie prowadzone było za zgodą Komisji Bioetycznej Uniwersytetu Medycznego im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu.

U wszystkich chorych przeprowadzono badanie kliniczne:

- przedoperacyjne,
- pooperacyjne przez wypisaniem chorego ze szpitala,
- 1 miesiąc po operacji,
- 6 miesięcy po operacji.

W badaniu kontrolnym wykonanym 6 miesięcy po operacji nie wzięło udziału 7 chorych. W testach statystycznych zostali oni wyłączeni z odpowiednich analiz.

Podczas wizyt chorym wykonano zdjęcie rentgenowskie w rzucie AP i bocznym. Zdjęcia wykonane podczas pobytu szpitalnego po operacji nie zostały uwzględnione w analizie, ze względu na inną pozycję chorego. Zdjęcia przedoperacyjne, miesiąc i sześć miesięcy po operacji wykonywane były na stojąco, zdjęcia pooperacyjne wykonane zostały na leżąco.

Wszystkie klisze ze zdjęciami rentgenowskimi zostały zeskanowane z użyciem tego samego urządzenia, z zachowaniem tych samych parametrów.



A



B



C



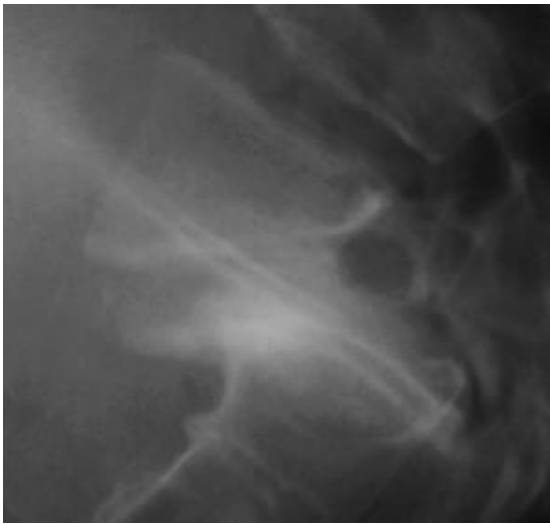
D



E



F



G



H

Ryc.9. Kręgoszyk przed i po leczeniu operacyjnym;
A,B – kręgoszyk I stopnia, C,D – kręgoszyk II stopnia
E,F – kręgoszyk III stopnia, G,H –kręgoszyk IV stopnia (materiał własny).

3.2 Metodologia

3.2.1 Badanie podmiotowe

U każdego chorego przeprowadzone zostało badanie podmiotowe przed operacją, w dniu wypisu ze szpitala oraz podczas wizyt kontrolnych przeprowadzonych miesiąc i sześć miesięcy po operacji.

– Czas trwania dolegliwości bólowych

Czas trwania dolegliwości bólowych został określony w miesiącach. Analizie poddano jedynie dolegliwości o charakterze identycznym, jak podczas badania przedoperacyjnego.

– Obecność dolegliwości bólowych w okolicy lędźwiowo – krzyżowej

– Obecność dolegliwości bólowych o charakterze korzeniowym

W badaniu, ból o charakterze korzeniowym został określony, zgodnie z nomenklaturą neurologiczną, jako promieniujący do kończyny lub kończyn dolnych, o przebiegu odpowiadającym przebiegu danego korzenia nerwowego [83]. Oprócz stwierdzenia występowania bólu radikularnego, określono czy ból promieniuje do jednej lub obu kończyn dolnych.

– Typ kręgozmyku – klasyfikacja Wiltse, Newmana i Macnaba

Typ kręgozmyku został określony na podstawie śródoperacyjnego stwierdzenia odpowiednich zmian w strukturze kostnej zajętego segmentu ruchowego kręgosłupa, wywiadu oraz momentu rozpoznania kręgozmyku.

– Obecności powikłań pooperacyjnych typowych dla stabilizacji kręgozmyku

– Przeprowadzenie operacji naprawczej (reoperacji) związanej z wcześniejszą stabilizacją kręgozmyku

Dane na temat powikłań i reoperacji otrzymano na różnych etapach kontroli pooperacyjnej.

3.2.2 Badanie przedmiotowe

Każdy chory został zbadany przed operacją, w dniu wypisu ze szpitala oraz w trakcie wizyt kontrolnych przeprowadzonych miesiąc i sześć miesięcy po operacji.

Analizie poddano następujące dane uzyskane podczas badania przedmiotowego:

3.2.2.1 Korzeń nerwowy objęty uciskiem

Podczas badania, określono w jakiej lokalizacji występują u chorego dolegliwości bólowe. Przypisano je do odpowiedniego dermatomu, czyli obszaru skóry zaopatrywanego czuciowo przez pojedynczy nerw rdzeniowy [84].

3.2.2.2 Obecność chromania neurogenego

W badaniu, chromanie neurogenne zostało określone jako ból, osłabienie lub uczucie ciężaru w obrębie kończyn dolnych występujące jedno- lub obustronnie, pojawiające się podczas chodzenia, ustępujące po zmianie pozycji na siedzącą, kuczną, leżącą. W odróżnieniu od chromania naczyniowego, dolegliwości utrzymują się po zatrzymaniu i pozostawaniu w pozycji stojącej [85].

3.2.2.3 Zaburzenia czucia

W badaniu określono występowanie zaburzeń czucia w obrębie określonego dermatomu. Jako zaburzenie czucia określano osłabienie czucia w obrębie dermatomu.

Badanie czucia przeprowadzono w stosunku do drugiej kończyny dolnej, a w przypadku obustronnych objawów w stosunku do skóry kończyny górnej.

Zaburzenia czucia są pierwszym objawem długotrwałego podrażnienia lub ucisku nerwu.

W badaniu określono jakościowo występowanie lub brak zaburzeń czucia, bez określania ilościowego zaburzeń czucia.

3.2.2.4 Siła mięśniowa

Siła mięśniowa u każdego chorego została określona na podstawie skali Lovette'a. Opracowana została w 1932 roku i do dziś pozostaje najbardziej rozpowszechnioną metodą subiektywnej oceny siły mięśniowej [84]. Opiera się na badaniu ręcznym poszczególnych

mięśni w określonych pozycjach i przy określonym ruchu. W każdym ruchu jest jeden mięsień, który głównie za tę czynność odpowiada, aczkolwiek w teście można oceniać również całe grupy mięśniowe unerwiane dominująco przez określony korzeń nerwowy

Tab. IV. Skala Lovett'a

Stopień	Opis
0	brak czynnego skurczu mięśnia
1	śląd czynnego skurczu mięśnia
2	wyraźny skurcz mięśnia i zdolność wykonania ruchu przy pomocy i odciążenia odcinka ruchomego
3	zdolność do wykonywania ruchu czynnego samodzielnego z pokonaniem ciężkości danego odcinka
4	zdolność do wykonania czynnego ruchu z pewnym oporem
5	prawidłowa siła, tj. zdolność wykonywania czynnego ruchu z pełnym oporem

Poniżej tabela przedstawiająca przypisanie grup mięśniowych unerwianych w sposób dominujący przez określony korzeń nerwowy.

Tab. V. Korzenie nerwowe i odpowiadające im mięśnie

Korzeń nerwowy	Grupa mięśniowa
L2	Zginacze stawu biodrowego
L3	Prostowniki stawu kolanowego
L4	Zginacze grzbietowe stawu skokowego
L5	Prostownik palucha
S1	Zginacze podeszwowe stawu skokowego

Oslabienie siły mięśniowej jest kolejnym, po zaburzeniach czucia, przewlekłego ucisku na korzeń nerwowy. Im dłuższy czas ucisku tym mniejsza siła mięśniowa w obrębie unerwienia.

Wraz z upływem czasu, podczas ucisku na nerw, z powodu braku stymulacji, dochodzi do zaniku kolejnych jednostek ruchowych, co przekłada się na zmniejsza się siły mięśniowej [84].

3.2.2.5 Odruchy ścięgniste

U każdego chorego zbadano występowanie oraz nasilenie dwóch odruchów ścięgnistych, z więzadła rzepki oraz ze ścięgna Achillesa. Odruchy ścięgniste należą do odruchów bezwarunkowych, co oznacza, że są to reakcje automatyczne, odbywające się bez pośrednictwa mózgu, gdzie receptor i efektor umiejscowiony są w tym samym mięśniu. Przy uszkodzeniu nerwu, dochodzi do zaburzenia przewodzenia, co powoduje osłabienie lub zniesienie części ruchowej odruchu [22,83,84]. W badaniu użyto jakościowej oceny zaburzeń odruchów ścięgnistych, podając ich obecność lub brak, bez różnicowania nasilenia patologii.

Dwa korzenie nerwowe, opuszczające kanał kręgowy w części lędźwiowej, przewodzą impulsy w odruchach ścięgnistych:

- korzeń L4, opuszczający kanał kręgowy w otworze międzykręgowym L4 – L5, odpowiada za odruch wywołany z więzadła rzepki;
- korzeń S1, opuszczający kanał kręgowy na brzusznej powierzchni kości krzyżowej, odpowiada za odruch wywołany ze ścięgna Achillesa.

3.2.2.6 Ruchomość stawów biodrowych

Ustawienie chorego w zgięciu w stawach biodrowych jest jednym z typowych objawów kręgozmyku. W sytuacji przedłużającego się ustawienia stawów z pozycji wymuszonej, innej niż pośrednia, dochodzi do powstania przykurczu. U chorych włączonych do badania zbadano obecność przykurczów w stawach biodrowych. W badaniu posłużono się wynikiem jakościowym, określającym obecność lub brak zaburzeń ruchomości w stawach biodrowych, bez określania wielkości kątowej ewentualnego przykurczu.

3.2.3 Badania obrazowe

Analizie poddano radiogramy wykonane w projekcji przednio – tylnej oraz bocznej. Wszystkie zdjęcia zostały wykonane na stojąco, przez co z dalszej analizy wyłączono zdjęcia wykonane podczas pobytu szpitalnego. Wykonywane są one w pierwszej lub drugiej dobie po operacji i ze względu na stan chorego wykonywane są w pozycji leżącej.

Klisyze radiologiczne zostały zeskanowane do wersji cyfrowej i w tej formie były oceniane.

Na podstawie badania radiologicznego określono:

- poziom objęty kręgozmykiem;
- stopień przemieszczenia przedniego kręgu leżącego powyżej w objętym ześlizgiem segmencie ruchowym kręgosłupa;
- kąt międzytrzonowy w obrębie segmentu ruchowego objętego kręgozmykiem;
- kąt lordozy lędźwiowej;
- kąt pochylenia kości krzyżowej;
- wysokość przestrzeni międzytrzonowej w obrębie segmentu ruchowego objętego kręgozmykiem.

W badaniu nie analizowano stopnia uzyskanej spondylodezy ze względu na braku odpowiedniej dokumentacji radiologicznej (tomografia komputerowa) z okresu późniejszego niż sześć miesięcy od operacji.

3.2.4 Analiza komputerowa uzyskanych radiogramów

Wykreślenie odpowiednich linii pomiarowych oraz przeliczenie uzyskanych kątów zostało przeprowadzono w programie Surgimap®.

Jest to program rozprowadzany na zasadzie licencji freeware (oprogramowanie darmowe do użytku niekomercyjnego). Został stworzony po współpracy z chirurgami zajmującymi się leczeniem operacyjnym kręgosłupów, dzięki czemu zawiera zestaw gotowych algorytmów pomiarowych o jasno określonych punktach odniesienia. Odpowiadają one najczęściej stosowanym tradycyjnym metodom pomiarów wskaźników osteometrycznych kręgosłupa.

Programu użyto to oceny wszystkich wskaźników osteometrycznych poza wysokością przestrzeni międzytrzonowej. Program ten nie posiada możliwości prowadzenia takiego pomiaru.

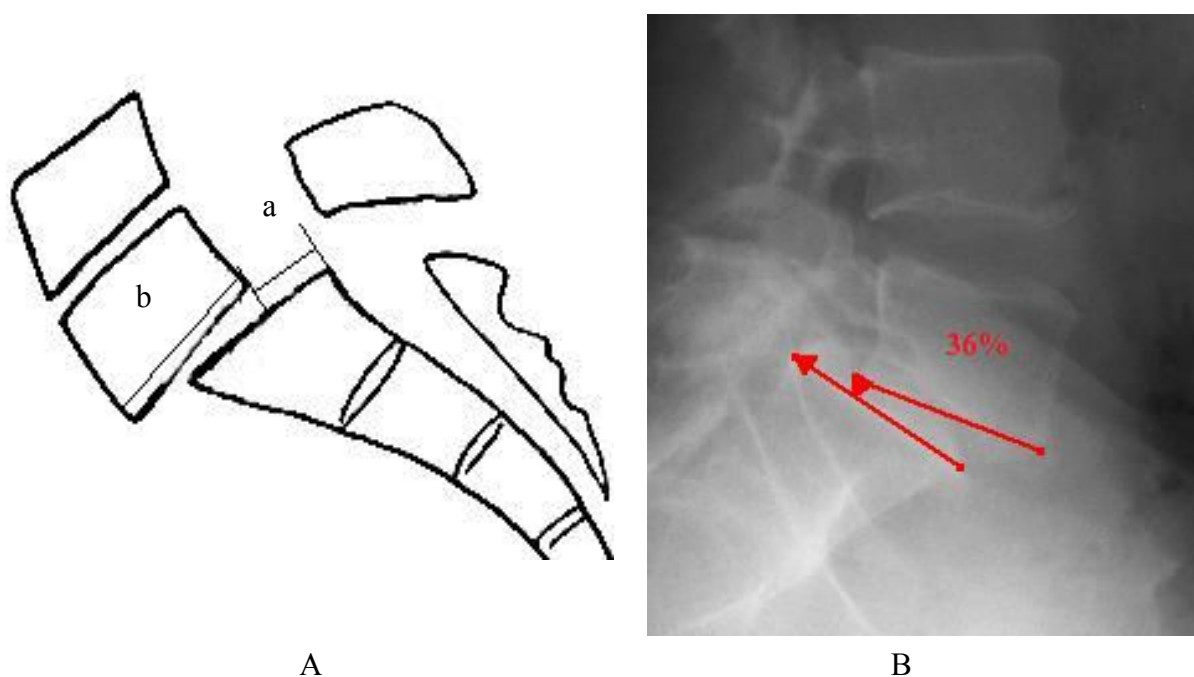
Do oceny tego wskaźnika użyto programu GIMP 2.0 rozprowadzanego na podstawie licencji freeware.

3.2.5 Zasady wyznaczania wskaźników osteometrycznych

3.2.5.1 Ocena stopnia ześlizgu kręgu

Do oceny przemieszczenia przedniego kręgu leżącego dogłowowo w obrębie segmentu ruchowego objętego kręgozmykiem użyto zdjęć w projekcji bocznej.

Przesunięcie zostało obliczone na podstawie metody zaproponowanej przez Boxalla [53]. Przesunięcie kręgu, mierzone jest jako odległość pomiędzy tylną krawędzią kręgu, który uległ ześlizgowi a tylną krawędzią kręgu poniżej. Wymiar ten dzieli się przez wymiar strzałkowy płytki krańcowej dolnej kręgu, który uległ przesunięciu. Uzyskany wynik podawany jest w procentach, gdzie im wartość bliższa 100% tym większy jest ześlizg.

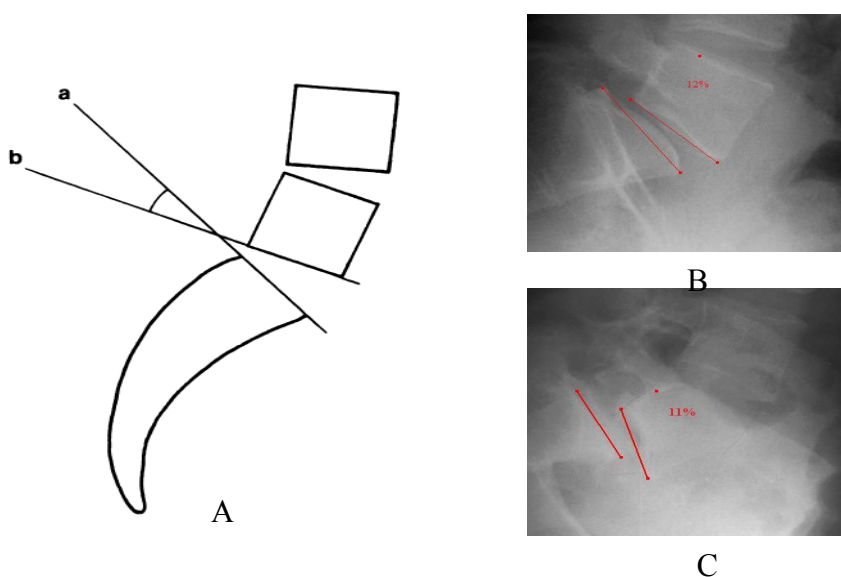


Ryc. 10. Wyznaczanie przesunięcia przedniego kręgu, który uległ ześlizgowi (A) zasada wyznaczania (B) przesunięcie wyznaczone na radiogramie bocznym przy użyciu programu Surgimap®.

3.2.5.2 Ocena kąta międzytrzonowego w obrębie segmentu ruchowego objętego ześlizgiem

W odcinku lędźwiowym kręgosłupa kręgi ustawione są w stosunku do siebie lordotycznie, co oznacza, że ich tylne elementy zbliżają się do siebie, natomiast przednia część trzonów kręgów oddala się od siebie. Kąt międzytrzonowy, obliczany na podstawie zdjęcia rentgenowskiego w projekcji bocznej, jest to kąt zawarty pomiędzy dolną powierzchnią trzonu kręgu powyżej oraz górną powierzchnią trzonu kręgu poniżej [86]. W sytuacji, kiedy dochodzi do powstawania kręgozmyku następuje najczęściej zmniejszenie kąta międzytrzonowego, czyli do zmniejszenia lordozy. Powoduje to nasilenie sił ścinających oraz zwiększenie obciążenie krążka międzykręgowego. Z czasem dochodzi do kifozy segmentu ruchowego. W sytuacji takiej kąt pomiędzy dolną powierzchnią trzonu powyżej a górną powierzchnią trzonu poniżej zmienia orientację z otwartej do przodu na otwartą ku tyłowi.

W badaniu kątowni międzytrzonowemu o ustawieniu lordotycznym przypisano wartości dodatnie. Kątowni międzytrzonowemu o ustawieniu kyfotycznym przypisano wartości ujemne.

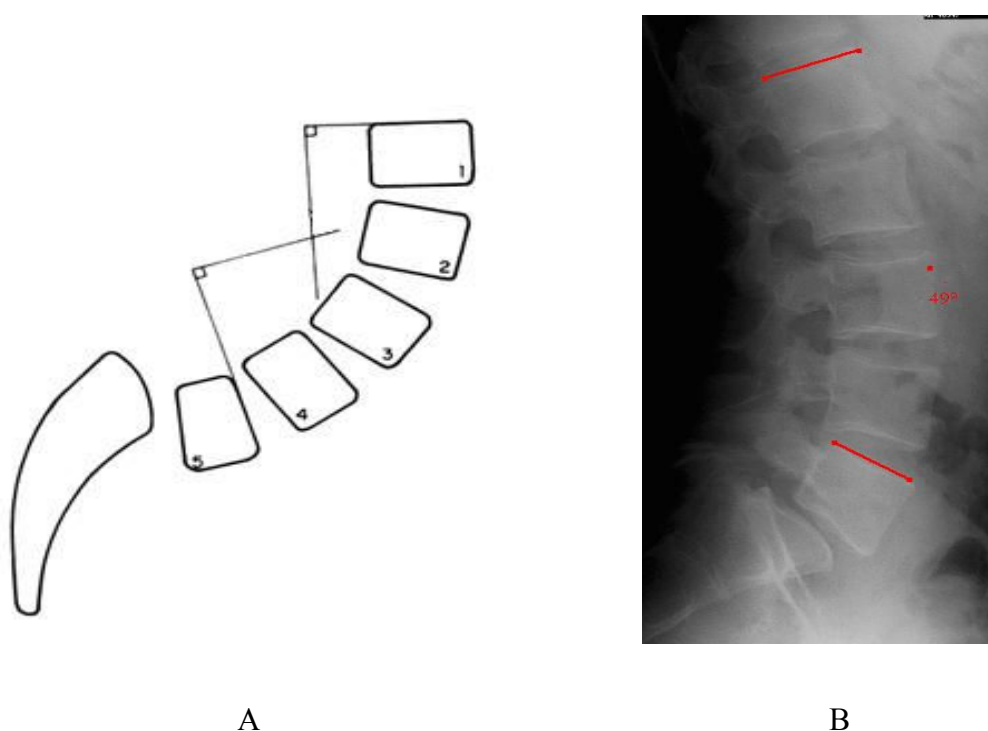


Ryc. 11. Wyznaczanie kąta międzytrzonowego: (A) zasada wyznaczania [86] (B) kąt międzytrzonowy wyznaczony w segmencie ruchowym o ustawieniu lordotycznym (C) kąt międzytrzonowy wyznaczony w segmencie ruchowym o ustawieniu kyfotycznym ; (B) i (C) wyznaczenie kąta międzytrzonowego na radiogramie w projekcji bocznej przy użyciu programu Surgimap®.

Dla każdego segmentu ruchowego kręgosłupa inna jest wartość normy dla kąta międzytrzonowego.

3.2.5.3 Ocena kąta lordozy lędźwiowej

Kąt lordozy jest to kąt zawarty pomiędzy liniami poprowadzonymi przez górną powierzchnię trzonu kręgu L1 oraz górną powierzchnię trzonu kręgu L5 na zdjęciu rentgenowskim w projekcji bocznej [86].

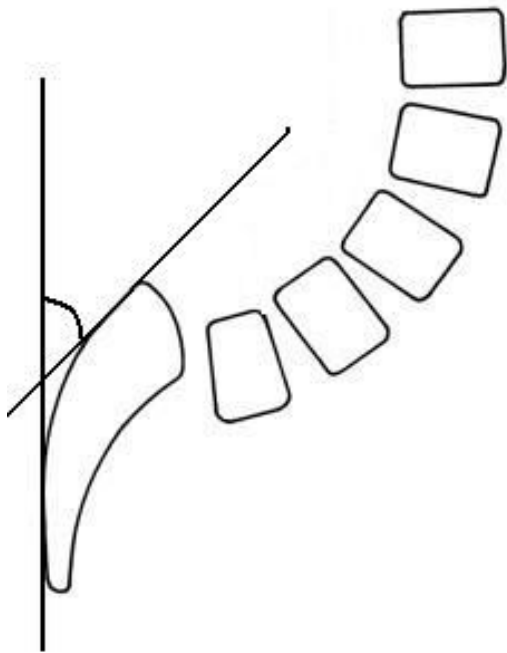


Ryc. 12. Wyznaczanie kąta lordozy lędźwiowej: (A) metoda wyznaczania kąta lordozy lędźwiowej [86] (B) kąt lordozy lędźwiowej wyznaczony na radiogramie w projekcji bocznej przy użyciu programu Surgimap®.

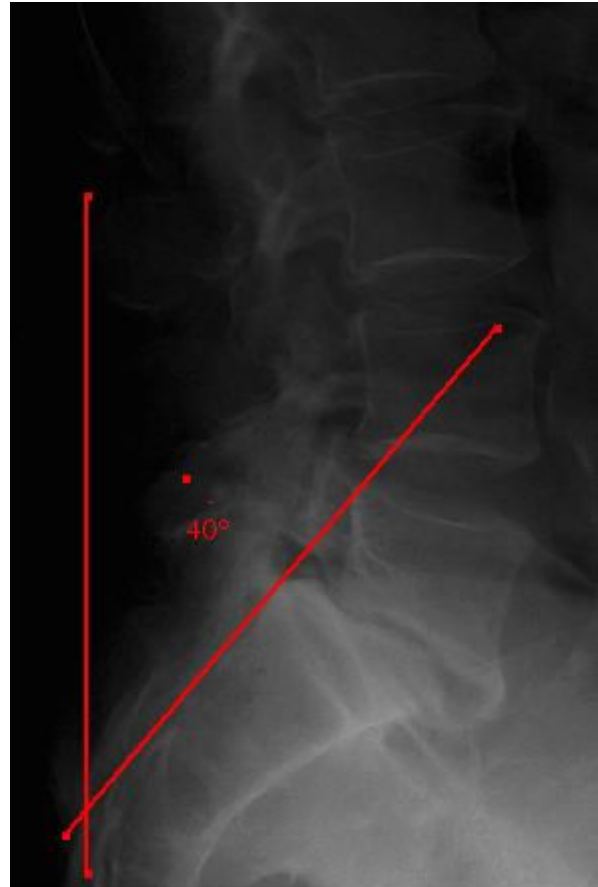
Norma kąta lordozy lędźwiowej została określona na podstawie badań radiologicznych osób, u których wykonywano badanie rentgenowskie z powodów innych niż schorzenia kręgosłupa [87]. Wynosi ona od 20 stopni do 40 stopni.

3.2.5.4 Ocena kąta pochylenia kości krzyżowej

Pochylenie kości krzyżowej to kąt utworzony przez prostą styczną do tylnej powierzchni trzonu pierwszego kręgu kości krzyżowej a pionem [86]. Wykreślany jest na zdjęcia radiologicznych wykonywanych w projekcji bocznej.



A



B

Ryc. 13. Wyznaczanie pochylenia kości krzyżowej: (A) metoda wyznaczania kąta pochylenia kości krzyżowej [86] (B) kąt pochylenia kości krzyżowej wyznaczony na radiogramie w projekcji bocznej przy użyciu programu Surgimap®.

Norma kąta pochylenia kości krzyżowej została określona na podstawie badań radiologicznych osób, u których wykonywano badanie rentgenowskie z powodów innych niż schorzenia kręgosłupa [88]. Wynosi ona od 40 stopni do 50 stopni.

3.2.5.5 Ocena wysokości przestrzeni międzytrzonowej w obrębie segmentu ruchowego objętego kręgozmykiem

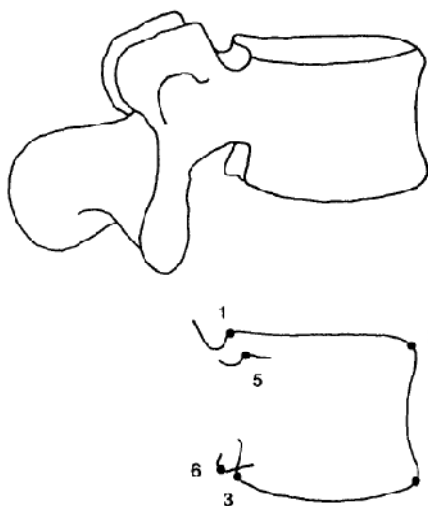
Problem analizy wysokości międzytrzonowej na radiogramach w projekcji bocznej

W pracy, podczas analizy wysokości przestrzeni międzytrzonowej, posłużono się radiogramami w projekcji bocznej.

Rzutowanie brył przestrzennych, jakimi są kręgi, na płaszczyznę, powoduje powstanie wielu punktów oraz linii, które występując obok siebie utrudniają znacznie możliwość jednoznacznego i dokładnego pomiaru. Trudność polega na jednoznacznym określeniu, który punkt na zdjęciu radiologicznym uznać za dolną granicę kręgu dogłowego, a który punkt za górną granicę kręgu doogonowego.

W sytuacji tej trudno uzyskać jest powtarzalność wyników pomiędzy tymi samymi osobami w kolejnych badaniach lub pomiędzy różnymi osobami w różnych badaniach.

Standaryzację pomiaru wprowadził w latach dziewięćdziesiątych XX wieku Frobin i wsp. [89]. Eliminuje ona wpływ opisanych wyżej zmian podczas rzutowania kręgosłupa na kliszę rentgenowską.



Ryc. 14. Lokalizacja punktów odniesienia przy ocenie kręgu w części lędźwiowej kręgosłupa na radiogramie bocznym [89].

Jak wynika z ryciny 14, jednoznacznie można określić jedynie brzuszną krawędź trzonu kręgowego. Tylne krawędź kręgu jest najczęściej rozprojektowana, tworząc cztery punkty. Elementy tylnej kolumny, według trójkolumnowego podziału kręgu Denisa, nie są możliwe do oceny wzajemnego położenia kręgów w segmencie objętym kręgozmykiem.

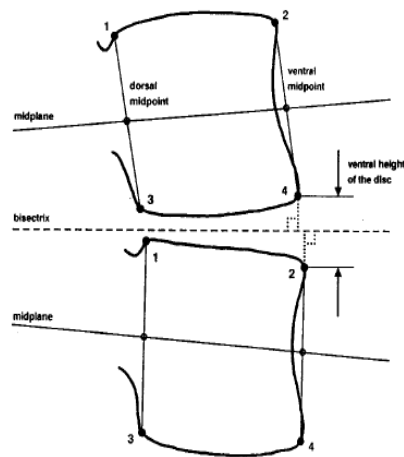
Ze względu na fakt, że punkty 5 i 6, przedstawione na powyższej rycinie, pozostają w obrębie zarysu utworzonego przez punkty 1-4, nie są one brane pod uwagę podczas dalszych analiz.

Wyznaczanie wysokości przestrzeni międzytrzonowej

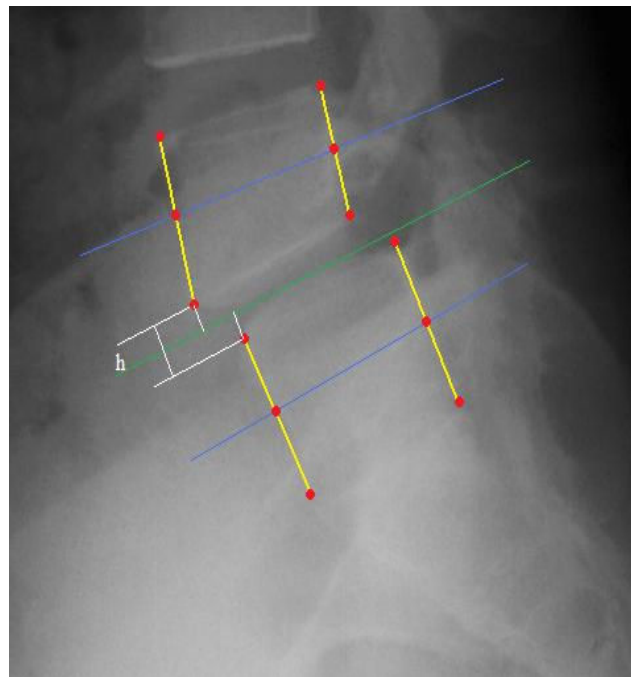
W celu wyznaczenia wysokości przestrzeni międzytrzonowej wykreśla się kolejno:

- prostą pośrodkową kręgu – linia ta powstaje poprzez połączenie środków odcinków utworzonych przez wierzchołki obrazu trzonu kręgu po stronie brzusznej i grzbietowej, na rycinie 14 są to kolejno punkty 2 i 4 oraz 1 i 3;
- dwusieczną kąta utworzonego przez linie pośrodkowe obu trzonów analizowanego segmentu ruchowego;
- odcinki prostopadłe do dwusiecznej kąta utworzonego przez linie pośrodkowe dwóch sąsiednich kręgów, łączącej dwusieczną z dolnym przednim punktem orientacyjnym kręgu dogłowego oraz brzuszny górny punktem orientacyjnego kręgu doogonowego.

Wysokość przestrzeni międzytrzonowej to suma wykreślonych odcinków.



A



B

Ryc. 15. Wyznaczanie wysokości przestrzeni międzytrzonowej (h): (A) metoda wyznaczania wysokości przestrzeni międzytrzonowej wg Frobina [89] (B) wyznaczona wysokość międzytrzonowa w programie GIMP.

W celu wyznaczenia wysokości względnej otrzymaną wartość należy podzielić przez średnią głębokość kręgów ocenianego segmentu ruchowego kręgosłupa.

Średnią głębokość kręgu dogłowego określamy jako odległość od środka prostej łączącej dwa punkty orientacyjne w dogłowej granicy kręgu górnego, do dwusiecznej kąta utworzonego przez linie pośrodkowe dwóch sąsiednich kręgów, w linii prostopadłej do dwusiecznej. Odpowiednio średnią głębokość kręgu doogonowego określamy jako odległość od środka prostej łączącej dwa punkty orientacyjne w doogonowej granicy kręgu dolnego, do

dwusiecznej kąta utworzonego przez linie środkowe dwóch sąsiednich kręgów, w linii prostopadłej do niej. Średnia głębokość sąsiadujących kręgów jest średnią głębokością kręgu dogłowego i doogonowego [89].

3.2.6 Samoocena chorych

Do określenia nasilenia dolegliwości, dokonanego samodzielnie przez chorych, użyto dwóch skal:

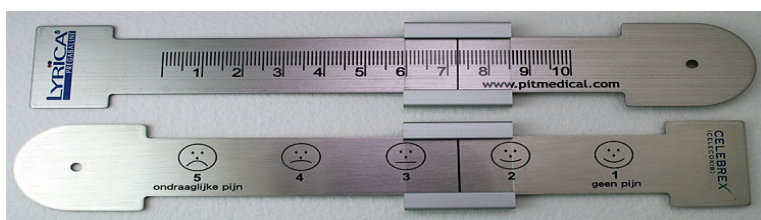
- wizualnej analogowej skali bólu (*ang. Visual Analogue Scale – VAS*);
- wskaźnika niepełnosprawności według Oswestry (*ang. Oswestry Disability Index – ODI*).

Pierwsza z nich pozwala monitorować nasilenie dolegliwości bólowych. Druga pozwala na samodzielną ocenę funkcjonowania chorego.

3.2.6.1 Wizualna analogowa skala bólu

Wizualna analogowa skala bólu jest jednym z najczęściej stosowanych narzędzi do pomiaru i monitorowania bólu odczuwanego przez chorego. Jest to pomiar subiektywny, w którym chory samodzielnie określa nasilenie dolegliwości bólowych.

Odbywa się to poprzez określenie natężenia bólu w dziesięciostopniowej skali, gdzie 0 oznacza całkowity brak bólu, 10 natomiast oznacza maksymalne natężenie bólu, jakie chory jest w stanie sobie wyobrazić. Aby ułatwić oznaczenie stosuje się specjalne linijki, gdzie wartości liczbowe zamienione są na oznaczenia obrazkowe.



Ryc. 16 Linijka stosowana do pomiaru natężenia bólu w skali VAS.

Dzięki zastosowaniu wartości liczbowych, możliwe jest porównywanie natężenia u tego samego chorego podczas różnych badań [90].

3.2.6.1 Oswestry Disability Index (ODI)

Ocena stanu pacjenta może odbywać się na wiele różnych sposobów. Najbardziej rozpowszechnionym jest ocena ich funkcjonowania poprzez subiektywną ocenę różnych czynności wykonywanych codziennie. W badaniu tym do oceny oraz monitorowania poprawy lub pogorszenia funkcjonowania chorego użyty zostanie wskaźnik ODI [91]. Opisuje on stopień niepełnosprawności chorego, spowodowany patologią kręgosłupa w części lędźwiowej. Określony on zostaje po udzieleniu przez chorego odpowiedzi na 10 pytań dotyczących różnych sfer jego życia. Każda odpowiedź jest punktowana od 0 do 5 punktów, gdzie 0 oznacza całkowity brak dolegliwości, a 5 oznacza bardzo duże ograniczenie funkcjonowania chorego. W kwestionariuszu przekłada się to na przeliczenie odpowiedzi na punkty, gdzie, kolejno, odpowiedź pierwsza to 0 punktów, odpowiedź szоста 5 punktów

Pytania w kwestionariuszu Oswestry Disability Index:

Pytanie 1. Nasilenie bólu:

1. Odczuwany ból jest nieznaczny lub średni. Nie muszę stosować leków przeciwbólowych,
2. Ból jest znaczący, jednak wytrzymuję bez środków przeciwbólowych,
3. Środki przeciwbólone całkowicie znoszą ból,
4. Środki p. bólone w odczuwalny sposób zmniejszają ból,
5. Środki p. bólone w nieznacznym stopniu zmniejszają ból,
6. Stosowane środki p. bólone nie zmniejszają bólu.

Pytanie 2. Samodzielność:

1. Codzienne czynności nie nasilają bólu dlatego jestem całkowicie samodzielna/y,
2. Niektóre codzienne czynności nasilają bóle, funkcjonuję bez niczyjej pomocy,
3. Odczuwam ból podczas codziennych czynności, wykonuję je jednak wolniej i ostrożniej,
4. Potrzebuję pomocy, jednak w dużej mierze jestem samodzielna/y,
5. Potrzebuję pomocy codziennie w większości wykonywanych przeze mnie czynności,
6. Nie mogę się samodzielnie ubrać, mycie sprawia mi problemy, leżę w łóżku.

Pytanie 3. Podnoszenie przedmiotów:

1. Mogę podnosić ciężkie przedmioty i nie nasila to bólu,
2. Mogę podnosić ciężkie przedmioty lecz odczuwam przy tym nasilenie bólu,
3. Ból uniemożliwia podnoszenie ciężkich przedmiotów z podłogi, jednak mogę je podnieść jeśli są dogodnie umiejscowione np. na stole,
4. Ból uniemożliwia podnoszenie ciężkich przedmiotów, jednak mogę podnosić średnio lekkie przedmioty jeśli są dogodnie umiejscowione np. na stole,
5. Mogę podnosić tylko bardzo lekkie przedmioty,
6. Nie mogę podnosić żadnych przedmiotów.

Pytanie 4. Chodzenie

1. Mogę chodzić swobodnie,
2. Bóle podczas chodzenia nasilają się,
3. Ból uniemożliwia mi pokonywanie większych dystansów niż 1,5 km.
4. Ból uniemożliwia mi pokonywanie większych dystansów niż 700 m.
5. Mogę chodzić tylko przy pomocy kul lub „balkonika”,
6. Przez większą część dnia przebywam w łóżku lub w pozycji siedzącej.

Pytanie 5. Siedzenie:

1. Mogę długo siedzieć na obojętnie jakim krześle i nie odczuwam bólu,
2. Mogę długo siedzieć tylko na moim ulubionym krześle,
3. Ból uniemożliwia mi siedzenie dłuższe niż 1 godzinę,
4. Ból uniemożliwia mi siedzenie dłuższe niż pół godziny,
5. Z powodu bólu nie mogę siedzieć dłużej niż 1 minutę,
6. Bóle uniemożliwiają mi siedzenie.

Pytanie 6. Stanie:

1. Mogę stać jak długo zechcę i nie odczuwam bólu,
2. Podczas stania odczuwam bóle, które się nie nasilają,

3. Dłuższe stanie powoduje nasilenie bólu,
4. Ból nasila się po 30 minutach w pozycji stojącej,
5. Ból nasila się po 10 minutach w pozycji stojącej,
6. Unikam stania, gdyż od razu odczuwam ból.

Pytanie 7. Spanie:

1. Nie odczuwam bólu podczas snu,
2. Odczuwam ból w łóżku, który jednak nie przeszkadza mi w zaśnięciu,
3. Z powodu bólu nie przesypiam $\frac{1}{4}$ nocy,
4. Z powodu bólu nie przesypiam połowy nocy,
5. Z powodu bólu nie przesypiam $\frac{3}{4}$ nocy,
6. Ból uniemożliwia mi zaśnięcie.

Pytanie 8. Życie towarzyskie:

1. Moje życie towarzyskie jest normalne, bez dolegliwości bólowych,
2. Moje życie towarzyskie jest normalne, jednak odczuwam nasilenie bólu,
3. Ból nie ma większego wpływu na moje życie towarzyskie jednak muszę unikać zajęć wymagających nadmiernego ruchu jak np. tańca,
4. Moje życie towarzyskie jest ograniczone z powodu bólu, nie wychodzę zbyt często z domu,
5. Z powodu bólu całe moje życie towarzyskie ograniczam do spotkań w moim domu,
6. Z powodu bólu nie prowadzę żadnego życia towarzyskiego.

Pytanie 9. Aktywność seksualna:

1. Moja aktywność seksualna jest normalna i nie powoduje zwiększenia dolegliwości bólowych,
2. Moja aktywność seksualna jest prawie normalna, lecz powoduje nieznaczne dolegliwości bólowe,
3. Moja aktywność seksualna jest prawie normalna, lecz powoduje znaczne dolegliwości bólowe,
4. Moja aktywność seksualna jest poważnie ograniczona z powodu bólu,
5. Moja aktywność seksualna jest zbliżona prawie do zera z powodu bólu,
6. Ból uniemożliwia mi jakąkolwiek aktywność seksualną.

Pytanie 10. Podróże:

1. Nie odczuwam bólu podczas podróży,
2. Niekiedy odczuwam bóle podczas podróży jednak sposób w jaki podróżuję nie powoduje ich nasilenia,
3. Odczuwam silniejsze bóle podczas podróży jednak nie zmuszają mnie one do zmiany środka transportu,
4. Odczuwam silniejsze bóle podczas podróży i dobieram sposób podróżowania by je zmniejszyć,
5. Ból ogranicza moje możliwości podróżowania,
6. Ból uniemożliwia mi podróżowanie, z wyjątkiem gdy podczas podróży mogę leżeć.

Po zsumowaniu punktów uzyskanych przez pacjenta, niepełnosprawność oblicza się według wzoru:

$$\frac{\text{Liczba punktów}}{50} \times 100\%$$

Im wyższy wynik, tym większa niepełnosprawność chorego, co jednocześnie oznacza jego gorsze funkcjonowanie. Wyznaczono również przedziały, umożliwiające podanie wyniku w formie opisowej.

Tab. VI. Stopnie niepełnosprawności wyliczone na podstawie Oswestry Disability Index

ODI	Stopień niepełnosprawności
0% - 19%	Nieznaczną niesprawność
20% - 39%	Niepełnosprawność umiarkowana
40% - 59%	Istotne ograniczenie sprawności
60% - 79%	Znaczne upośledzenie funkcji
80% - 100%	Niesprawność ciężka

3.2.7 Analiza statystyczna

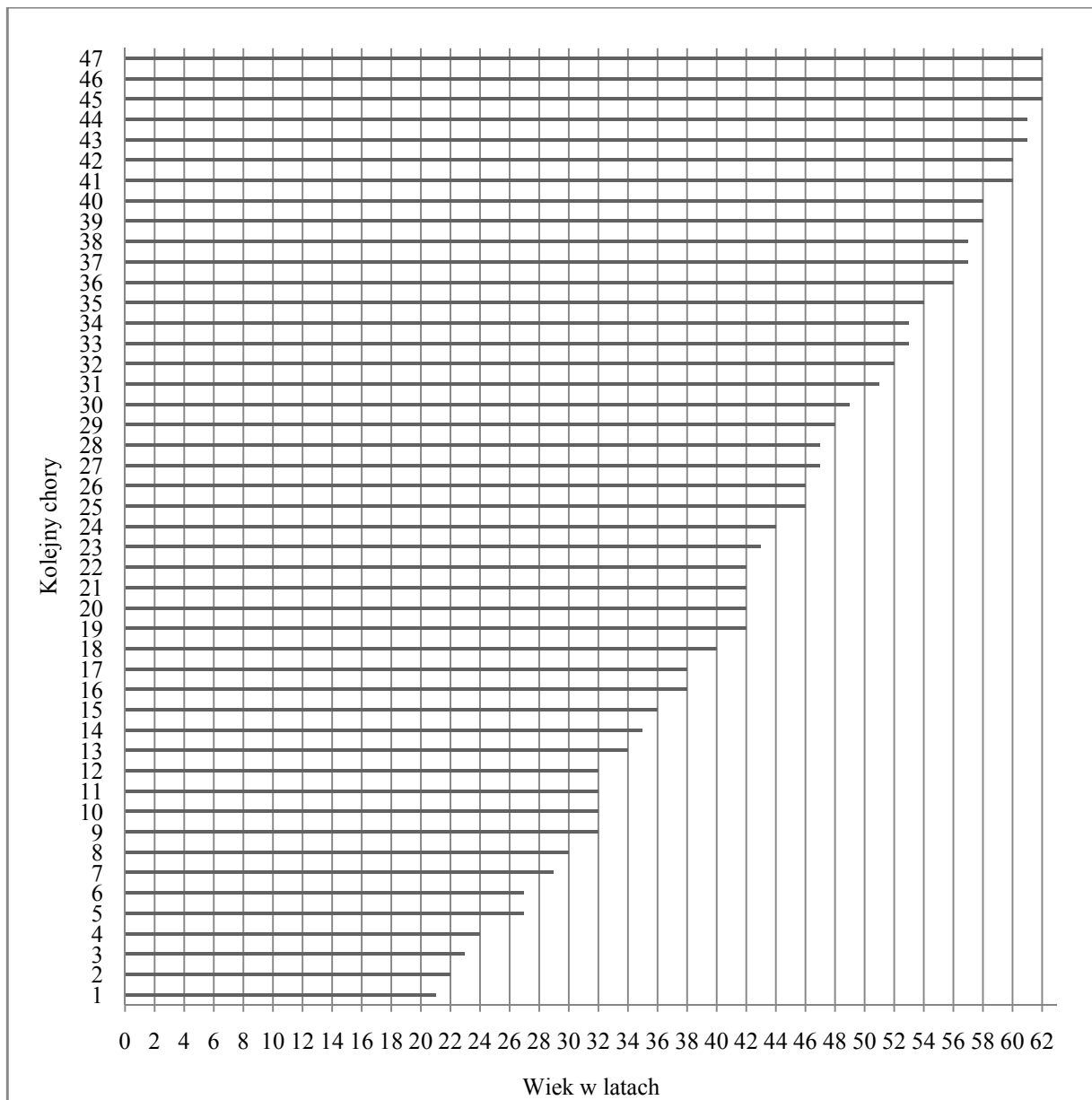
Analiza statystyczna została przeprowadzona przy użyciu programu Statistica. Oznaczeń zależności pomiędzy różnymi wartościami oraz istotności różnic dokonano za pomocą odpowiednich testów statystycznych. Opisy testów zostaną zamieszczone w części opisującej wyniki. Jako graniczny poziom istotności przyjęto wartość $p < 0,05$.

4. Wyniki

4.1 Charakterystyka operowanych chorych

4.1.1 Wiek

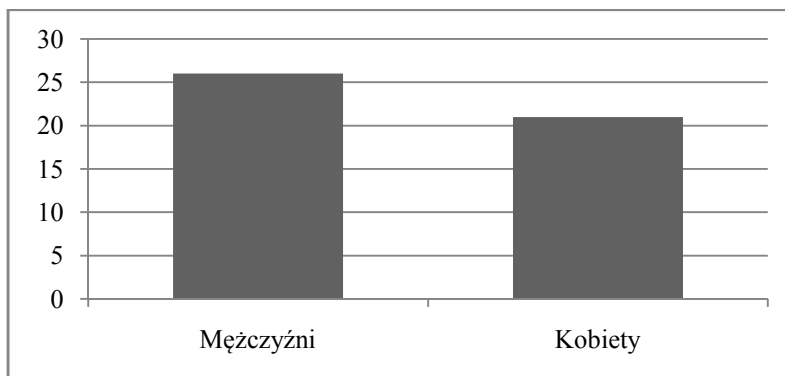
Najmłodszy chory miał 21 lat, najstarszy chory miał 62 lata. Średnia wieku chorych to 43 lata. Mediana wieku chorych to 44 lata.



Ryc. 17. Rozkład wieku chorych.

4.1.2 Płeć

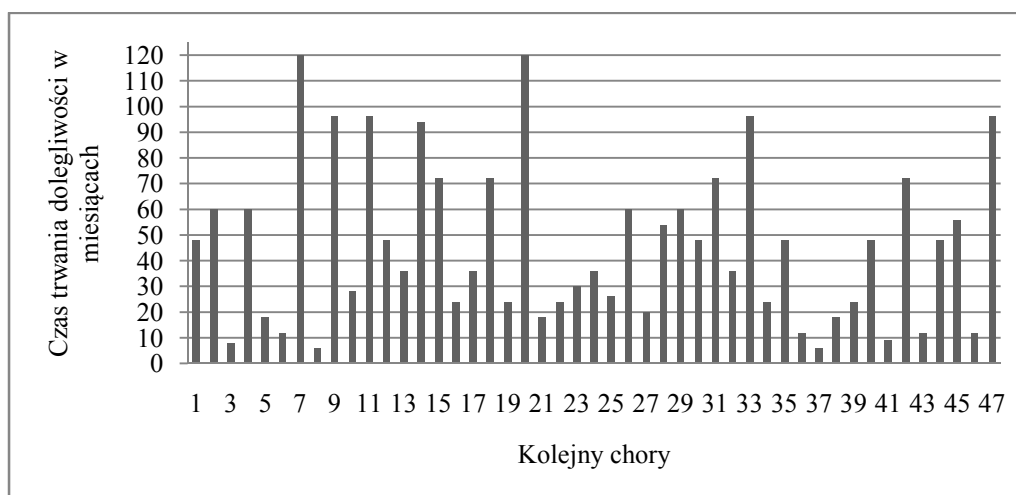
Wśród badanych chorych było 26 mężczyzn i 21 kobiet. Stosunek mężczyzn do kobiet wynosi 1,2:1.



Ryc. 18. Rozkład chorych według płci.

4.1.3 Czas trwania dolegliwości bólowych

Najkrótszy czas odczuwania przez chorego dolegliwości bólowych to 6 miesięcy, najdłuższy 120 miesięcy. Średni czas odczuwania dolegliwości wynosił 45 miesięcy, mediana natomiast wynosi 36 miesięcy. Dolny kwartył wynosi 22 miesiące, górny kwartył wynosi 60 miesięcy. Oznacza to, że połowa chorych odczuwała dolegliwości dłużej niż 22 miesiące, ale krócej niż 60 miesięcy.



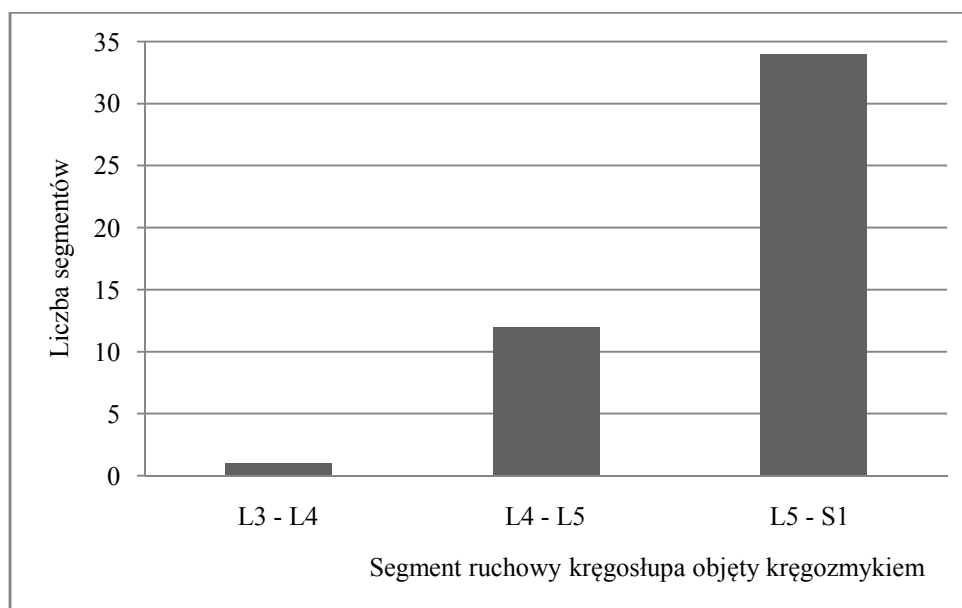
Ryc. 19. Czas trwania dolegliwości bólowych.

4.2 Segment ruchowy objęty kręgozmykiem

W opisywanym materiale kręgozmyk występował w obrębie trzech segmentów ruchowych:

- L3 – L4 – 1 przypadek
- L4 – L5 - 12 przypadków
- L5 – S1 - 34 przypadki

Procentowo udział tych segmentów ruchowych wyniósł kolejno 2%, 26% i 72%.

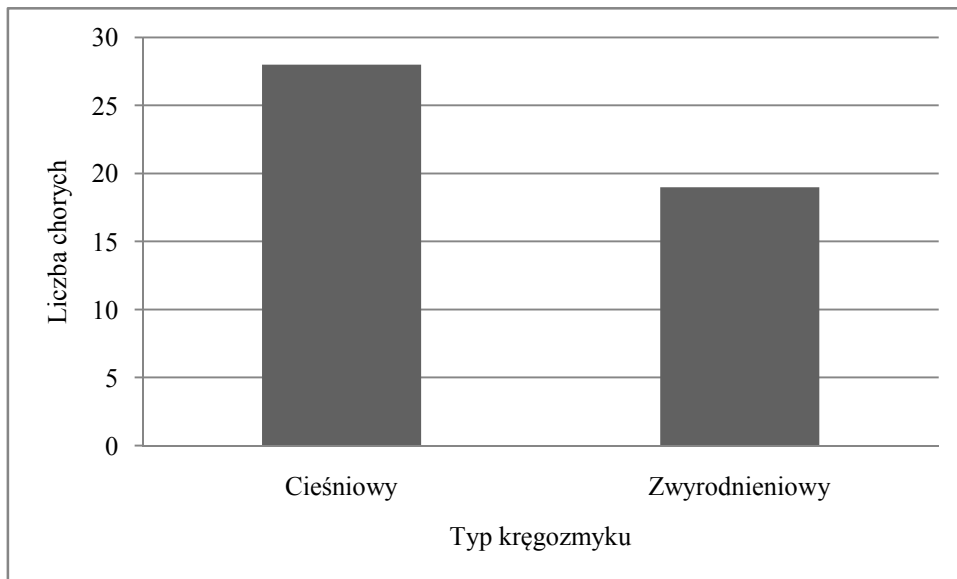


Ryc. 20. Segmenty ruchowe kręgosłupa objęte kręgozmykiem.

4.3 Typ kręgozmyku – klasyfikacja Wiltse’a, Newmana i Macnaba

W badanym materiale występowały dwa typy kręgozmyków: zwyrodnieniowy oraz cieśniowy. Chorych z kręgozmykiem zwyrodnieniowym było 19, chorych z kręgozmykiem cieśniowym było 28.

Procentowo udział poszczególnych typów wynosił kolejno 40% i 60%.



Ryc. 21. Typ kręgozmyku w klasyfikacji Wiltse'a, Newmana i Macnaba.

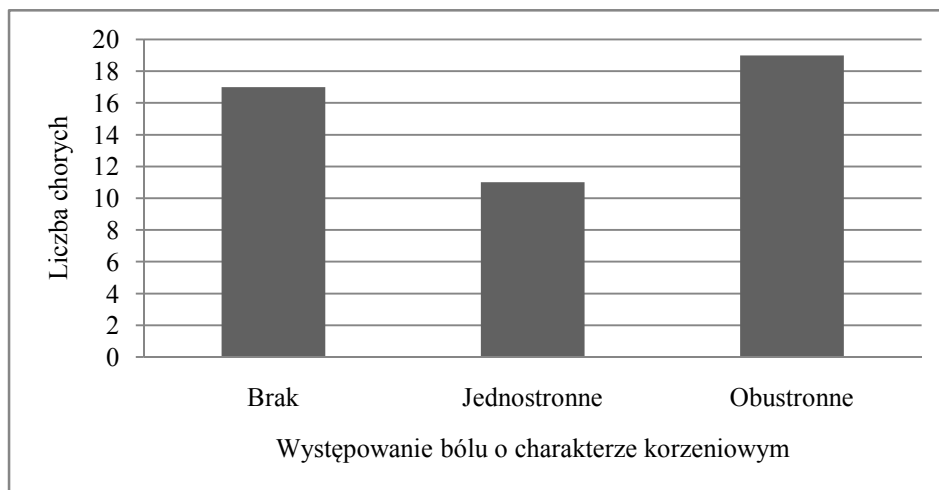
4.4 Występowanie bólu miejscowego

Ból miejscowy, występujący w części lędźwiowej kręgosłupa występował u wszystkich chorych poddanych badaniu.

4.5 Występowanie bólu korzeniowego

Ból o charakterze korzeniowym występował u 30 chorych. U 11 z nich ból promieniował tylko do jednej kończyny dolnej, u 19 ból promieniował do obu kończyn dolnych. Udział procentowy wyniósł odpowiednio

- 36% chorych nie zgłaszało bólu o charakterze korzeniowym;
- 23% chorych zgłaszało ból korzeniowy jednostronny;
- 41 % chorych zgłaszało ból korzeniowy obustronny.



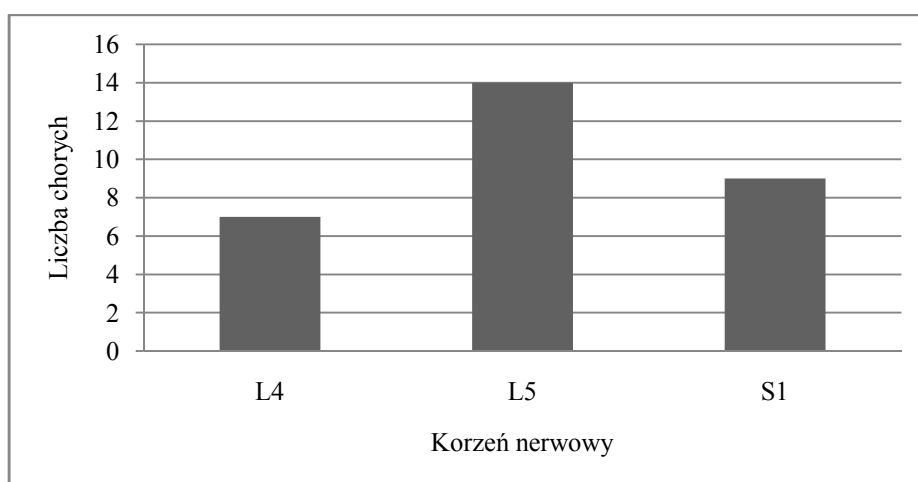
Ryc. 22. Występowanie bólu o charakterze korzeniowym.

Jednocześnie stwierdzono, że w 7 przypadkach ból pochodził z korzenia nerwowego L4, w 14 przypadkach z korzenia nerwowego L5 oraz w 9 przypadkach z korzenia nerwowego S1.

Udział procentowy poszczególnych korzeni nerwowy spośród chorych z obecnym bólem o charakterze korzeniowym wynosił:

- korzeń L4 – 23%;
- korzeń L5 – 47%;
- korzeń S1 – 30%.

U wszystkich chorych zgłaszających ból pochodzący z korzeni L5 oraz S1 kręgosłup obejmował segmentu ruchowy kręgosłupa L5 – S1.

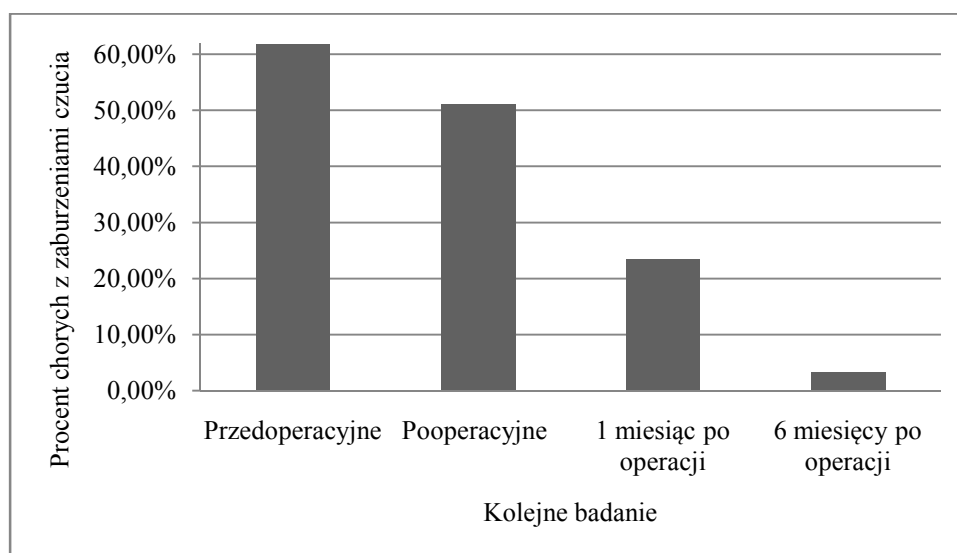


Ryc. 23. Rozkład bólu o charakterze korzeniowym według odpowiednich korzeni nerwowych.

4.6 Ocena występowania zaburzeń czucia

Występowanie zaburzeń czucia zanotowano u następującej liczby chorych w kolejnych badaniach:

- 29 chorych w badaniu przedoperacyjnym, co stanowi 61,7 % chorych;
- 24 chorych w badaniu pooperacyjnym, co stanowi 51,06 % chorych;
- 11 chorych w badaniu przeprowadzonym 1 miesiąc po operacji, co stanowi 23,4 % chorych;
- 1 chorego w badaniu przeprowadzonym 6 miesięcy po operacji, co stanowi 3,33% chorych.



Ryc. 24. Zmiana procentowego udziału chorych z obecnymi zaburzeniami czucia w kolejnych badaniach.

Badając porównawczo wyniki kolejnych badań stwierdzono, że:

- nie istnieje statystycznie istotna różnica w występowaniu zaburzeń czucia pomiędzy grupami w badaniu przed- i pooperacyjnym ($p = 0,0736$);
- istnieje statystycznie istotna różnica w występowaniu zaburzeń czucia pomiędzy grupami w badaniu przed operacją i 1 miesiąc po operacji ($p = 0,0001$);
- istnieje statystycznie istotna różnica w występowaniu zaburzeń czucia pomiędzy grupami w badaniu 1 miesiąc i 6 miesięcy po operacji ($p = 0,0077$).

Wnioskujemy stąd, że pomimo zdecydowanej ogólnej poprawy już po pierwszym miesiącu od operacji, zaburzenia czucia sukcesywnie ustępują w dalszym ciągu. W 6

miesiącu po operacji zaburzenia czucia maleją istotnie statystycznie w porównaniu do stanu po pierwszym miesiącu.

Wszystkie powyższe porównania zostały przeprowadzone przy użyciu testu McNemary.

4.7 Ocena siły mięśniowej

Zmienność siły mięśniowej w kolejnych badaniach przedstawiono w tabeli VII. Ponieważ w żadnym badaniu nie uzyskano wyników 0 – 2, nie zostały one ujęte w tabeli.

Tab. VII. Procentowy rozkład siły mięśniowej mierzonej w skali Lovett'a w kolejnych badaniach

Badanie	Siła mięśniowa w skali Lovett'a		
	3	4	5
Przedoperacyjne	6,38%	44,68%	53,19%
Pooperacyjne	0%	44,68%	55,31%
1 miesiąc po operacji	0%	38,29%	61,7%
6 miesięcy po operacji	0%	6,66%	93,33%

Badając porównawczo wyniki kolejnych badań stwierdzono, że:

- nie istnieje statystycznie istotna różnica siły mięśniowej u chorych w badaniu przed- i pooperacyjnym ($p = 0,4795$);
- nie istnieje statystycznie istotna różnica siły mięśniowej u chorych w badaniu przedoperacyjnym i przeprowadzonym 1 miesiąc po operacji ($p = 0,07363$);
- istnieje statystycznie istotna różnica siły mięśniowej u chorych w badaniu przedoperacyjnym i przeprowadzonym 6 miesięcy po operacji ($p = 0,0001$).

Warto podkreślić, że już po 1 miesiącu od operacji wartość poziomu istotności różnicy bliski jest wartości granicznej $p = 0,05$. Pomimo braku jednoznacznego potwierdzenia statystycznego, świadczy to o pozytywnym trendzie powrotu prawidłowej siły mięśniowej.

Wnioskujemy stąd, że dopiero po 6 miesiącach od operacji wystąpiła znacząca poprawa siły mięśniowej u analizowanych chorych.

Wszystkie powyższe porównania zostały przeprowadzone przy użyciu testu znaków.

4.8 Ocena chromania neurogennego.

Rozkład występowania chromania neurogennego w kolejnych badaniach przedstawiono w tabeli VIII.

Tab. VIII. Procentowy rozkład występowania chromania neurogennego u chorych w kolejnych badaniach

Badanie	Chromanie neurogenne	
	obecne	nieobecne
Przedoperacyjne	31,91%	68,08%
Pooperacyjne	0%	100%
1 miesiąc po operacji	0%	100%
6 miesięcy po operacji	0%	100%

Jak widać w powyższej tabeli, po operacji u wszystkich chorych chromanie neurogenne ustąpiło. Oznacza to całkowitą poprawę. Ze względu na brak zmienności w okresie pooperacyjnym, niemożliwe jest przeprowadzenie odpowiedniego testu statystycznego.

4.9 Ocena ruchomości stawów biodrowych

Rozkład występowania ograniczenia ruchomości w stawach biodrowych w kolejnych badaniach przedstawiono w tabeli IX.

Tab. IX. Procentowy rozkład występowania ograniczenia ruchomości w stawach biodrowych u chorych w kolejnych badaniach

Badanie	Ograniczenie ruchomości w stawach biodrowych	
	obecne	nieobecne
Przedoperacyjne	25,53%	74,46%
Pooperacyjne	25,53%	74,46%
1 miesiąc po operacji	19,15%	80,85%
6 miesięcy po operacji	2,5%	97,5%

Badając porównawczo wyniki kolejnych badań stwierdzono, że:

- nie istnieje statystycznie istotna różnica ruchomości stawów biodrowych u chorych w badaniu przed- i pooperacyjnym ($p = 1$);
- nie istnieje statystycznie istotna różnica ruchomości stawów biodrowych u chorych w badaniu przedoperacyjnym i przeprowadzonym 1 miesiąc po operacji ($p = 0,3711$);
- istnieje statystycznie istotna różnica ruchomości stawów biodrowych u chorych w badaniu przedoperacyjnym i przeprowadzonym 6 miesięcy po operacji ($p = 0,0044$).

Z powyższego wynika, że nieznaczna poprawa wystąpiła już po miesiącu od operacji. Pomimo, że brak jest zależności statystycznej, zauważalny jest pozytywny kierunek zmian u chorych.

Dopiero po 6 miesiącach nastąpiła poprawa ruchomości stawów biodrowych u analizowanych chorych. Uwagę zwraca bardzo duża zmiana ruchomości stawów biodrowych pomiędzy badaniem kontrolnym po 1 oraz po 6 miesiącach.

Wszystkie powyższe porównania zostały przeprowadzone przy użyciu testu McNemary.

4.10 Ocena odruchów ścięgnistych

Rozkład występowania osłabienia odruchów ścięgnistych w kolejnych badaniach przedstawiono w tabeli X.

Tab. X. Procentowy rozkład występowania osłabienia odruchów ścięgnistych u chorych w kolejnych badaniach

Badanie	Osłabienie odruchów ścięgnistych	
	obecne	nieobecne
Przedoperacyjne	21,27%	78,72%
Pooperacyjne	21,27%	78,72%
1 miesiąc po operacji	2,12%	97,87%
6 miesięcy po operacji	0%	100%

Badając porównawczo wyniki kolejnych badań stwierdzono, że:

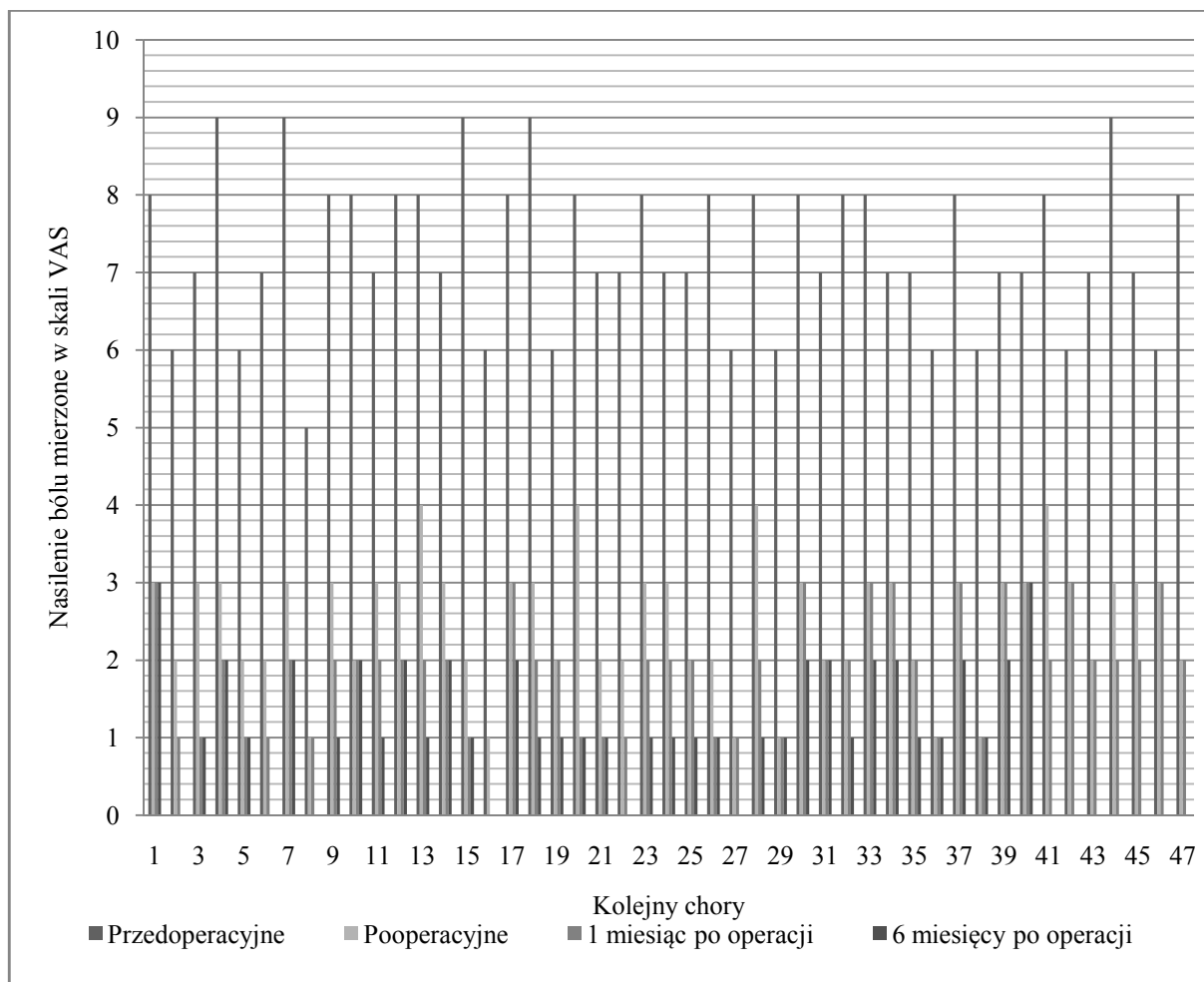
- nie istnieje statystycznie istotna różnica w występowaniu osłabienia odruchów ścięgnistych u chorych w badaniu przed- i pooperacyjnym ($p = 1$);
- istnieje statystycznie istotna różnica w występowaniu osłabienia odruchów ścięgnistych u chorych w badaniu przedoperacyjnym i przeprowadzonym 1 miesiąc po operacji ($p = 0,0077$).

Ze względu na brak zmienności w wynikach badania po 6 miesiącach od operacji niemożliwe było wykonanie porównania statystycznego. Jednakże biorąc pod uwagę wyniki zamieszczone w tabeli X, można wnioskować, że nastąpił całkowity powrót do stanu prawidłowego.

Wszystkie powyższe porównania zostały przeprowadzone przy użyciu testu McNemary.

4.11. Ocena zmiany odczuwanych dolegliwości bólowych (VAS)

Poziom dolegliwości bólowych, mierzonych z użyciem Visual Analogue Scale, w kolejnych badaniach przedstawia rycina 25.



Ryc. 25. Poziom dolegliwości bólowych mierzonych z użyciem Visual Analogue Scale w kolejnych badaniach.

Na rycinie 25 można zauważyć, że u wszystkich chorych nastąpiło zmniejszenie odczuwanych dolegliwości bólowych. Największa różnica obserwowana była pomiędzy badaniem przed- i pooperacyjnym. W badaniu przedoperacyjnym chorzy najczęściej zgłaszali dolegliwości bólowe o znacznym nasileniu, w kolejnych badaniach u żadnego chorego nie stwierdzono nasileniu bólu w stopniu znacznym.

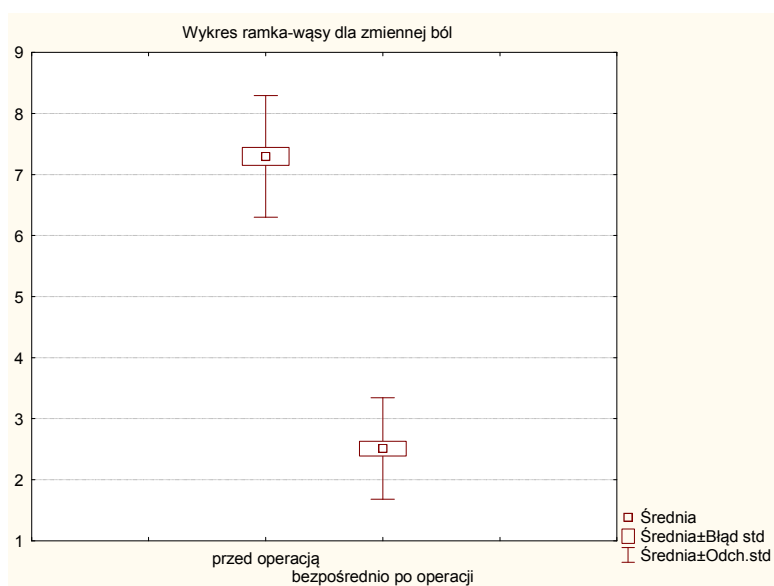
Procentowy rozkład stopni nasilenia bólu w skali VAS w badanej populacji w kolejnych badaniach przedstawia tabela XI.

Tab. XI. Procentowy rozkład stopni nasilenia dolegliwości bólowych w kolejnych badaniach

Badanie	Nasilenie bólu w skali VAS										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Przedoperacyjne	0%	0%	0%	0%	0%	2,12%	21,27%	31,91%	34,04%	10,6%	0%
Pooperacyjne	0%	12,76%	31,91%	46,8%	8,51%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
1 miesiąc po operacji	2,12%	29,78%	46,8%	21,27%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
2 miesiące po operacji	20%	66,66%	40%	6,66%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%

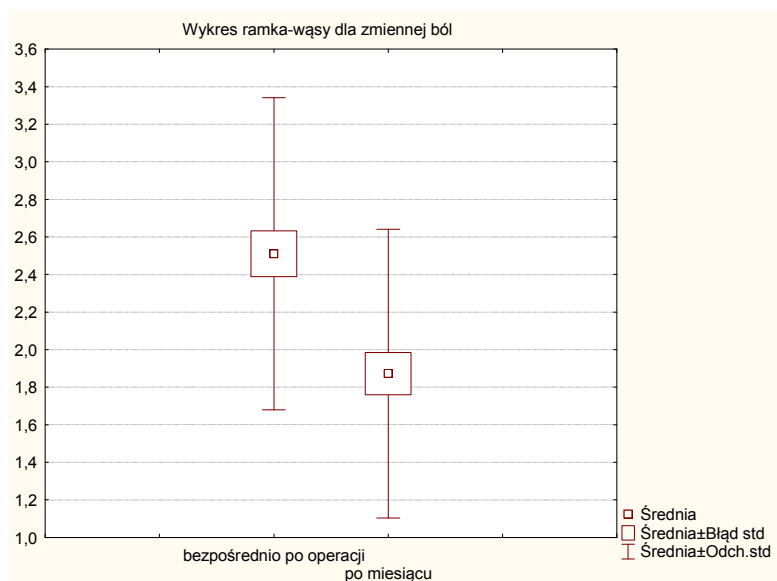
Badając porównawczo wyniki kolejnych badań stwierdzono, że:

- istnieje statystycznie znacząca różnica w nasileniu dolegliwości bólowych mierzonych z użyciem skali VAS w badaniu przed- i pooperacyjnym ($p = 0$), graficzne przedstawienie tej zależności przedstawia rycina 26;



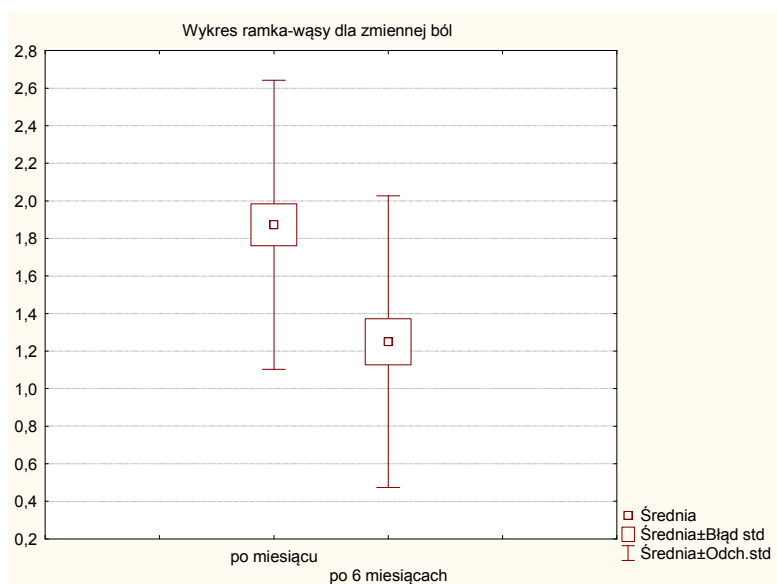
Ryc. 26. Porównanie nasilenia dolegliwości bólowych w badaniu przed- i pooperacyjnym.

- istnieje statystycznie znacząca różnica w nasileniu dolegliwości bólowych mierzonych z użyciem skali VAS w badaniu pooperacyjnym i miesiąc po operacji ($p = 0,000018$), graficzne przedstawienie tej zależności przedstawia rycina 27;



Ryc. 27. Porównanie nasilenia dolegliwości bólowych w badaniu pooperacyjnym i 1 miesiąc po operacji.

- istnieje statystycznie znacząca różnica w nasileniu dolegliwości bólowych mierzonych z użyciem skali VAS w badaniu 1 miesiąc i 6 miesięcy po operacji ($p = 0,00004$), graficzne przedstawienie tej zależności przedstawia rycina 28.



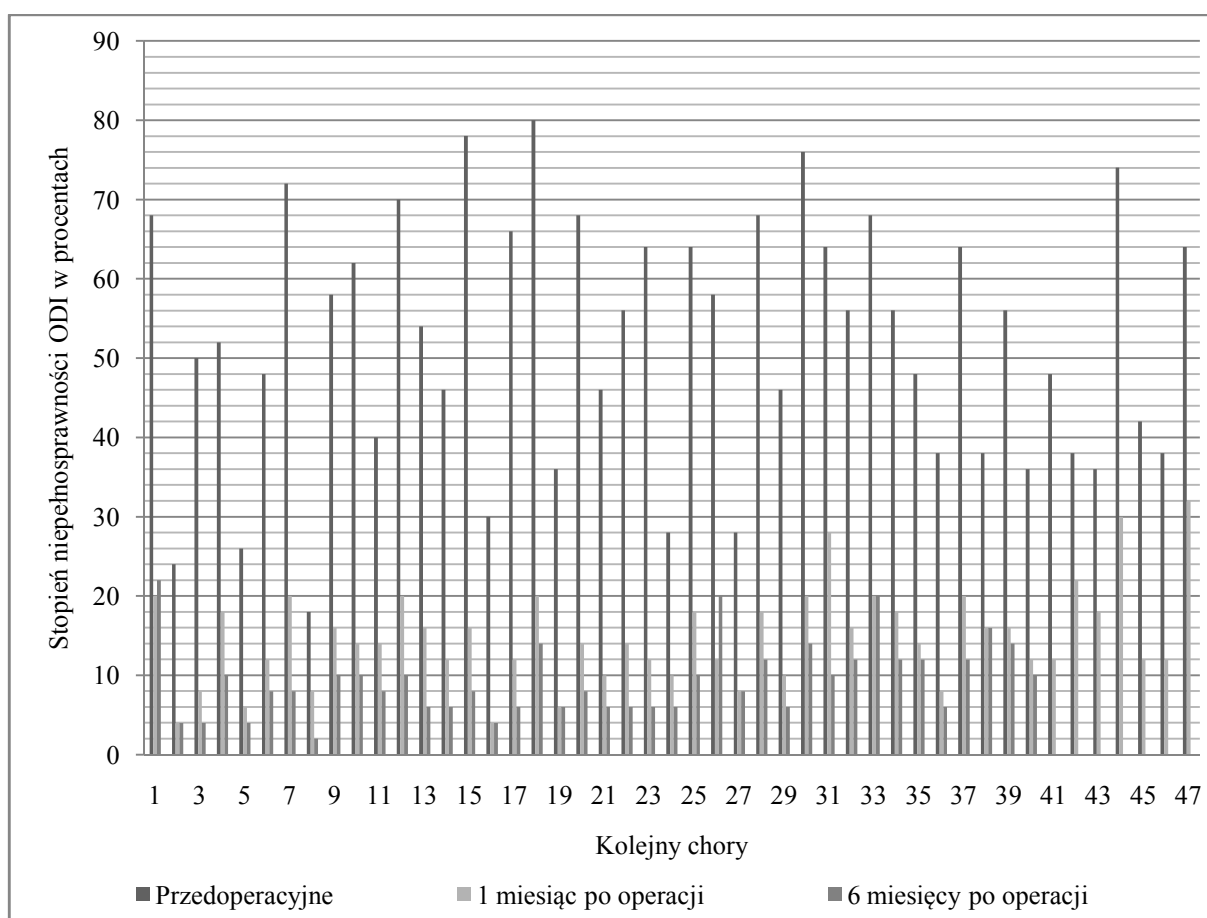
Ryc. 28 Porównanie nasilenia dolegliwości bólowych w badaniu 1 miesiąc i 6 miesięcy po operacji.

Z powyższych zestawień wnioskujemy, że u chorych następowało sukcesywne zmniejszanie odczuwanych dolegliwości. Ból był znacząco mniejszy pomiędzy kolejnymi wizytami kontrolnymi.

Wszystkie powyższe porównania zostały przeprowadzone przy użyciu testu kolejności par Wilcoxon.

4.12. Ocena zmiany stopnia niepełnosprawności (ODI)

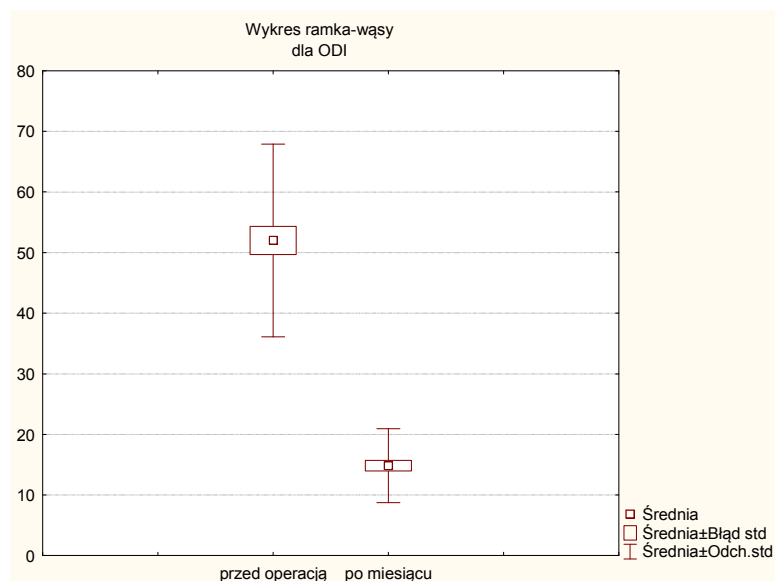
Poziom niepełnosprawności chorych, mierzony z użyciem kwestionariusza Oswestry Disability Index, w kolejnych badaniach przedstawia rycina 29.



Ryc. 29. Niepełnosprawność chorych mierzona z użyciem Oswestry Disability Index w kolejnych badaniach.

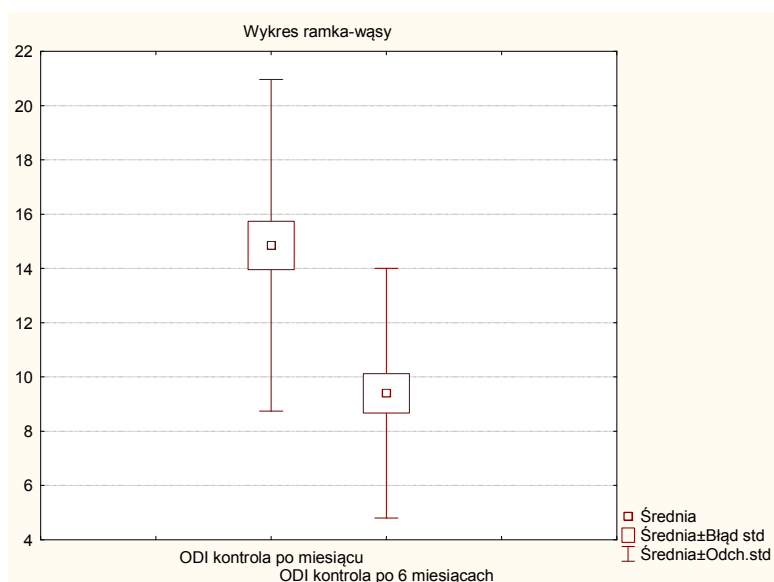
Badając porównawczo wyniki kolejnych badań stwierdzono, że:

- istnieje statystycznie znacząca różnica w niepełnosprawności chorych, mierzony z użyciem skali ODI w badaniu przed- i pooperacyjnym ($p = 0$), graficzne przedstawienie tej zależności przedstawia rycina 30;



Ryc. 30. Porównanie niepełnosprawności chorych w badaniu przedoperacyjnym oraz 1 miesiąc po operacji.

- istnieje statystycznie istotna różnica w niepełnosprawności chorych, mierzonej z użyciem skali ODI w badaniu przed- i pooperacyjnym ($p = 0,000005$), graficzne przedstawienie tej zależności przedstawia rycina 31.



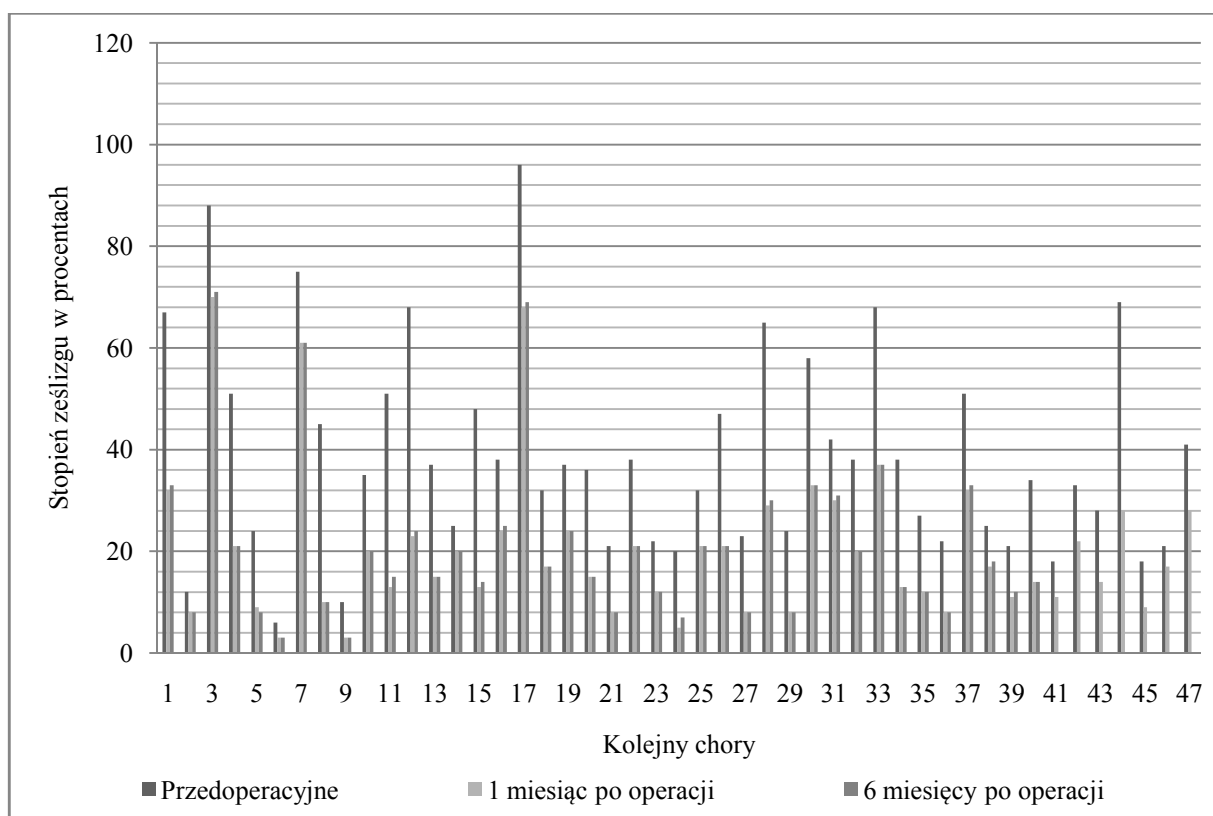
Ryc. 31. Porównanie niepełnosprawności chorych w badaniu 1 miesiąc i 6 miesięcy po operacji.

Z powyższych zestawień wnioskujemy, że u chorych następowało sukcesywne zmniejszanie wskaźnika niepełnosprawności, co świadczy o lepszym ich funkcjonowaniu. Zmierzony ODI był znacząco mniejszy pomiędzy kolejnymi wizytami kontrolnymi.

Wszystkie powyższe porównania zostały przeprowadzone przy użyciu testu kolejności par Wilcoxon.

4.13 Ocena zmiany stopnia ześlizgu

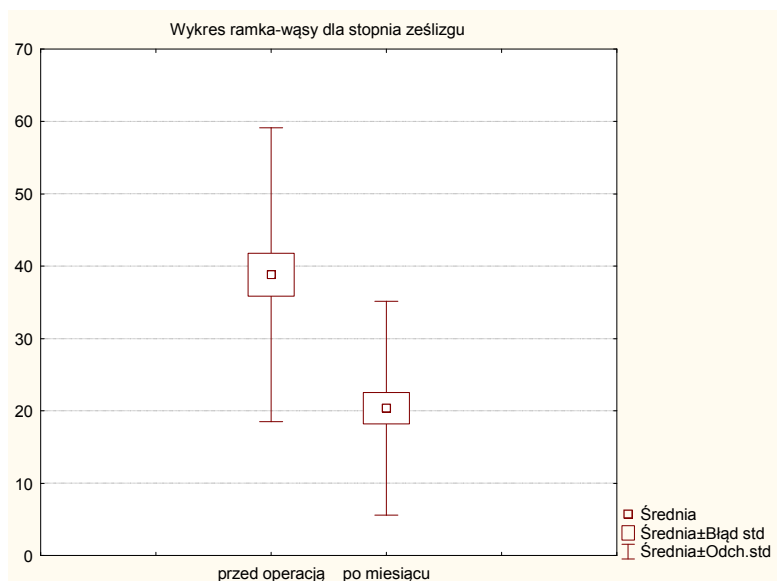
Stopień ześlizgu kręgu, mierzony metodą Boxalla, w kolejnych badaniach przedstawia rycina 32.



Ryc. 32. Stopień ześlizgu kręgu w kolejnych badaniach.

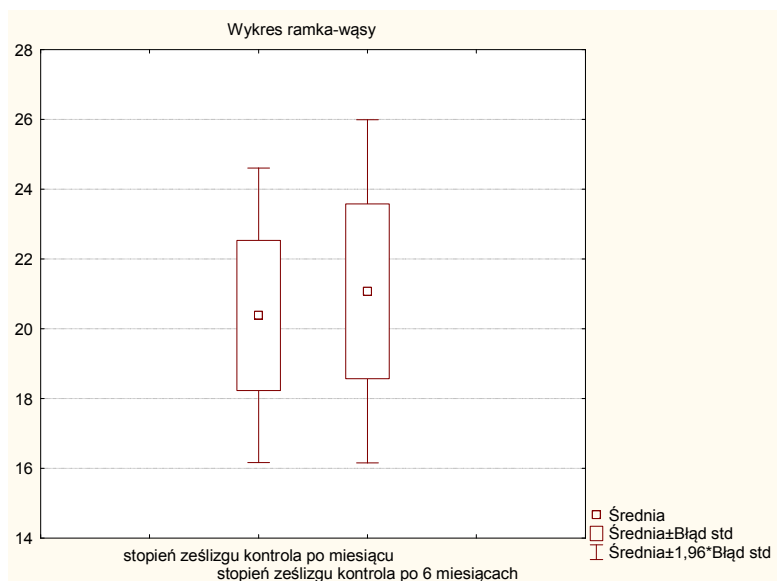
Badając porównawczo wyniki kolejnych badań stwierdzono, że:

- istnieje statystycznie istotna różnica w stopniu ześlizgu w badaniu przedoperacyjnym i 1 miesiąc po operacji ($p = 0$), graficzne przedstawienie tej zależności przedstawia rycina 33;



Ryc. 33. Porównanie stopnia ześlizgu w badaniu przedoperacyjnym i 1 miesiąc po operacji.

- istnieje statystycznie istotna różnica w stopniu ześlizgu w badaniu 1 miesiąc i 6 miesięcy po operacji ($p = 0,0038$), graficzne przedstawienie tej zależności przedstawia rycina 34;



Ryc. 34. Porównanie stopnia ześlizgu w badaniu 1 miesiąc i 6 miesięcy po operacji.

- istnieje statystycznie istotna różnica w stopniu ześlizgu w badaniu przedoperacyjnym i 6 miesięcy po operacji ($p = 0$).

Z powyższych porównań wnioskujemy, że nastąpiło znaczące zmniejszenie ześlizgu kręgu po operacji (w badaniu kontrolnym 1 miesiąc po operacji). Następnie nastąpiło znaczące statystycznie pogłębienie ześlizgu. Widoczne jest to w zestawieniu porównującym

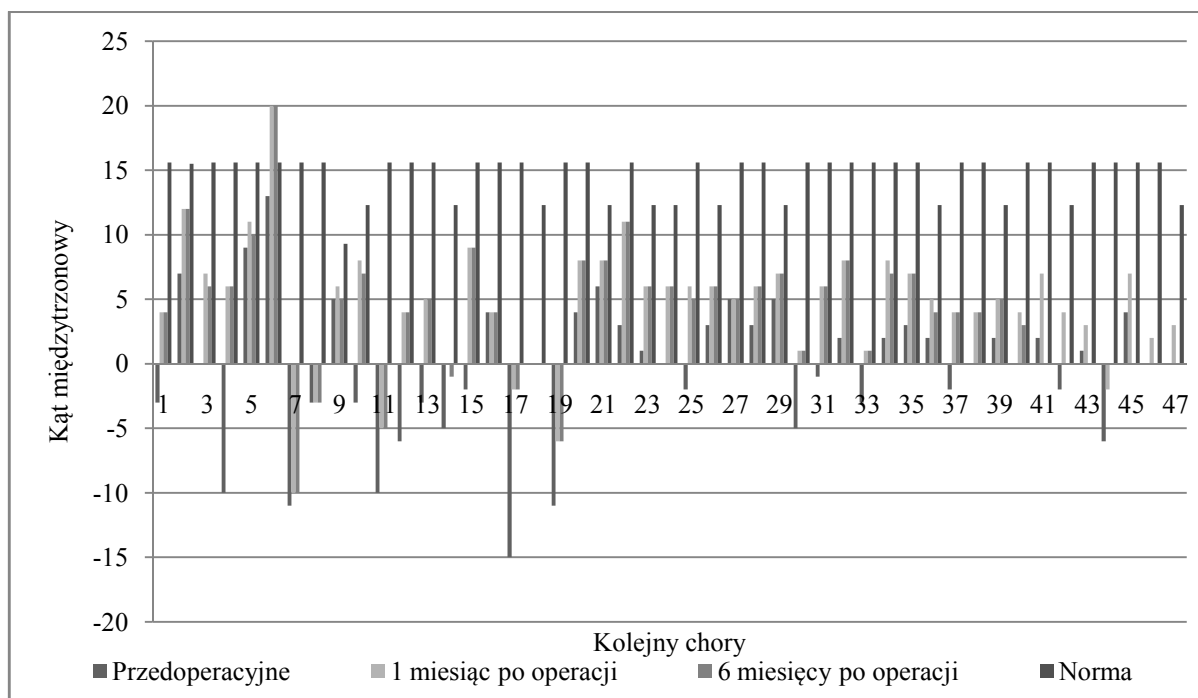
wyniki po 1 miesiącu oraz po 6 miesiącach po operacji. Pomimo tego, ześlizg oznaczony 6 miesięcy po operacji nadal jest statystycznie niższy niż ześlizg przed operacją. Świadczy to o bezwzględnej poprawie tego wskaźnika.

Warto również nadmienić, że brak jest statystycznie znaczącej różnicy w osiągniętym pooperacyjnie stopniu ześlizgu pomiędzy chorymi, u których przeprowadzono repozycję kręgosłupa przy użyciu instrumentarium w porównaniu do chorych u których nastąpiła spontaniczna repozycja, zależna od ułożenia na brzuchu podczas operacji oraz zastosowania leków zwiotczających mięśnie w procesie znieczulenia.

Wszystkie powyższe porównania zostały przeprowadzone przy użyciu testu kolejności par Wilcoxon.

4.14 Ocena zmiany kąta międzytrzonowego

Wartość kąta międzytrzonowego, oznaczona w kolejnych badaniach została przedstawiona na rycinie 36. Kąt o wartości ujemnej oznacza kifotyczne ustawienie segmentu ruchowego kręgosłupa, kąt o wartości dodatniej oznacza lordotyczne ustawienie segmentu ruchowego kręgosłupa.



Ryc. 35. Wartość kąta międzytrzonowego w kolejnych badaniach.

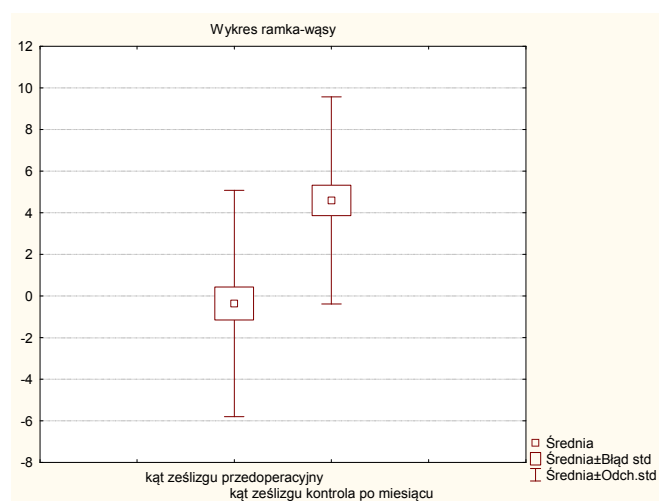
Jako wartość normy podano średnią wartość kąta międzytrzonowego, dla określonego segmentu ruchowego, wyznaczoną radiologicznie podczas badań u ludzi, diagnozowanych z powodów innych niż choroby kręgosłupa [92].

Pomimo, że norma dla kąta międzytrzonowego określona jest jako pewny przedział, na rycinie 35 przedstawiono ją jako średnią. Ma to na celu ułatwienie odczytu danych. Taka prezentacja danych pozwala na opisowe przedstawienie zmiany kąta międzytrzonowego w kolejnych badaniach.

Na rycinie 35 można zauważyć, że w znaczącej liczbie przypadków nastąpiło zbliżenie wartości kąta międzytrzonowego w badaniach przeprowadzonych po operacji do wartości prawidłowych.

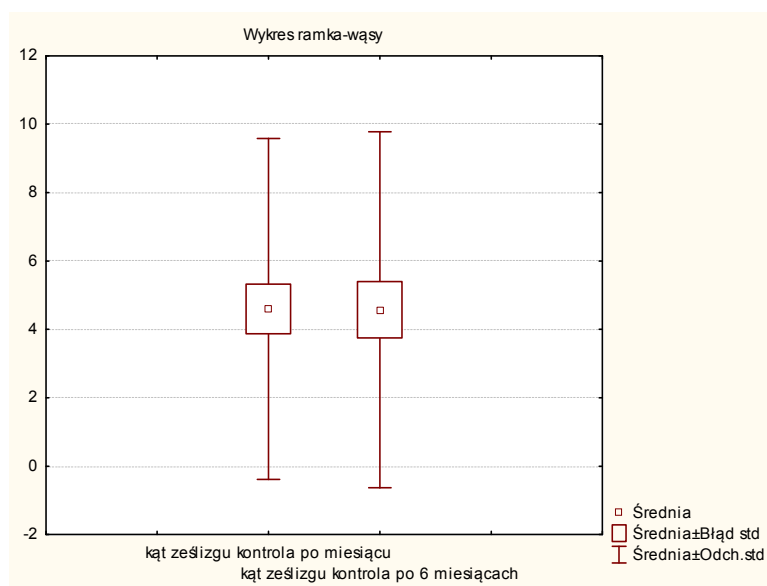
Badając porównawczo wyniki kolejnych badań stwierdzono, że:

- istnieje statystycznie istotna różnica w wartości kąta międzytrzonowego segmentu ruchowego kręgosłupa objętego ześlizgiem w badaniu przedoperacyjnym i 1 miesiąc po operacji ($p = 0$), graficzne przedstawienie tej zależności przedstawia rycina 36;



Ryc. 36 Porównanie wartości kąta międzytrzonowego w badaniu przedoperacyjnym oraz 1 miesiąc po operacji.

- istnieje statystycznie istotna różnica w wartości kąta międzytrzonowego segmentu ruchowego kręgosłupa objętego ześlizgiem w badaniu 1 miesiąc i 6 miesięcy po operacji ($p = 0,0076$), graficzne przedstawienie tej zależności przedstawia rycina 37. Pomimo, iż z wykres może sugerować brak takiej zależności, testy przeprowadzone podczas analizy tej zależności potwierdzają istotność różnicy. Oczywiście zmiany te są niewielkie;



Ryc. 37. Porównanie wartości kąta międzytrzonowego w badaniu 1 miesiąc i 6 miesięcy po operacji.

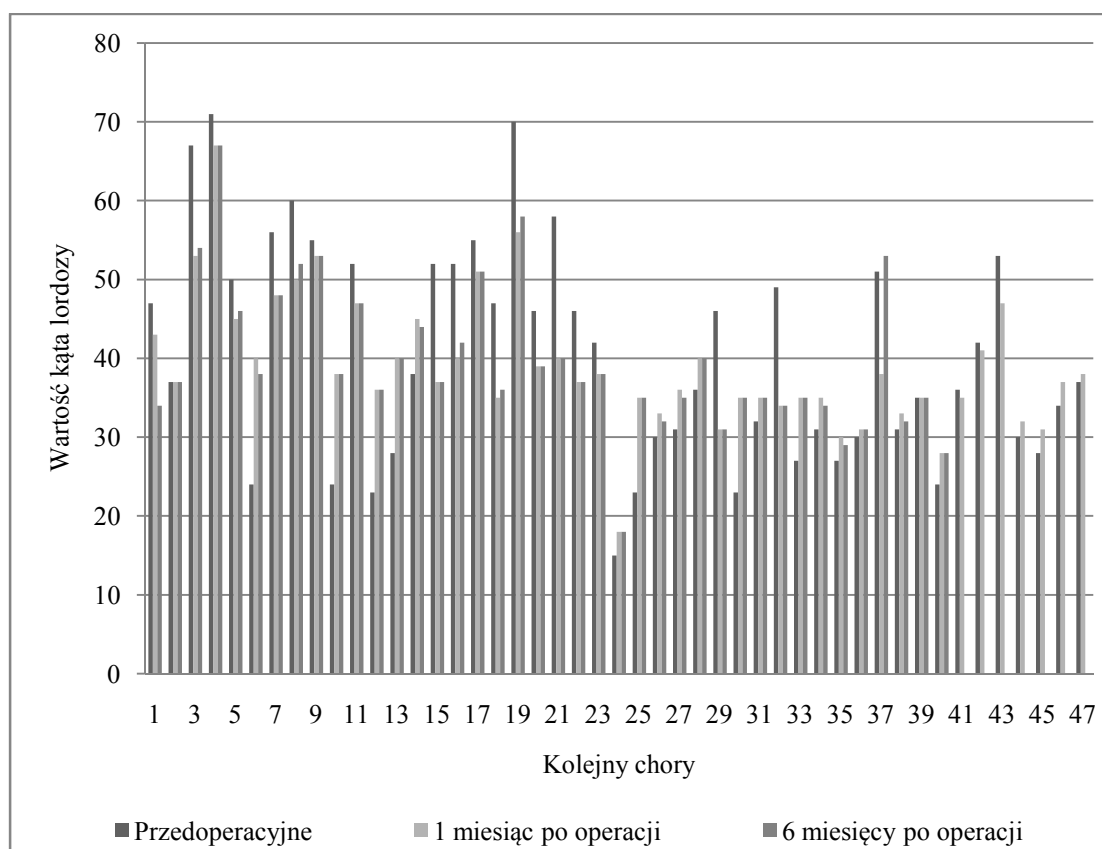
- istnieje statystycznie istotna różnica w wartości kąta międzytrzonowego w badaniu przedoperacyjnym i 6 miesięcy po operacji ($p = 0$).

Z powyższych porównań oraz trendu przedstawionego na rycinie 35, gdzie wartość kąta międzytrzonowego po operacji zawsze przesuwiała się w kierunku wartości prawidłowych, wnioskujemy, że nastąpiła znacząca poprawa wartości kąta międzytrzonowego segmentu ruchowego kręgosłupa objętego ześlizgiem po operacji (w badaniu kontrolnym 1 miesiąc po operacji). Następnie nastąpiło niewielkie, chociaż znaczące statystycznie pogorszenie wartości kąta międzytrzonowego. Widoczne jest to w zestawieniu porównującym wyniki po 1 miesiącu oraz po 6 miesiącach po operacji. Pomimo tego, wartość kąta międzytrzonowego oznaczona 6 miesięcy po operacji nadal jest statystycznie lepsza przed operacją. Świadczy to o bezwzględnej poprawie tego wskaźnika.

Wszystkie powyższe porównania zostały przeprowadzone przy użyciu testu kolejności par Wilcoxon.

4.15 Ocena zmiany kąta lordozy lędźwiowej

Wartość kąta lordozy lędźwiowej, oznaczona w kolejnych badaniach została przedstawiona na rycinie 38. Wartość prawidłowa kąta lordozy lędźwiowej wynosi od 20 stopni do 40 stopni [87]. Średnia przedoperacyjna wyniosła 40,44 stopnie.



Ryc. 38. Wartość kąta lordozy lędźwiowej w kolejnych badaniach.

Badając porównawczo wyniki kolejnych badań stwierdzono, że:

- nie istnieje statystycznie istotna różnica wartości kąta lordozy lędźwiowej w badaniu przedoperacyjnym i 1 miesiąc po operacji ($p = 0,2938$);
- nie istnieje statystycznie istotna różnica wartości kąta lordozy lędźwiowej w badaniu przedoperacyjnym i 6 miesięcy po operacji ($p = 0,2997$).

Obserwując wartości kąta lordozy lędźwiowej przedstawione na rycinie 38, można zauważyć, że po operacji znacznie większy procent wyników pomiaru kąta lordozy jest w granicach normy. Zależność tę przedstawiono w tabeli XII.

Tab. XII Procentowy rozkład wartości kąta lordozy lędźwiowej, będących wynikami w granicach normy w badaniu przedoperacyjnym i 1 miesiąc po operacji

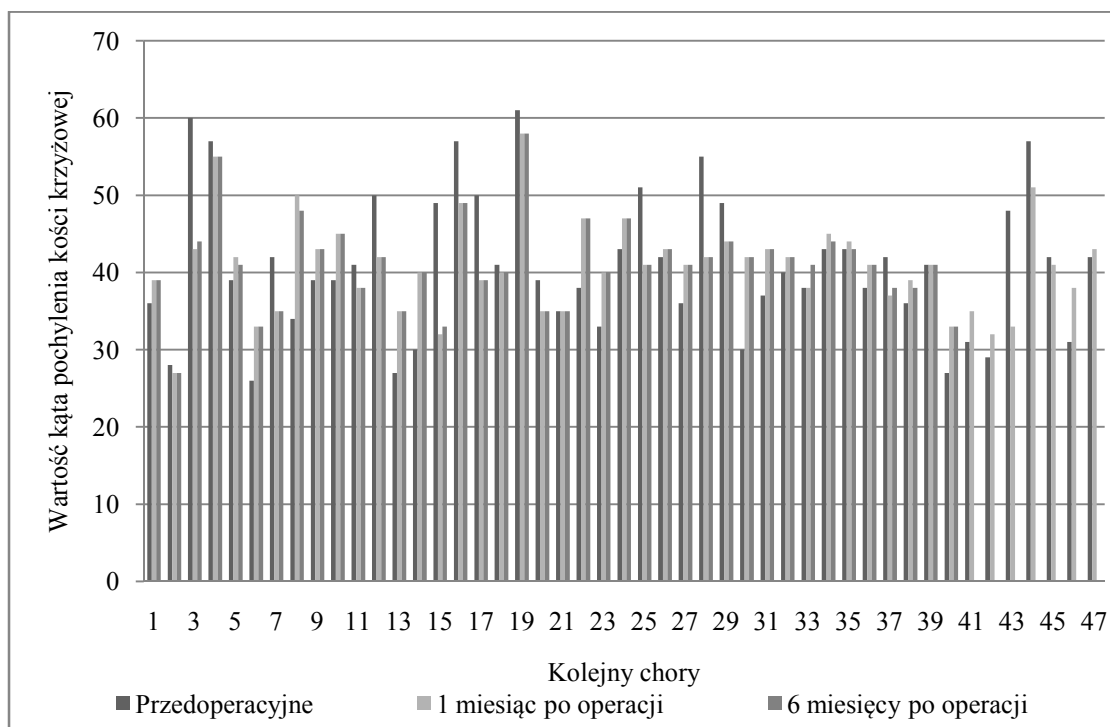
Badanie	Procent wartości kąta lordozy lędźwiowej	
	w granicach normy	poza granicami normy
Przedoperacyjne	51,06%	48,94%
1 miesiąc po operacji	68,08%	31,92%

Z powyższych porównań można wnioskować, że pomimo braku statystycznie istotnej różnicy pomiędzy pomiarami, istnieje tendencja zmiany wartości kąta lordozy lędźwiowej w kierunku wartości prawidłowych. Świadczy to względnej poprawie tego wskaźnika.

Wszystkie powyższe porównania zostały przeprowadzone przy użyciu testu kolejności par Wilcoxon.

4.16 Ocena zmiany kąta pochylenia kości krzyżowej

Wartość kąta pochylenia kości krzyżowej, oznaczona w kolejnych badaniach została przedstawiona na rycinie 39. Wartość prawidłowa kąta pochylenia kości krzyżowej wynosi od 40 stopni do 50 stopni [88]. Średnia przedoperacyjna wyniosła 40,89 stopni.



Ryc. 39. Wartość kąta pochylenia kości krzyżowej w kolejnych badaniach.

Badając porównawczo wyniki kolejnych badań stwierdzono, że:

- nie istnieje statystycznie istotna różnica w wartości kąta pochylenia kości w badaniu przedoperacyjnym i 1 miesiąc po operacji ($p = 0,9375$);
- nie istnieje statystycznie istotna różnica w wartości kąta pochylenia kości krzyżowej w badaniu przedoperacyjnym i 6 miesięcy po operacji ($p = 0,9481$).

Obserwując wartości kąta pochylenia kości krzyżowej przedstawione na rycinie 39, można zauważyć, że po operacji znacznie więcej wyników pomiaru kąta pochylenia kości krzyżowej zawiera się w granicach normy. Zależność tę przedstawiono w tabeli XIII.

Tab. XIII. Procentowy rozkład wartości kąta pochylenia kości krzyżowej, będących wynikami w granicach normy w badaniu przedoperacyjnym i 1 miesiąc po operacji

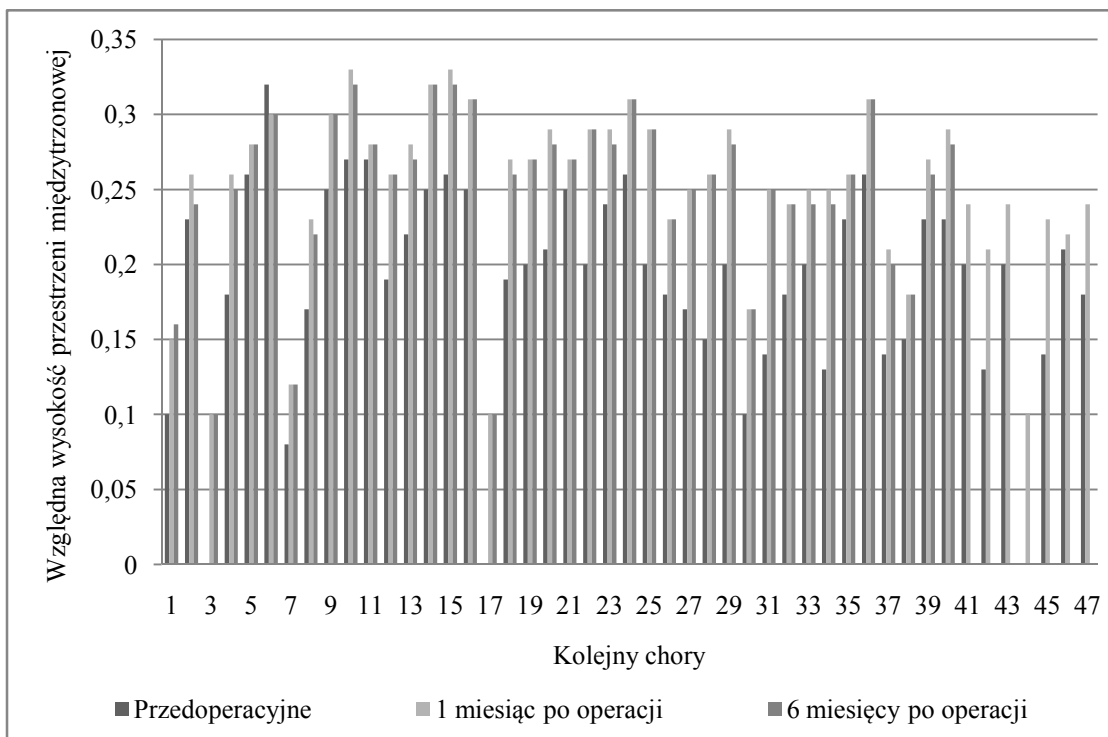
Badanie	Procent wartości kąta pochylenia kości krzyżowej	
	w granicach normy	poza granicami normy
Przedoperacyjne	34,04%	65,95%
1 miesiąc po operacji	51,06%	48,93%

Z powyższych porównań można wnioskować, że pomimo braku statystycznie istotnej różnicy pomiędzy pomiarami, istnieje tendencja zmiany wartości kąta pochylenia kości krzyżowej w kierunku wartości prawidłowych. Świadczy to względnej poprawie tego wskaźnika.

Wszystkie powyższe porównania zostały przeprowadzone przy użyciu testu t dla prób zależnych.

4.17 Ocena zmiany wysokości przestrzeni międzytrzonowej

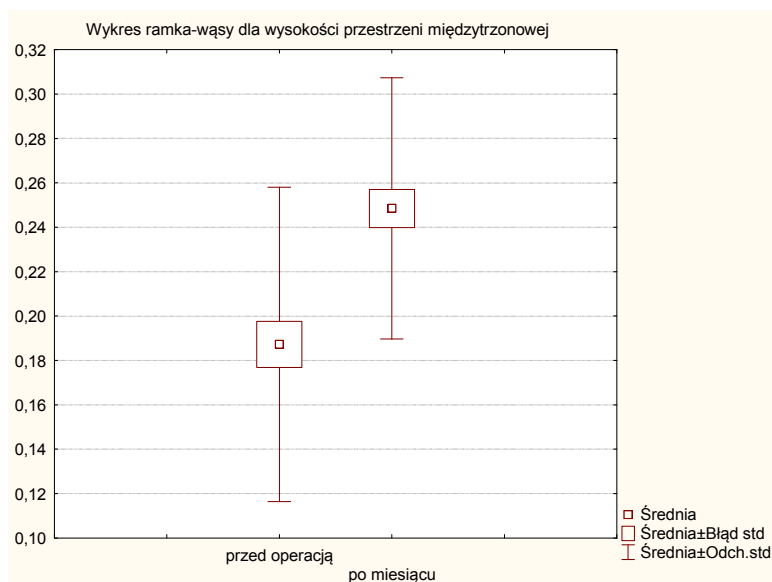
Wartość kąta pochylenia kości krzyżowej, oznaczona w kolejnych badaniach została przedstawiona na rycinie 40.



Ryc. 40. Wartość względnej wysokości przestrzeni międzytrzonowej w kolejnych badaniach.

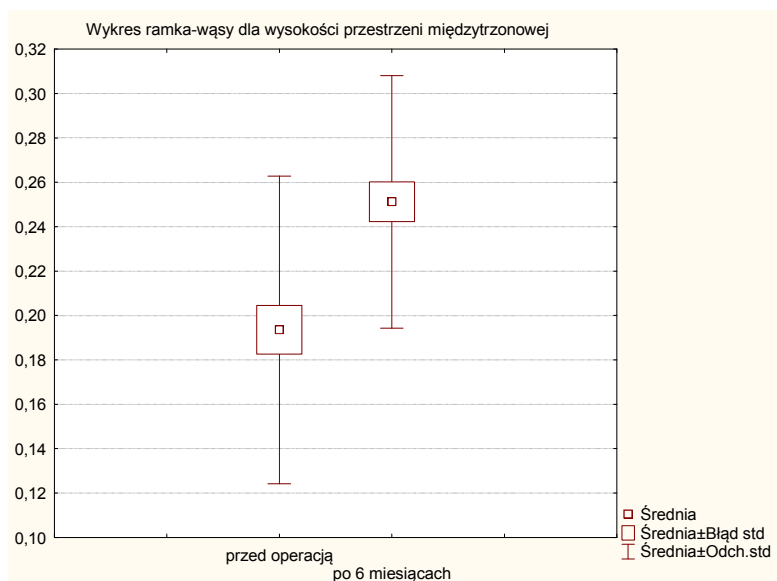
Badając porównawczo wyniki kolejnych badań stwierdzono, że:

- istnieje statystycznie istotna różnica w wysokości przestrzeni międzytrzonowej w badaniu przedoperacyjnym i 1 miesiąc po operacji ($p = 0$);



Ryc. 41. Porównanie wysokości przestrzeni międzytrzonowej w badaniu przedoperacyjnym i 1 miesiąc po operacji.

- istnieje statystycznie istotna różnica w wysokości przestrzeni międzytrzonowej w badaniu 1 miesiąc i 6 miesięcy po operacji ($p = 0$).



Ryc.42. Porównanie wysokości przestrzeni międzytrzonowej w badaniu 1 miesiąc i 6 miesięcy po operacji.

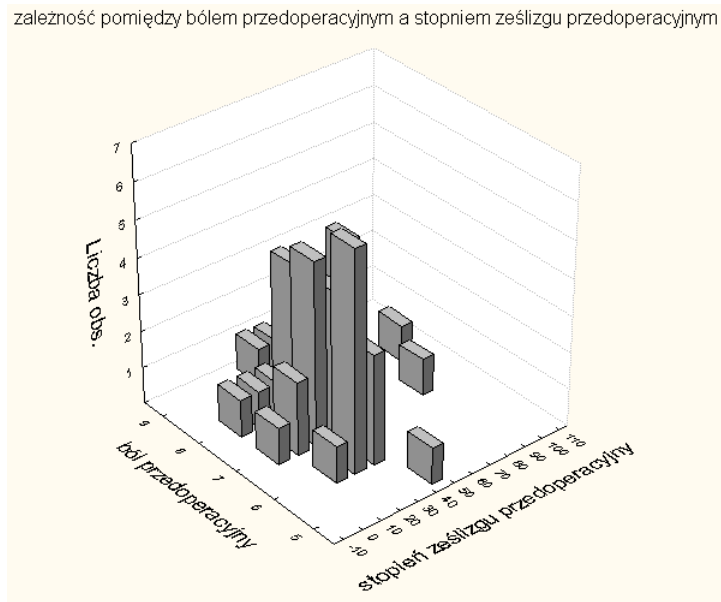
Z powyższych porównań oraz danych przedstawionych na rycinie 40, można wnioskować, że po operacji nastąpiło znaczące statystycznie powiększenie wysokości przestrzeni międzytrzonowej. Świadczy to o bezwzględnej poprawie tego wskaźnika.

Wszystkie powyższe porównania zostały przeprowadzone przy użyciu testu kolejności par Wilcoxon.

4.18 Analiza zależności wyników przeprowadzonych pomiarów

Podczas prowadzenia badań statystycznych, dokonano analizy zależności pomiędzy wynikami przeprowadzonych badań, w celu odnalezienia ewentualnych powiązań. Poniżej zostaną zamieszczone jedynie powiązania o udowodnionej istotności statystycznej.

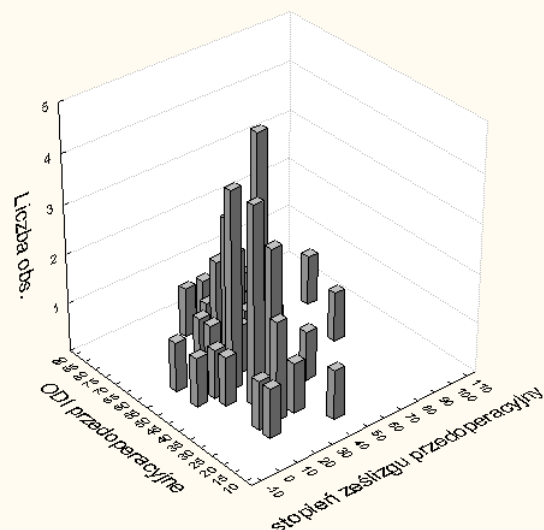
- istnieje statystycznie istotna korelacja pomiędzy nasileniem dolegliwości bólowych mierzonych w skali VAS a stopień ześlizgu w badaniu przedoperacyjnym; współczynnik korelacji liniowej Pearsona = 0,4442, co oznacza, że korelacja jest średnia, wartość ta jest istotna statystycznie ($p = 0,02$);



Ryc. 43. Zależność pomiędzy nasileniem bólu oraz stopniem ześlizgu w badaniu przedoperacyjnym.

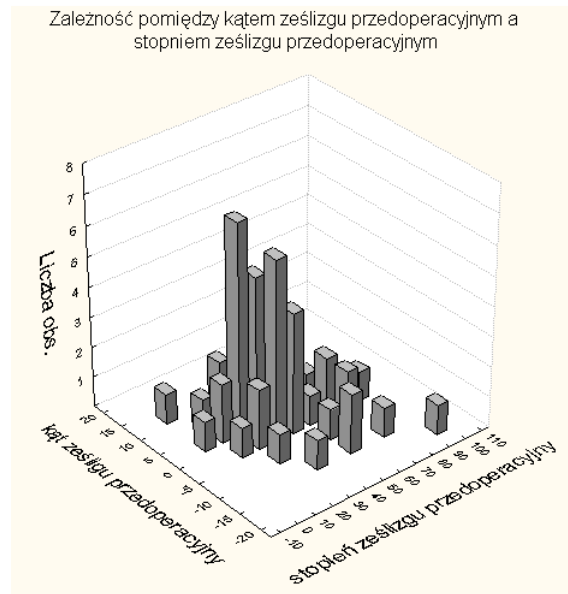
- istnieje statystycznie istotna zależność pomiędzy funkcjonowaniem chorych mierzonym według kwestionariusza ODI a stopniem ześlizgu w badaniu przedoperacyjnym ; współczynnik korelacji liniowej Pearsona = 0,5055, co oznacza, że korelacja jest wysoka, wartość ta jest istotna statystycznie ($p = 0$);

Zależność pomiędzy stopniem ześlizgu przedoperacyjnym a ODI przedoperacyjnym.



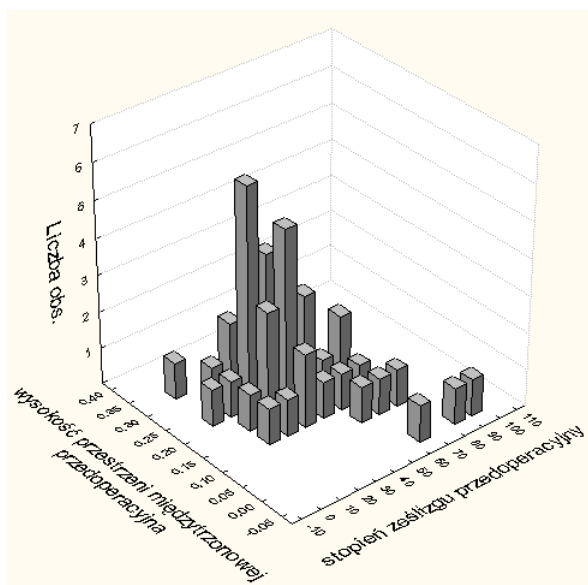
Ryc. 44. Zależność pomiędzy funkcjonowaniem chorych oraz stopniem ześlizgu w badaniu przedoperacyjnym.

- istnieje statystycznie istotna zależność pomiędzy stopniem ześlizgu oraz wartością kąta międzytrzonowego w badaniu przedoperacyjnym; współczynnik korelacji liniowej Pearsona = $-0,6656$ to znaczy że korelacja jest wysoka, ujemna, wraz ze wzrostem stopnia ześlizgu maleje wartość kąta międzytrzonowego, wartość ta jest istotna statystycznie ($p = 0$); w kolejnych badaniach nadal utrzymywała się istotna statystyczna korelacja ($p = 0,02$), choć jej siła była znacznie mniejsza ;



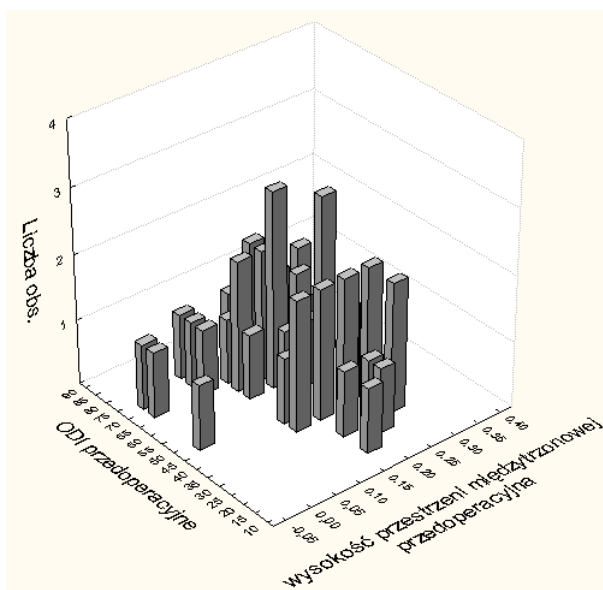
Ryc. 45. Zależność pomiędzy stopniem ześlizgu oraz wartością kąta międzytrzonowego w badaniu przedoperacyjnym.

- istnieje statystycznie istotna korelacja pomiędzy stopniem ześlizgu oraz wysokością przestrzeni międzytrzonowej w badaniu przedoperacyjnym; współczynnik korelacji liniowej Pearsona = $-0,7292$, co oznacza, że korelacja jest bardzo wysoka, ujemna, wartość ta jest istotna statystycznie ($p = 0$), wraz ze wzrostem stopnia ześlizgu maleje wysokość przestrzeni międzytrzonowej, w kolejnych badaniach nadal utrzymywała się statystycznie istotna korelacja ($p = 0$), jej siła była równie wysoka;



Ryc. 46. Zależność pomiędzy stopniem żelazgu oraz wysokością przestrzeni międzykrzowej w badaniu przedoperacyjnym.

- istnieje statystycznie istotna zależność pomiędzy funkcjonowaniem chorych mierzonych przy użyciu kwestionariusza ODI oraz wysokością przestrzeni międzykrzowej w badaniu przedoperacyjnym; współczynnik korelacji liniowej Pearsona = -0,3416, co oznacza, że korelacja jest średnia, ujemna, im mniejsza wysokość przestrzeni międzykrzowej tym większa niepełnosprawność chorych, wartość ta jest istotna statystycznie ($p = 0,019$), w kolejnych badaniach nadal utrzymywała się statystycznie istotna korelacja ($p = 0,031$), o podobnej sile;



Ryc. 47. Zależność pomiędzy funkcjonowaniem chorych a wysokością przestrzeni międzykrzowej w badaniu przedoperacyjnym.

- istnieje statystycznie istotna zależność pomiędzy następującymi wskaźnikami osteometrycznymi, opisującymi kompensację tułowia w płaszczyźnie strzałkowej:
 - kąt lordozy oraz kąt pochylenia kości krzyżowej w badaniu przedoperacyjnym; współczynnik korelacji liniowej Pearsona = 0,403, ($p = 0,005$), w kolejnych badaniach brak statystycznie istotnej korelacji ($p = 0,1$),
 - kąt międzytrzonowy oraz kąt pochylenia kości krzyżowej w badaniu przedoperacyjnym; współczynnik korelacji liniowej Pearsona = - 0,3251, ($p = 0,026$), w kolejnych badaniach brak statystycznie istotnej korelacji ($p = 0,1$),
 - kąt międzytrzonowy oraz wysokości przestrzeni międzytrzonowej w badaniu przedoperacyjnym; współczynnik korelacji liniowej Pearsona = 0,4554, ($p = 0,01$), w kolejnych badaniach nadal utrzymywała się statystycznie istotna korelacja ($p = 0,03$).

Pozostałe zależności miały zbyt niski poziom istotności lub korelacja została określona jako niewielka.

4.19 Analiza możliwości prognozowania wyniku leczenia operacyjnego

Jednym z celów tej pracy jest znalezienie ewentualnych zależności pomiędzy wskaźnikami osteometrycznymi mierzonymi przed operacją oraz funkcjonowaniem chorych po operacji. Jako funkcjonowanie chorych należy rozumieć zarówno niepełnosprawność mierzoną przy użyciu kwestionariusza ODI, jak i samodzielną ocenę odczuwanych dolegliwości bólowych, mierzonych przy użyciu skali VAS.

Powodowane jest to faktem, iż wynik leczenia, w rozumieniu chorego, nie zależy od wartości wskaźników wykreślanych na zdjęciach radiologicznych. Chory ocenia go przez pryzmat codziennego funkcjonowania.

W każdym zestawieniu przedstawionym poniżej, wskaźnik osteometryczny, mierzony przed operacją, zostanie porównany z bólem w skali VAS oraz niepełnosprawnością chorego liczoną według kwestionariusza ODI, mierzonymi 6 miesięcy po operacji.

4.19.1 Ocena stopnia ześlizgu

- istnieje słaba, istotna statystycznie zależność pomiędzy stopniem ześlizgu oraz ODI; współczynnik korelacji liniowej Pearsona = 0,2064 , ($p < 0,05$)
- istnieje przeciętna, istotna statystycznie zależność pomiędzy stopniem ześlizgu oraz nasileniem dolegliwości bólowych; współczynnik korelacji liniowej Pearsona = 0,4292, ($p < 0,05$)

4.19.2 Ocena wartości kąta międzytrzonowego

- istnieje słaba, istotna statystycznie zależność pomiędzy wartością kąta międzytrzonowego oraz ODI, współczynnik korelacji liniowej Pearsona = 0,2064, ($p < 0,05$);
- istnieje silna, ujemna, istotna statystycznie zależność pomiędzy wartością kąta międzytrzonowego oraz nasileniem dolegliwości bólowych, współczynnik korelacji liniowej Pearsona = -0,5036, ($p < 0,05$).

4.19.3 Ocena wysokości przestrzeni międzytrzonowej

- brak istotnej statystycznie zależności pomiędzy wysokością przestrzeni międzytrzonowej oraz ODI ($p > 0,05$);
- istnieje przeciętna, ujemna, istotna statystycznie zależność pomiędzy wysokością przestrzeni międzytrzonowej oraz nasileniem dolegliwości bólowych, współczynnik korelacji liniowej Pearsona = -0,3360.

4.19.4 Ocena kąta lordozy

- istnieje przeciętna, ujemna, istotnie statystyczna zależność pomiędzy wartościami kąta lordozy lędźwiowej oraz ODI; współczynnik korelacji liniowej Pearsona = -0,3360 ($p < 0,05$);
- brak istotnie statystycznej zależności pomiędzy wartościami kąta lordozy lędźwiowej oraz nasileniem dolegliwości bólowych ($p > 0,05$).

4.19.5 Pochylenie kości krzyżowej

- brak istotnie statystycznej zależności pomiędzy wartościami kąta pochylenia kości krzyżowej oraz ODI ($p > 0,05$);
- brak istotnie statystycznej zależności pomiędzy wartościami kąta pochylenia kości krzyżowej oraz nasileniem dolegliwości bólowych ($p > 0,05$).

4.20 Powikłania

Pośród badanych chorych tylko u 4 wystąpiły powikłania pooperacyjne:

- u 1 chorego wystąpiło opóźnione gojenie rany pooperacyjnej, nie wymagało interwencji chirurgicznej;
- u 1 chorego wystąpiło obluzowanie jednej ze śrub przeznasadowych, ze względu na niewielkie nasilenie objawów klinicznych, które chory zaczął odczuwać tuż przed ostatnim badaniem kontrolnym, postanowiono przyjąć postawę wyczekującą;
- u 2 chorych wystąpiło podrażnienie korzeni nerwowych, objawy były średnio nasilone głównie o cechach ischialgii, po włączeniu leczenia przeciwobrzękowego oraz poprawiającego metabolizm nerwów, dolegliwości w przeważającej części ustąpiły.

5. Omówienie

5.1 Omówienie charakterystyki badanych chorych

Kręgoszmyk jest schorzeniem, które u osób rasy białej, częściej występuje u mężczyzn niż u kobiet [12,14,93]. W omawianym materiale odnaleziono podobną zależność. Obserwując zmienność występowania, zarówno kręgoszczeliny jak i kręgoszmyku, zależną od płci i rasy, stwierdzono, że czynnikiem decydującym jest różne pochylenie górnej powierzchni kości krzyżowej zróżnicowane między populacjami. Zostało to potwierdzone w badaniach, które prowadził Whitesides [13]. Postuluje się również wpływ środowiska, zamieszkiwanego przez daną grupę oraz predyspozycji genetycznych. Przykładem jest bardzo wysoki odsetek kręgoszczelin oraz kręgoszmyków pośród Eskimosów, sięgający 50% [94].

Pośród badanych chorych, większość odczuwała dolegliwości bólowe od 22 do 60 miesięcy do czasu przeprowadzenia operacji. W tym czasie u wszystkich wdrożono typowe leczenie nieoperacyjne oparte głównie o kinezyterapię, fizykoterapię, farmakoterapię oraz blokady przykręgowce. Wskazania do operacji wynikały głównie z niepowodzenia stosowanego leczenia nieoperacyjnego. Powyższe wpisuje się w ogólnie przyjęty algorytm postępowania u chorych z kręgoszmykiem, gdzie, w przypadku braku naglących, bezwzględnych wskazań do leczenia operacyjnego, należy poświęcić czas na odpowiednio dobrane leczenie nieoperacyjne [43,53,57].

5.2 Omówienie danych przedoperacyjnych

Badania wskazują, że najczęściej zajęty jest segmentem ruchowym kręgosłupa L5 – S1. W różnych źródłach, występowanie kręgoszmyku na tym poziomie określa się na około 80% [14,15,44]. Również w powyższym badaniu, ten segmentu ruchowy kręgosłupa należał do najczęściej objętych ześlizgiem. Wiąże się to z dużą ruchomością stawów międzykręgowych, znacznie większą niż w wyższych segmentach ruchowych kręgosłupa części lędźwiowej oraz ustawieniem kręgu L5 w pochyleniu do przodu w płaszczyźnie strzałkowej [95,96,97]. Powoduje to powstawanie zarówno dużych przeciążeń w obrębie części międzywyrostkowej łuku kręgu, jak i przenoszenie ogromnych sił ścinających.

Dodatkowo z badania wynika, że średni kąt lordozy lędźwiowej był wysoki i stanowił górną granicę normy. Przekłada się to na większe pochylenie kręgu L5 w płaszczyźnie strzałkowej, pogłębiając oddziałujące na stawy międzykręgowego, siły ścinające.

W analizowanej populacji stwierdzono występowanie tylko dwóch typów kręgozmyku: cieśniowy i zwyrodnieniowy. Wynikać to może z faktu, iż Kliniki, w których zbierano materiał, zajmują się prawie wyłącznie leczeniem osób dorosłych, a nie dzieci, u których najczęściej rozpoznaje się i leczy kręgozmyk typu dysplastycznego.

W piśmiennictwie powszechny jest pogląd, iż kręgozmyk cieśniowy występuje częściej u osób poniżej 50 roku życia, a u osób starszych dominuje typ zwyrodnieniowy [1,16,]. Podobną zależność wykazano już w badaniach prowadzonych przez Nowakowskiego na chorych leczonych operacyjnie z powodu kręgozmyku w Klinice Ortopedii i Traumatologii Akademii Medycznej w Poznaniu [98].

Po 50 roku życia zmniejsza się też aktywność ruchowa, co zmniejsza ryzyko powstawania sumujących się mikrozłamań, będących podstawą rozwoju kręgozmyku cieśniowego. W znacznym stopniu pogłębiają się zmiany zwyrodnieniowe zarówno krążka międzykręgowego, jak i stawów międzykręgowych, w szczególności torebek tych stawów. W tym okresie następuje również zmniejszenie siły mięśniowej odpowiedzialnej za stabilizację kręgosłupa, co umożliwia rozpoczęcie procesu przesuwania się kręgu spowodowanego wrodzonym nieprawidłowym ustawieniem wyrostków stawowych [99,100, 101].

Podobne zależności można odnaleźć w analizowanej populacji. Około 90% chorych z kręgozmykiem typu cieśniowego miało mniej niż 50 lat, około 95% chorych z kręgozmykiem typu zwyrodnieniowego miało ponad 50 lat.

Autorzy zajmujący się tematyką kręgozmyku zgodnie podkreślają, że jedynym stałym objawem tego schorzenia jest ból [1,8,43,44,102,103]. Może to być ból miejscowy zlokalizowany w części lędźwiowej kręgosłupa lub ból o charakterze korzeniowym. Dość często występuje połączenie ich obu. Spowodowany jest on powstającymi mikrozłamaniami, przeciążeniem aparatu więzadłowo – torebkowego stabilizującego segment ruchowy kręgosłupa. Również w tym badaniu wszyscy chorzy podawali występowanie dolegliwości bólowych o charakterze miejscowym. Jednocześnie większość podawała występowanie bólu o charakterze korzeniowym. Ból o charakterze korzeniowym występował najczęściej jako obustronny, dość często naprzemiennie. Właśnie taki wzorzec dolegliwości bólowych jest charakterystyczny dla kręgozmyku i pozwala na zwrócenie uwagi lekarza w kierunku spondylolistezy [43].

Najczęściej dochodziło do podrażnienia korzenia nerwowego L5, co wynika z lokalizacji segmentu ruchowego objętego ześlizgiem.

Nasilenie bólu, mierzone przy użyciu VAS, w badaniu przedoperacyjnym było wysokie. Średnia nasilenia dolegliwości bólowych wynosiła 7,2 w dziesięciostopniowej skali. Nie zanotowano wyników poniżej 5. Oznacza to, że ból przeszkadzał chorym w codziennym funkcjonowaniu i zmuszał do częstego pobierania leków przeciwbólowych [90]. Podobne wyniki, kwalifikujące do leczenia chirurgicznego, podawane są również w literaturze tematu [104,105,106]

Wszyscy badani chorzy zostali poddani wcześniej prawidłowemu leczeniu nieoperacyjnemu. Uzyskany wynik VAS wskazuje, że leczenia takie nie spowodowało oczekiwanego rezultatu i spełnione zostały przesłanki do zastosowania leczenia chirurgicznego.

Zaburzenia czucia, zanotowane u chorych, są skutkiem ucisku na korzeń lub korzenie nerwowe. Świadczy o tym korelacja liczby chorych zgłaszających ból o charakterze korzeniowym oraz chorych zgłaszających zaburzenia czucia. W badaniu, pod uwagę brano wyłącznie osłabienie czucia, ponieważ świadczy ono o stanie przewlekłym [84,107]. W analizowanej grupie, najkrócej opisywane dolegliwości bólowe trwały 6 miesięcy, co jest dostatecznie długim czasem do powstania zaburzeń czucia.

Oslabienie siły mięśniowej powstaje na skutek zmniejszania liczby aktywnych jednostek ruchowych [84]. Jednostka ruchowa to zbiór włókien mięśniowych unerwianych przez pojedyncze zakończenie nerwowe. W przypadku uszkodzenia nerwu budującego jednostkę ruchową, dochodzi do powolnej degeneracji mięśni pozbawionych stymulacji, czego klinicznym efektem jest osłabienie badanej siły mięśniowej [83,84].

W mięśniach kończyn dolnych, gdzie znajduje się mniejsza, w porównaniu z innymi częściami ciała, liczba jednostek ruchowych, do osłabienia siły mięśniowej dochodzi nawet podczas niewielkiego ucisku na korzeń nerwowy. Brak impulsów nerwowych prowadzi do stopniowego zaniku włókien nerwowych [83,84].

Zależność zmniejszania się siły mięśniowej od ucisku korzenia nerwowego widoczna jest w analizowanej grupie. Osłabienie siły mięśniowej, w badaniu przedoperacyjnym, obecne było u podobnym odsetka chorych, jak obecność bólu o charakterze korzeniowym.

W procesie przewlekłego ucisku korzenia nerwowego dochodzi również do osłabienia odruchów ścięgnistych. Korzeń nerwowy przewodzi zarówno impuls dośrodkowy, jak i odśrodkowy. Zaburzenie przewodnictwa nerwowego, spowodowane uciskiem korzenia nerwowego, osłabia przewodzenie impulsów nerwowych, zmniejszając tym samym siłę

odruchu [83,84]. Zależność tę można zauważyć również w analizowanej grupie. Osłabienie odruchów ścięgnistych zanotowano u zbliżonego odsetka chorych, co ból o charakterze korzeniowym. Dotyczy to oczywiście chorych, u których kompresja dotyczyła korzeni nerwowych odpowiedzialnych za przewodzenie impulsów w odruchach ścięgnistych kończyn dolnych.

W segmencie ruchowym objętym kręgozmykiem, do ucisku na obwodowe struktury nerwowe dochodzi w wyniku zmniejszenia wymiaru otworu międzykręgowego, przez który korzeń nerwowy opuszcza kanał kręgowy. Według różnych autorów może do tego dojść na skutek [43,108,109]:

- zmniejszenia wymiaru kanału korzeniowego segmentu ruchowego, na skutek przesunięcia tworzących go struktur;
- przepukliny krążka międzykręgowego, wtórnej do uszkodzenia krążka na skutek przeciążenia segmentu ruchowego kręgosłupa;
- zmian zwyrodnieniowych stawów międzykręgowych, w tym przebudowy kostnej, podwichnięć w obrębie stawów, obrzęku torebki stawowej.

Zarówno ból o charakterze korzeniowym, zaburzenia czucia, osłabienie siły mięśniowej, jak i osłabienie odruchów ścięgnistych świadczą o postępującym procesie ucisku korzenia lub korzeni nerwowych oraz pośrednio o zmniejszeniu wymiaru otworu międzykręgowego. Występowanie powyższych dolegliwości, było kluczowym czynnikiem podczas podejmowania decyzji o zastosowaniu leczenia operacyjnego.

Chromanie neurogenne jest objawem ciasnoty w obrębie kanału kręgowego [85,110]. W kręgozmyku, ze względu na przesunięcie kręgów w stosunku do siebie, może dochodzić do znacznego zwężenia światła kanału kręgowego. Objaw ten występuje w kręgozmyku znacznie rzadziej, niż objawy wymienione powyżej [43]. Również wśród badanych chorych występował on dwa razy rzadziej niż objawy świadczące o ucisku nerwów w kanałach korzeniowych. W zgodnej opinii wielu autorów jest to bezwzględne wskazanie do przeprowadzenia operacji, świadczące o znacznym nasileniu procesu chorobowego [43,111,112].

Wzmoczone napięcie mięśni kulszowo-goleniowych, z ang. „tight hamstrings”, spowodowane jest podrażnieniem ogona końskiego. Dochodzi do tego, ponieważ mięśnie kulszowo-goleniowe otrzymują swoje unerwienie z korzeni L4 – S3 [113]. Nie jest to zjawisko częste. W badaniach, które przeprowadzili Gúntz i Schlüter, odsetek chorych z rozpoznaniem kręgozmykiem oraz współistniejącym wzmocnionym napięciem mięśni kulszowo – goleniowych był niższy niż w grupie badanej i wynosił około 13% [113]. Podobnie jak

chromanie neurogenne, objaw ten świadczy o znacznym nasileniu procesu chorobowego. U chorych z ograniczeniem ruchomości w stawach biodrowych, spowodowanych wzmożonym napięciem mięśni kulszowo – goleniowych, zwężenie kanału kręgowego jest większe niż u chorych z chromaniem neurogennym, stąd nie każdy badany ze stenozą kanału kręgowego prezentował jednocześnie problemy z ruchomością w obrębie stawów biodrowych. Widoczne jest to w przedstawionej statystyce, gdzie odsetek chorych z rozpoznaniem „tight hamstrings” jest mniejszy, niż odsetek chorych z chromaniem neurogennym.

Przedłużający się stan napięcia, wyżej wymienionych mięśni, prowadzi do powstania przykurczu w stawach biodrowych.

Ponieważ omawiany objaw wskazuje na znaczne uszkodzenie struktur nerwowych, stanowi ważne wskazanie do leczenia operacyjnego.

Zarówno dolegliwości bólowe, jak i inne objawy spowodowane ześlizgiem, mają przełożenie na sprawność funkcjonalną chorych. W ciągu dnia chorzy zmieniają ograniczając wykonywanie różnych czynności, przystosowując się do odczuwanych dolegliwości. Ograniczenia, jakie stosują wobec siebie chorzy, odpowiadają ich subiektywnemu postrzeganiu choroby. Dlatego w diagnostyce, a przede wszystkim monitorowaniu, używane są skale oceniające subiektywnie jakość życia chorych.

W powyższym opracowaniu wybrano Oswestry Disability Index, jako kwestionariusz, który badając stopień niepełnosprawności chorych, pośrednio ocenia codzienne funkcjonowanie chorych. Dzięki szerokiemu zakresowi analizowanych aspektów życia, daje dokładny obraz chorego w jego własnej opinii. Ze względu na prostotę i dokładność jest szeroko stosowany w ocenie chorych z dysfunkcją części lędźwiowej kręgosłupa [114,115].

W badanym materiale, chorzy w okresie przedoperacyjnym wykazywali wysoki stopień niepełnosprawności. Najmniejsza wartość, w skali od 0% do 100%, wynosiła 18%, najwyższa 80%. 70% wyników pozostawała w zakresie pomiędzy 40% - 80%, co świadczy o wysokim stopniu niepełnosprawności chorych, w znacznym stopniu ograniczającym ich podstawowe funkcjonowanie [91]. Średnia uzyskanych wyników wynosiła 52%. Może mieć to związek z opisywanymi wcześniej dolegliwościami bólowymi, które w badaniu przedoperacyjnym, w większości przypadków mieściły się w wysokich wartościach skali VAS. Podobny stopień niepełnosprawności opisywali inni autorzy zajmujący się leczeniem kręgosłupów [105,116].

Tak znaczne ograniczenie funkcjonowania, w grupie złożonej, w przeważającej części, z osób młodych, było niezależnym wskazaniem do wdrożenia leczenia operacyjnego.

Stopień ześlizgu jest podstawowym wskaźnikiem, używanym do oceny nasilenia deformacji oraz monitorowania przebiegu leczenia operacyjnego [43]. U chorych najczęściej stwierdza się stopień I lub II w skali Meyerdinga, odpowiadający wartościom 0% - 50% w metodzie Boxalla [20,43,117]. W opracowywanym materiale chorzy z tej grupy stanowili prawie 75% wszystkich badanych.

W badanym materiale wykazano również, iż istnieje związek pomiędzy nasileniem dolegliwości bólowych a stopniem ześlizgu (zależność o średnim nasileniu) oraz pomiędzy funkcjonowaniem chorych a stopniem ześlizgu (zależność o silnym nasileniu). Jest to związane prawdopodobnie z nasileniem procesów zwyrodnieniowych w objętym ześlizgiem segmencie ruchowym kręgosłupa.

W badaniu użyto kąta międzytrzonowego do analizy przestrzennej zależności segmentu ruchowego kręgosłupa, ponieważ kąt ześlizgu oznaczany jest tylko dla segmentu ruchowego L5 – S1 kręgosłupa.

W analizowanym materiale kąt międzytrzonowy u wszystkich chorych był niższy niż norma dla danego segmentu ruchowego kręgosłupa. Sąsiadujące trzony ustawione były w stosunku do siebie kifotycznie. Jest to ustawienie charakterystyczne dla kręgozmyku, szczególnie u chorych o długotrwałym wywiadzie.

Taki układ związany jest z przewlekłym przeciążaniem krążka międzykręgowego, co może być odpowiedzialne za jego szybkie zwyrodnienie oraz wtórną manifestację bólową. Dowodem na to jest istnienie korelacji pomiędzy kątem międzytrzonowym a wysokością przestrzeni międzytrzonowej. Badanie wykazało, że zmniejszony lub kifotyczny kąt międzytrzonowy związany był ze zmniejszoną wysokością przestrzeni międzytrzonowej. Nie udało się odnaleźć opisu podobnej zależności w danych literaturowych.

Kifoza w obrębie segmentów ruchowych części lędźwiowej kręgosłupa, wiąże się również z dużym ryzykiem progresji ześlizgu i jest wskazaniem do leczenia operacyjnego[43,118]. Korelacja pomiędzy stopniem ześlizgu oraz kątem międzytrzonowym została wykazana w analizowanym materiale.

Lordoza lędźwiowa jest naturalnym wygięciem, kręgosłupa w płaszczyźnie strzałkowej do przodu. Dzięki niej możliwe jest utrzymanie kompensacji tułowia w płaszczyźnie strzałkowej. Ze względu na ważną biomechanicznie rolę, lordoza lędźwiowa była wielokrotnie analizowana, jako czynnik sprawczy w powstawaniu kręgozmyku. Charakterystyczne dla kręgozmyku jest pogłębienie lordozy lędźwiowej [43,118,119]. Wykazano to również w analizowanej grupie chorych. Nie jest jasne czy jest to zaburzenie występujące pierwotnie czy wtórnie do rozwoju kręgozmyku.

Również pochylenie kości krzyżowej może być zaburzone u chorych z kręgozmykiem [43,118]. Podobnie jak w danych literaturowych, w grupie badanych chorych kąt pochylenia kości krzyżowej był zmniejszony, co przekłada się na bardziej pionowe ustawienie tej kości.

Ze względu na silne więzadłowe połączenie części lędźwiowej kręgosłupa z kością krzyżową oraz miednicą, zaburzenie lordozy lędźwiowej wpływa na nieprawidłowe ustawienie kości krzyżowej „sacrum verticalis”.

Pogłębienie lordozy lędźwiowej, w powiązaniu z pionowym ustawieniem kości krzyżowej, powoduje zmniejszanie kąta międzytrzonowego. Wynika z tego wysokie ryzyko progresji ześlizgu, ze względu na znaczne nasilenie sił ścinających, przy jednoczesnym przeciążeniu krążka międzykręgowego. Powyższe powiązania znajdują odbicie w postaci istotnych statystycznie zależności w przeprowadzonej analizie statystycznej.

W ostatnich latach dużą uwagę skupia się na padaniu lub incydencji miednicy, jako wskaźniku najlepiej przewidującym zarówno ryzyko progresji ześlizgu, jak i dekompensację tułowia w płaszczyźnie strzałkowej [119,120,121,122]. Padanie miednicy to kąt utworzony przez prostą prostopadłą do płytki granicznej górnej kości krzyżowej oraz linię łączącą środek górnej płytki granicznej kości krzyżowej ze środkiem głowy kości udowej [121]. Wykreślany jest na zdjęciu rentgenowskim wykonanym w projekcji bocznej. W powyższym badaniu nie posłużono się tym parametrem ze względu na fakt, iż na wielu zdjęciach rentgenowskich nie ujęto głowy kości udowej. Niemniej jednak zarówno lordoza lędźwiowa, jak i pochylenie kości krzyżowej wpływają pośrednio na wartość incydencji miednicy [122]. Potwierdzają to wymienione powyżej zależności.

Zaburzenie kompensacji tułowia w płaszczyźnie strzałkowej stało się ważnym czynnikiem podczas podejmowania decyzji o zastosowaniu leczenia operacyjnego. W badanej grupie omawiane parametry były nieprawidłowe w przeważającej grupie chorych. Stały się więc przesłanką do leczenia chirurgicznego.

Zarówno w kręgozmyku o charakterze cieśniowym, jak i zwyrodnieniowym dochodzi do zwyrodnienia krążka międzykręgowego. W kręgozmyku cieśniowym jest to proces wtórny związany z przeciążeniem krążka międzykręgowego na skutek zmiany w rozkładzie przenoszonych sił w segmencie ruchowym kręgosłupa objętym ześlizgiem. W kręgozmyku zwyrodnieniowym, degeneracja dysku prowadzi do przeciążenia stawów międzykręgowych, co, w sprzyjających warunkach, prowadzi do powstania spondylolistezy. W obu przypadkach nasilenie uszkodzenia krążka międzykręgowego świadczy o zaawansowaniu procesu chorobowego [100,124,125]. Zwyrodnienie krążka przekłada się na obniżenie wysokości przestrzeni międzytrzonowej w segmencie ruchowym kręgosłupa objętym ześlizgiem. W

analizowanym materiale u wszystkich chorych wysokość przestrzeni międzytrzonowej była obniżona w stosunku do wartości prawidłowych.

Obniżenie wysokości przestrzeni międzytrzonowej może odpowiadać za:

- przeciążenie w obrębie stawów międzykręgowych;
- zmiana napięcia aparatu więzadłowego stabilizującego segment ruchowy kręgosłupa;
- „zmęczenie” mięśni przykręgowych;
- usztywnienie segmentu ruchowego kręgosłupa, które powoduje przenoszenie wymienionych wyżej przeciążeń na sąsiednie segmenty.

Wszystkie wyżej wymienione nieprawidłowości, prowadzą do powstania dolegliwości bólowych. Pomimo braku statystycznego związku pomiędzy nasileniem dolegliwości bólowych a wysokością przestrzeni międzytrzonowej, wykazano istotną korelację pomiędzy omawianym parametrem a funkcjonowaniem chorego (ODI).

5.2 Omówienie wskazań do leczenia operacyjnego w badanej grupie

Z powyższych analiz wynika, iż zmniejszenie ześlizgu, przywrócenie prawidłowego kąta międzytrzonowego, odtworzenie wysokości przestrzeni międzytrzonowej oraz zmniejszenie ucisku na struktury nerwowe jest priorytetem operacyjnym, dzięki któremu można uwolnić chorego od bólu i poprawić jego funkcjonowanie [126].

Jednocześnie poprawa wskaźników osteometrycznych, zbliżająca zmieniony chorobowo kręgosłup do przywrócenia kompensacji tułowia w płaszczyźnie strzałkowej, prowadzić będzie do zmniejszenia nieprawidłowych sił i zmniejszy ryzyko niepowodzeń operacyjnych.

Wszyscy chorzy w badanej grupie leczenia byli nieoperacyjnie. Leczenie oparte było na stosowaniu leków przeciwbólowych, fizykoterapii oraz rehabilitacji ruchowej. U żadnego z nich nie stosowano leczenia gorsetowego. Pomimo stosowanej terapii, dolegliwości zgłaszane przez chorych nasilały się.

W analizowanej grupie, poza chorymi z objawami chromania neurogennego, wskazania do wykonania operacji miały więc charakter względny. Był to ból nieustępujący po leczeniu nieoperacyjnym. Wymienione powyżej zależności wskazują, że pomiar wskaźników osteometrycznych na swoje uzasadnienie w sytuacjach niejednoznacznych wskazań.

Stwierdzenie zmian prognozujących postęp ześlizgu, nasilanie się bólu lub wystąpienie innych zaburzeń neurologicznych, umożliwia odpowiednio wczesne podjęcie decyzji o zmianie sposobu leczenia.

5.3 Omówienie wyboru metody operacyjnej

Od czasu wprowadzenia nowoczesnych instrumentariów kręgosłupowych opartych na śrubach przeznasadowych do leczenia operacyjnego kręgozmyków, toczy się dyskusja nad doborem odpowiedniej metody leczenia. Nadal bark jest szeroko akceptowanym konsensu.

W przeszłości leczenie operacyjne oparte było na spondylodezie osiągananej poprzez obłożenie odsłoniętej kości wszczepami kostnymi, pobranymi od chorego. Postępowanie takie wymagało unieruchomienia na okres 6 miesięcy lub dłużej. Osiągane było to poprzez zastosowanie reżimu łózkowego lub gorsetu gipsowego. Wiązało się więc z dużym ograniczeniem funkcjonowania chorego [100,127,128]. Do stabilizacji osiągniętej repozycji starano się używać instrumentarium Harringtona [4].

Wprowadzenie śrub przeznasadowych zachęciło autorów do porównania metod osiągananej spondylodezy. Porównuje się użycie stabilizacji opartej na śrubach ze spondylodezą osiąganą in situ [129,130,131]. W punkcie 1.8.5 przedstawiono zebrane dane z piśmiennictwa dotyczące wyboru metody operacyjnej.

W badanej grupie chorych, ze względu na zwyrodnienie lub zmiany sugerujące zwyrodnienie segmentu ruchowego kręgosłupa objętego ześlizgiem użyto stabilizacji krótkoodcinkowej opartej na śrubach przeznasadowych, prętach oraz łącznikach.

Zastosowanie takiego rozwiązania umożliwia, nie tylko, uzyskanie stabilizacji, ale również przywrócenie prawidłowej lub zbliżonej do prawidłowej orientacji przestrzennej kręgosłupa. Pogląd ten został szeroko omówiony przez pracowników w literaturze przedmiotu oraz jest powszechnie uznany w Klinice Chirurgii Kręgosłupa, Ortopedii Onkologicznej i Traumatologii, Uniwersytetu Medycznego w Poznaniu [17,98,132,133].

Decyzja o wykonaniu repozycji podejmowana była podczas operacji. Uwzględniała ona spontaniczną repozycję uzyskaną ułożeniem chorego na stole operacyjnym, obecność objawów związanych z ciasnotą kanału kręgowego oraz przedoperacyjne zmiany w układzie przestrzennym segmentu ruchowego kręgosłupa objętego ześlizgiem.

Autorzy, zajmujący się tym zagadnieniem, uważają, że silenie się na pełną repozycję nie zmienia skuteczności operacji[134,135]. Również w powyższym badaniu nie wykazano różnicy pomiędzy grupami z wykonaną i niewykonaną repozycją.

5.4 Omówienie danych pooperacyjnych

U wszystkich chorych w badaniu pooperacyjnym dolegliwości bólowe (VAS) były mniejsze niż w badaniu przeprowadzonym przed operacją. Również w kolejnych badaniach, przeprowadzonych 1 i 6 miesięcy po operacji, zanotowano dalsze zmniejszanie dolegliwości bólowych. Średnie wartości wynosiły 7,23 w badaniu przedoperacyjnym, 2,51 w badaniu pooperacyjnym, 1,87 w badaniu przeprowadzonym miesiąc po operacji oraz 1,25 w badaniu przeprowadzonym 6 miesięcy po operacji. We wszystkich przypadkach zmiana była znacząca statystycznie. Jednocześnie należy podkreślić, iż ból o nasileniu większym niż 5, nie występował w żadnym badaniu w okresie pooperacyjnym. W literaturze, opisującej wyniki leczenia kręgoszyków stabilizacją przeznasadową, uzyskiwano podobne rezultaty [117].

U chorych, gdzie ból występuje wyłącznie miejscowo, czyli spowodowany jest niestabilnością, stabilizacja, poprzez zniesienie czynnika sprawczego, prowadzi do natychmiastowego ustąpienia bólu. U chorych, gdzie ból ma również charakter korzeniowy, szczególnie w sytuacji długotrwałego drażnienia nerwu, dolegliwości odczuwane są również po operacji, choć w sposób malejący. Związane jest to z powolną regeneracją uszkodzonego nerwu [84]. Z tego powodu zmniejszenie dolegliwości bólowych w badanej grupie następowało stopniowo. Zmniejszenie dolegliwości bólowych tuż po operacji związane było ze zniesieniem bólu miejscowego. W kolejnych badaniach coraz mniejszy był ból o charakterze korzeniowym.

Mechanizm stopniowego przywracania funkcji nerwu znajduje swoje odbicie zarówno w pooperacyjnej ocenie czucia, jak i pooperacyjnej ocenie siły mięśniowej. W badaniu przeprowadzonym tuż po operacji nie stwierdzono statystycznej różnicy w występowaniu zaburzeń czucia w porównaniu do oceny przedoperacyjnej. Dopiero po miesiącu od operacji wystąpiła znamienna różnica w występowaniu zaburzeń czucia. Tendencja ta miała swoją kontynuację w kolejnym badaniu.

W powiązaniu z powyższym wynikiem pozostaje również zmienność występowania osłabienia odruchów ścięgniastych. Jak opisano wyżej, do wystąpienia odruchu niezbędne jest prawidłowe przewodnictwo zarówno we włóknach dośrodkowych, jak i odśrodkowych

korzenia nerwowego. Operacja przerywa proces przewlekłego uszkodzenia nerwu. Prawidłowe przewodzenie powraca po czasie, koniecznym na regenerację nerwu. W badanej grupie statystycznie znacząca różnica w natężeniu odruchów ścięgnistych, została zanotowana podczas badania przeprowadzonego miesiąc po operacji. Po 6 miesiącach od operacji u wszystkich badanych osób odruchy ścięgniste były prawidłowe.

Podobny przebieg powrotu do normy występował w zaburzeniach czucia. Również w tym przypadku, statystycznie znacząca różnica obecna była dopiero w badaniu przeprowadzonym po miesiącu od operacji.

Siła mięśniowa uległa znaczącej statystycznie poprawie dopiero po 6 miesiącach od operacji. Podobnie, jak w przypadku zaburzeń czucia, również przywrócenie siły mięśniowej zależne jest od regeneracji nerwu. Dla unormowania siły mięśniowej, oprócz powrotu impulsacji nerwowej, konieczna jest odbudowa zdegenerowanych włókien mięśniowych. Jest to proces czasochłonny, dlatego w powyższym badaniu statystycznie znaczącą różnicę w sile mięśniowej odnotowano podczas ostatniej wizyty kontrolnej.

Mając na uwadze powyższe wyniki, uzasadnione staje się stosowanie leków przyspieszających regenerację nerwów w okresie pooperacyjnym u chorych, którzy przed operacją zgłaszali ból o charakterze korzeniowym. Rozważyć należy również stosowanie metod z zakresu fizjoterapii, na przykład Proprioceptive Neuromuscular Facilitation (PNF) [136,137].

Chromanie neurogenne spowodowane jest ciasnotą kanału kręgowego. Podczas przeprowadzonych operacji dokonano dekompresji struktur nerwowych, w tym worka oponowego. Dekompresja odbywała się bezpośrednio, poprzez usunięcie części łuku kręgu oraz pośrednio, poprzez zmniejszenie ześlizgu. Prowadzi to do natychmiastowego odbarczenia struktur nerwowych [43]. Dzięki temu chromanie ustępuje tuż po operacji. W analizowanym materiale, wszyscy chorzy, którzy przed operacją zgłaszali chromanie neurogenne, już w pierwszym badaniu pooperacyjnym byli bezobjawowi w tym zakresie.

Wzmoczone napięcie mięśni kulszowo – goleniowych, jest również objawem podrażnienia korzeni nerwowych. Podobnie, jak chromanie neurogenne jest wynikiem zmniejszenia wymiaru kanału kręgowego przez przesunięty kręg. Odbarczenie struktur nerwowych, skutkuje zaprzestaniem stymulacji mięśni. Niestety, jak pokazała przeprowadzana analiza, chorzy uzyskują, istotną statystycznie, poprawę ruchomości w stawach biodrowych dopiero po 6 miesiącach od operacji. U wszystkich chorych zakres ruchu powrócił do normy. Jest to wynik zgodny z danymi literaturowymi [138]. Związane jest to, prawdopodobnie, ze stopniowym utrwaleniem przykurczu w stawach biodrowych. Ważne jest

więc wdrożenie jak najszybszej rehabilitacji pooperacyjnej u chorych prezentujących ten objaw. Uzasadnione wydaje się być, w świetle długiego oczekiwania na przywrócenie pełnej ruchomości w stawach biodrowych, włączenie rehabilitacji, skupionej na zapobieganiu rozwojowi przykurczów, również przed operacją.

Powyższe wyniki badań, pokazujące, jak skomplikowany i czasochłonny jest proces normalizacji objawów neurologicznych u chorych z pełnoobjawowym kręgozmykiem, wskazują na konieczność częstego kontrolowania stanu chorego, podczas leczenia nieoperacyjnego.

Jak już wspomniano powyżej, wszystkie wymienione zaburzenia przedoperacyjne przekładały się na złe funkcjonowanie chorych. Mając na uwadze pozytywne zmiany, omówione powyżej, można spodziewać się poprawienia funkcjonowania chorych. Nie przeprowadzono oceny funkcjonowania chorych podczas badania pooperacyjnego, ze względu na fakt, iż w warunkach szpitalnych nie można ocenić takich aspektów, jak: podróżowanie, aktywność seksualna, życie towarzyskie. W ocenie przeprowadzonej miesiąc oraz sześć miesięcy po operacji, wykazano statystycznie znaczącą różnicę niepełnosprawności chorych. Średni poziom niepełnosprawności (ODI) wynosił 52%, co odpowiada znacznej niepełnosprawności. W badaniu przeprowadzonym miesiąc po operacji średni poziom niepełnosprawności wyniósł 14%, co odpowiada niepełnosprawności lekkiej. Podczas oceny po 6 miesiącach średni poziom niepełnosprawności wyniósł 9% , co również kwalifikuje się do niepełnosprawności lekkiej. Zauważalna jest więc znaczna poprawa w subiektywnej ocenie chorego. Podobne wyniki po zastosowaniu stabilizacji przedstawione zostały w piśmiennictwie [104, 139].

Uwagę zwraca szybka i znaczna poprawa codziennej sprawności chorych. Związane może to być ze specyfiką instrumentarium opartego na śrubach przeznasadowych. Chory po operacji może być szybko pionizowany oraz rozpocząć wykonywanie codziennych czynności. Niepotrzebne jest stosowanie unieruchomienia zewnętrznego, które w znacznym stopniu ogranicza chorych w życiu codziennym. Utworzona sztywna rama zapewnia właściwe unieruchomienie pozwalające na stworzenie solidnej spondylodezy.

Zmniejszenie niepełnosprawności, we własnej ocenie chorych, w najlepszy sposób udowadnia właściwy dobór wskazań oraz stosowanej metody operacyjnej.

Analizując wyniki pooperacyjnych badań radiologicznych stwierdzono zmniejszenie stopnia ześlizgu. W badaniu przedoperacyjnym średni ześlizg, mierzony metodą Boxalla, wynosił 38%. Po operacji stwierdzono częściową repozycję kręgozmyku. Średni stopień ześlizgu w badaniu przeprowadzonym miesiąc po operacji wyniósł 20%. Jak wspomniano

wcześniej, brak było statystycznie istotnej różnicy pomiędzy chorymi, u których dokonano repozycji kręgosłupa, a chorymi u których do repozycji doszło spontanicznie, na skutek ułożenia na brzuchu na stole operacyjnym. Dane literaturowe również wskazują na możliwość uzyskania znacznej korekcji kręgosłupa bez stosowania śródoperacyjnej redukcji [140]. W sytuacji, kiedy wykonanie repozycji wiąże się z wysokim ryzykiem powikłań neurologicznych, a uzyskany wynik jest podobny do spontanicznej redukcji, podejmowane ryzyko wydaje się być nieuzasadnione.

Analiza ześlizgu w badaniach przeprowadzonych miesiąc i sześć miesięcy po operacji wskazuje na niewielką utratę uzyskanej repozycji. Zmiana jest niewielka: średni stopień ześlizgu w badaniu miesiąc po operacji wynosił 20,3%, w badaniu sześć miesięcy po operacji wynosił 21,7%. Różnica ta jest niewielka. Porównanie statystyczne wykazało, że pomimo tej różnicy, zmiana ześlizgu w badaniu przedoperacyjnym oraz badaniu sześć miesięcy po operacji nadal jest istotna statystycznie. Podobny efekt opisywany jest w literaturze. Część autorów twierdzi, że, w przypadku niestosowania instrumentarium stabilizującego, utrata korekcji jest statystycznie większa [130,141,142]

Utracie korekcji skutecznie przeciwdziała zastosowanie stabilizacji międzytrzonowej, bez względu na metodę wprowadzania implantu. Jednocześnie podkreśla się, że unieruchomienie wszystkich trzech kolumn kręgosłupa, tzw. spondylodeza 360 stopni, jest jedyną metodą, która, w blisko 100%, zapewnia uzyskanie trwałego zrostu kostnego [141,142,143].

Podobne zmienności, jak w przypadku stopnia ześlizgu, zaobserwowano w przypadku wartości kąta międzytrzonowego. W badaniu przeprowadzonym miesiąc po operacji nastąpiła znacząca poprawa tego parametru, czego wynikiem było zmniejszenie kifozy segmentów ruchowych kręgosłupa objętych ześlizgiem i zbliżenie się wartości do lordozy. Średni kąt międzytrzonowy w badaniu przedoperacyjnym wynosił -0,36 stopnia, co wskazuje na kifozę segmentu ruchowego kręgosłupa. Średni kąt międzytrzonowy w badaniu przeprowadzonym miesiąc po operacji wyniósł 4,59 stopnia, co oznacza odtworzenie lordozy analizowanego segmentu ruchowego kręgosłupa. W badaniu przeprowadzonym sześć miesięcy po operacji nastąpiła niewielka, ale istotna statystycznie utrata uzyskanego kąta międzytrzonowego. Średni kąt międzytrzonowy wyniósł 4,5 stopnia. Analizując te wyniki, nawet bardziej niż w przypadku analizy stopnia ześlizgu, widoczna jest konieczność podparcia wszystkich trzech kolumn kręgosłupa. Brak usunięcia krążka międzykręgowego oraz spondylodezy międzytrzonowej skutkuje powstawaniem nadmiernych napięć w obrębie instrumentarium, co zwiększa ryzyko wytworzenia stawu rzekomego.

Odtworzenie wysokości przestrzeni międzytrzonowej jest ważnym elementem leczenia operacyjnego kręgosłupa. Pośrednio świadczy o:

- odtworzeniu wysokości otworu międzykręgowego, co przekłada się na zmniejszenie ucisku na korzeń nerwowy;
- zmniejszeniu przeciążenia stawów międzykręgowych;
- zmniejszeniu obciążenia krążka międzykręgowego.

Jak widać, odtworzenie wysokości przestrzeni międzykręgowej przekłada się na zaprzestanie stymulacji bólowej, pochodzącej z wyżej wymienionych struktur. W analizowanych radiogramach pooperacyjnych wykazano statystycznie znaczącą różnicę w wysokości przestrzeni międzytrzonowej. U wszystkich chorych uzyskane wyniki przesunęły się w stronę wartości prawidłowych, podanych w literaturze [89]. W tym przypadku nie zauważono statystycznie znaczącej utraty uzyskanej pooperacyjnie wysokości przestrzeni międzytrzonowej. Wynikać to może ze specyfiki wybranej metody pomiarowej. Dane literaturowe również wskazują, na możliwość odtworzenia wysokości przestrzeni międzytrzonowej poprzez zastosowanie stabilizacji przeznasadowej. Jednocześnie w badaniach o dłuższym czasie obserwacji zauważono utratę uzyskanej pooperacyjnie wysokości przestrzeni międzytrzonowej, co uzasadnia rutynowe stosowanie implantów międzytrzonowych [144,145].

W analizowanym materiale nie wykazano statystycznie znaczącej różnicy w przed- i pooperacyjnych wynikach wartości kąta lordozy oraz kąta pochylenia kości krzyżowej. Zauważyć można jednak, że w badaniach pooperacyjnych znacznie większa liczba wyników znajduje się w zakresie normy. Wnioskować z tego można, iż udało się przywrócić, w ograniczonym zakresie prawidłowe ustawienie części lędźwiowej kręgosłupa oraz kości krzyżowej w płaszczyźnie strzałkowej.

Jak już wspomniano wcześniej, zarówno kąt lordozy lędźwiowej, kąt pochylenia kości krzyżowej, jak i kąt międzytrzonowy, są parametrami przekładającymi się na kąt padania miednicy. Pośrednio ogrywają więc rolę w odtworzeniu kompensacji tułowia w płaszczyźnie strzałkowej. Pooperacyjne zbliżenie wyżej wymienionych wskaźników do wartości prawidłowych może się więc przekładać na poprawę balansu kręgosłupa.

Odtworzenie balansu kręgosłupa jest zagadnieniem, które odgrywa kluczową rolę w prowadzeniu chorych z deformacjami przestrzennymi kręgosłupa, dlatego jest szeroko analizowane w Klinice Chirurgii Kręgosłupa, Ortopedii Onkologicznej i Traumatologii Uniwersytetu Medycznego w Poznaniu [133,146]

W analizowanej grupie chorych powikłania notowane były rzadko, wystąpiły u 4 chorych. Nie wymagały reoperacji. Powikłania były typowe dla wszystkich zabiegów z użyciem stabilizacji przeznasadowej, niezależnie od schorzenia.

W literaturze tematu wskazuje się na wyższy odsetek dokonanych spondylodez w przypadku zastosowania stabilizacji opartej na śrubach przeznasadowych, niż w przypadku operacji polegających tylko na obłożeniu segmentu ruchowego kręgosłupa wszczepami kostnymi własnymi [147,148,149]. Biorąc pod uwagę przedstawione powyżej analizy, można stwierdzić, że stabilizacja oparta na śrubach przeznasadowych jest skuteczną i bezpieczną metodą leczenia operacyjnego kręgozmyku. Zapewnia szybkie uruchomienie chorych, w większym stopniu, niż inne metody prowadzi do wytworzenia spondylodezy. Ważny jest odpowiedni dobór chorych do operacji..

5.5 Omówienie powiązania danych przedoperacyjnych z wynikami leczenia chirurgicznego

Wynik leczenia operacyjnego najlepiej oddaje ocena własna chorego. Dlatego też w powyższym badaniu postanowiono przeanalizować możliwość występowania zależności pomiędzy przedoperacyjnie oznaczanymi wskaźnikami osteometrycznymi a funkcjonowaniem chorego oraz odczuwanym przez niego bólem w badaniu przeprowadzonym sześć miesięcy po operacji.

Wykazano, że istnieje zależność, określana jako przeciętna lub silna, pomiędzy stopniem ześlizgu, kątem międzytrzonowym oraz wysokością przestrzeni międzytrzonowej a odczuwanymi dolegliwościami bólowymi. Zależności te mają charakter ujemny, co oznacza, że gorsze przedoperacyjne wartości wymienionych parametrów przekładają się na wyższy wynik w skali VAS, czyli bardziej nasilone dolegliwości bólowe.

Można więc sądzić, że monitorowanie wymienionych wskaźników osteometrycznych pozwala odpowiednio wcześnie wdrożyć leczenie operacyjne.

Jednocześnie pozwala wyodrębnić grupę chorych, u których, ze względu na zaawansowanie procesu chorobowego, odpowiedź na zastosowane leczenie będzie gorsze niż u pozostałych chorych.

6. Wnioski

1. Stabilizacja kręgozmyku oparta na instrumentarium segmentalnym z użyciem śrub przemasadowych jest skuteczną metodą leczenia operacyjnego chorych z kręgozmykiem:
 - a. umożliwia odtworzenie przestrzennych stosunków w obrębie segmentu ruchowego kręgosłupa objętego ześlizgiem poprzez zmniejszenie ześlizgu, przywrócenie lordotycznej orientacji kąta międzytrzonowego, odtworzenie wysokości przestrzeni międzytrzonowej;
 - b. umożliwia odtworzenie prawidłowej kompensacji tułowia w płaszczyźnie strzałkowej
 - c. poprawia komfort życia chorych poprzez zmniejszenie odczuwanych dolegliwości bólowych, przywrócenie prawidłowego czucia, zmniejszenie niepełnosprawności chorych, uwolnienie ich od chromania neurogenego, zwiększenie zakresu ruchu w stawach biodrowych, przywrócenie siły mięśniowej, normalizację odruchów.
2. Stopień ześlizgu, wysokość przestrzeni międzytrzonowej oraz kąt międzytrzonowy segmentu ruchowego kręgosłupa objętego ześlizgiem są parametrami umożliwiającymi przewidywanie nasilenia pooperacyjnych dolegliwości bólowych.

7. Streszczenie

Kręgozmyk jest schorzeniem kręgosłupa dotykającym średnio 4% populacji rasy białej. Jest zatem schorzeniem dość częstym. Różne metody leczenia operacyjnego opisywane są w piśmiennictwie od lat trzydziestych ubiegłego wieku. Zastosowanie stabilizacji segmentarnej opartej na śrubach przeznasadowych jest metodą stosowaną na szeroką skalę w ostatnim dziesięcioleciu. Daje ona możliwość korekcji deformacji, jak i zapewnia bardzo dobre wzmocnienie dla tworzenia się zrostu kostnego. Mimo to, nadal aktualny jest pogląd, że poprzednio stosowane metody operacji (spondylodeza bez stabilizacji) są równie skuteczne. Istnieje niewiele doniesień naukowych, które opisują wpływ stabilizacji przeznasadowej na odtworzenie prawidłowych stosunków anatomicznych, jak i na subiektywną ocenę chorych.

Do badania zostało włączonych 47 chorych leczonych stabilizacją segmentarną i śrubami przeznasadowymi w Klinice Chirurgii Kręgosłupa, Ortopedii Onkologicznej i Traumatologii oraz w Klinice Ortopedii i Traumatologii Uniwersytetu Medycznego im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu z powodu kręgozmyku. Hospitalizacja miała miejsce w latach 2001 – 2010. W opisywanym materiale było 26 mężczyzn i 21 kobiet. Wiek chorych wahał się w przedziale między 21 lat a 62 lata. Kontrole kliniczne chorych przeprowadzane były w dniu wypisu chorego ze szpitala, około 1 miesiąc i 6 miesięcy po wykonanej operacji.

W badaniu analizowano występowanie oraz zmianę następujących elementów badania klinicznego : nasilenie bólu według wizualnej analogowej skali bólu, zaburzenie czucia, zaburzenie siły mięśniowej, osłabienie odruchów ścięgniastych, zaburzenie ruchomości stawów biodrowych, niepełnosprawność chorych według Oswestry Disability Index. Przeanalizowano również radiogramy chorych, zwracając uwagę na przed- i pooperacyjne wartości: stopnia ześlizgu, kąta międzytrzonowego, wysokości przestrzeni międzytrzonowej, kąta lordozy lędźwiowej oraz kąta pochylenia kości krzyżowej.

Na podstawie przeprowadzonej oceny statystycznej, stwierdzono istotną poprawę wszystkich elementów badania klinicznego oraz stopnia ześlizgu, kąta międzytrzonowego, wysokości przestrzeni międzytrzonowej. Zmiana kątów lordozy oraz pochylenia kości krzyżowej była zauważalna, ale nie istotna statystycznie.

Przeprowadzone badania wykazały, że stabilizacja kręgozmyku oparta na śrubach przeznasadowych jest obecnie skuteczną metodą leczenia postępującego kręgozmyku.

Wykazano również wartość prognostyczną przedoperacyjnie ocenianych: stopnia ześlizgu, kąta międzytrzonowego oraz wysokości przestrzeni międzytrzonowej, w przewidywaniu pooperacyjnego nasilenia dolegliwości bólowych.

8. Summary

Spondylolisthesis is a spinal disorder that affects an average of 4% of the Caucasian population. It is therefore a relatively common disorder. Different surgical methods are described in the literature since the thirties of last century. The use of segmental stabilization based on the transpedicular screws is the method used on a large scale recently. It offers the possibility of deformity correction, and provides very good gain for the formation of bone union. Although the previously used methods of operation (fusion without stabilization) are equally effective. There are few scientific reports, which describe the impact of the transpedicular stabilization on anatomy and well-being of patients.

The study has enrolled 47 patients treated with segmental fixation and transpedicular screws in the Spine Surgery, Oncological Orthopedics and Traumatology Department and the Department of Orthopedics and Traumatology, University of Medical Sciences due to spondylolisthesis. Hospitalization occurred in the years 2001 – 2010. The study included 26 men and 21 women. Age of patients ranged between 21 years and 62 years. Control examinations were carried out at discharge from hospital, about 1 month and 6 months after the operation.

The study analyzed the occurrence and changes: exacerbation of pain by visual analogue scale of pain, impaired sensation, impaired muscle strength, impaired tendon reflexes, impaired mobility of hip joints, the patients disability according to Oswestry Disability Index.

Radiographs of patients has also been examined, paying attention to the pre-and postoperative values of the degree of slippage, intervertebral angle, height of the interbody space, the angle of lumbar lordosis and sacral inclination angle. On the basis of statistical evaluation, a significant improvement of all elements of clinical examination and the degree of slippage, intervertebral angle, height of the interbody space. Changes of the angles of lordosis and sacral inclination was very noticeable, but not statistically significant.

The study showed that the stabilization based on the transpedicular screws is an effective treatment of spondylolisthesis.

Also demonstrated the prognostic value of preoperatively marked degree of slippage, angle and height of interbody space in anticipation of postoperative pain intensity.

9. Wykaz skrótów użytych w tekście

N – Newton – jednostka pomiaru siły w układzie SI

AP – antero – posterior – przednio tylna projekcja zdjęcia radiologicznego

MRI – Magnetic Resonance Imaging - Tomografia Rezonansu Magnetycznego

TK – Tomografia Komputerowa

TLIF – Transforaminal LumbarInterbody Fusion – lędźwiowy implant międzytrzonowy wprowadzany poprzez otwór międzykręgowy

ALIF – Anterior Lumbar Interbody Fusion – lędźwiowy implant międzytrzonowy wprowadzony z dostępu przedniego

PLIF – Posterior Lumbar Interbody Fusion – lędźwiowy implant międzytrzonowy wprowadzony z dostępu tylnego

VAS – Visual Analogue Scale – wzrokowa analogowa skala bólu

ODI – Oswestry Disability Index – wskaźnik niepełnosprawności według Oswestry

10. Piśmiennictwo

1. Red. Marciniak W., Szulc A. *Wiktora Degi ortopedia i rehabilitacja*, tom 2, PZWL, Warszawa, 2006.
2. G. Exner *Zur Genese der Spondylolisthesis* Arch. Orthop. and Trauma Surg., 1965; 58: 306-312
3. Neugebauer F. L. *A new contribution to the history and aetiology of spondylolisthesis*, New Sydenham Society, London, 1882 przedruk Clin. Orthop. Relat. Res., 1976; 117: 4-22
4. Harrington P.R., Dickson J.H. *Spinal instrumentation in the treatment of severe progressive spondylolisthesis* Clin. Orthop. Relat. Res., 1976 ;117: 157-63
5. Wiltse L.L., Newman P.H., Macnab I. *Classification of spondylolysis and spondylolisthesis* Clin. Orthop. Relat. Res., 1976; 117: 23-29
6. Roy-Camille R., Roy-Camille M., Demeulenaere C. *Osteosynthesis of dorsal, lumbar, and lumbosacral spine with metallic plates screwed into vertebral pedicles and articular apophyses* Presse Med., 1970; 78 :1447-1448
7. Eisenstein S. *Spondylolysis. A skeletal investigation of two population groups* J. Bone Joint Surg. (Br), 1978; 60: 488-94
8. Taillard W.F. *Etiology of spondylolisthesis* Clin. Orthop. Relat. Res., 1976; 117: 30-39
9. Stinson J.T. *Spondylolysis and spondylolisthesis in the athlete* Clin. Sports Med., 1993; 3: 517-528
10. Hensinger R.: *Spondylolysis and spondylolisthesis in children and adolescents*, J. Bone Joint Surg. (Am), 1989; 71(7):1098–1107
11. Osterman K., Schlenzka D., Poussa M., Sitsalo S., Virta L. *Isthmic Spondylolisthesis in Symptomatic and Asymptomatic Subjects, Epidemiology, and Natural History With Special Reference to Disk Abnormality and Mode of Treatment* . Orthop. Relat. Res., 1993; 297: 65-70
12. Grobler L.J., Wiltse L.L.: *Classification, non-operative, and operative treatment of spondylolisthesis* The adult spine, tom 2, Raven Press, New York, 1991
13. Whitesides T.E., Horton W.C., Hutton W.C., Hodges L.: *Spondylolytic spondylolisthesis. A study of pelvic and lumbosacral parameters of possible etiologic effect in two genetically and geographically distinct groups with high occurrence* Spine, 2005; 30 (6s) : S12–S21

14. Rowe G.G., Roche M.B.: *The etiology of separate neural arch* J. Bone Joint Surg. (Am), 1953; 35 (1) :102–110.
15. Smoczyński A., Pankowski R., Smoczyński M., Łuczkiwicz P., Debski J. *Wysokość otworu międzykręgowego w operacyjnym leczeniu kręgozmyku cieśniowego* Chir. Narządów Ruchu Ortop. Pol. 2008; 73(2): 89-93
16. Rosenberg N.J. *Degenerative spondylolisthesis: Predisposing factors* J. Bone Joint Surg. (Am), 1975; 57 (2) : 467-474
17. Nowakowski A., Kubaszewski Ł., Jurasz W., Bartochowski Ł. *Leczenie operacyjne kręgozmyku zwyrodnieniowego przy użyciu fiksacji śrubami przeznasadowymi* Ortop. Traum. Rehab., 2008; 10 suppl. 2: s. 92-93
18. Debnath U.K., Freeman B.J., Gregory P., de la Harpe D., Kerslake R.W., Webb J.K. *Clinical outcome and return to sport after the surgical treatment of spondylolysis in young athletes* J. Bone Joint Surg. (Br), 2003; 85(2): 244-249
19. Rossi F., Dragoni S. *The prevalence of spondylolysis and spondylolisthesis in symptomatic elite athletes: radiographic findings* Radiography, 2001; 7(1): 37-42
20. Hammerberg K.W. *New Concepts on the Pathogenesis and Classification of Spondylolisthesis Spine*, 2005; 30 (6s): S4-S11
21. Marchetti P.G, Bartolozzi P. *Spondylolisthesis: classification of spondylolisthesis as a guideline for treatment, The Textbook of Spinal Surgery, 2 edition* Lippincott-Raven, Philadelphia, 1997
22. Woźniak W. *Anatomia człowieka. Podręcznik dla studentów i lekarzy* Elsevier Urban & Partner, Wrocław, 2003.
23. Holdsworth F.W. *Fractures, dislocations and fracture-dislocations of the spine* J. Bone Joint Surg. (Br), 1963; 45(1): 6-20
24. Schwab F.J, Farcy J.P.C, Roye D.P. *The sagittal pelvic tilt index as a criterion in the evaluation of spondylolisthesis* Spine, 1997; 22(14):1661–1667
25. Newman P.H. *The etiology of spondylolisthesis* J. Bone Joint Surg. (Br), 1963; 45B(1): 39-59
26. Nachemson A.L. *The load on lumbar disks in different positions of the body.* Clin. Orthop., 1966; 45:107–122
27. Nachemson A.L, Schultz A.B., Berkson M.H. *Mechanical properties of human lumbar spine motion segments* Spine, 1979; 4(1): 1–8.
28. Farfan H.F., Osteria V., Lamy C. *The mechanical etiology of spondylolysis and spondylolisthesis* Clin. Orthop., 1976; 117:40–58.

29. Troup J.D.G. *The etiology of spondylolysis* Orthop. Clin. North Am., 1977; 8:57–63.
30. Panjabi M.M., Goel V.K., Takata K. *Physiologic strains in the lumbar spinal ligaments. An in vitro biomechanical study* Spine, 1982; 7(2):192–203
31. Panjabi M.M., Oxland T., Takata K., Goel V.K., Duranceau J., Krag M. *Articular facets of the human spine. Quantitative three-dimensional anatomy* Spine, 1993; 18(10):1298–1310
32. Cyron B.M., Hutton W.C. *The fatigue strength of the lumbar neural arch in spondylolysis* J. Bone Joint Surg. (Br.), 1978; 60(2): 234–238.
33. Lamy C., Bazerqui A., Kraus H., et al. *The strength of the neural arch and the etiology of spondylolysis* Orthop. Clin. North. Am., 1975; 6: 215–231.
34. White A.A., Panjabi M.M. *Clinical biomechanics of the spine. 2nd edition* Lippincott-Raven Publishers, Philadelphia, 1990
35. Denis F. *The three column spine and its significance in classification of acute thoracolumbar spinal injuries* Spine, 1983; 8(8): 817-831
36. Cyron B.M., Hutton W.C., Troup J.D.G. *Spondylolytic fractures* J. Bone Joint Surg. (Br.), 1976; 58(4): 462–466
37. Green T.P., Allvery J.C., Adams M.A. *Spondylolysis: bending of the inferior articular process of lumbar vertebrae during simulated spinal movements* Spine, 1994; 19(23): 2683–2691
38. Łuczkiwicz P., Smoczyński A., Smoczyński M. *Wpływ budowy stawów międzykręgowych na powstanie kręgozmyku* Chir. Narz. Ruchu Ortop. Pol., 2002; 67(2): 151-155
39. Tylman D., Rapała K., Kalewski A. *Uwagi na temat etiopatogenezy kręgozmyków* Chir. Narz. Ortop. Pol., 1976; 41(4): 367-371
40. Smereczyński A., Gdakowicz B., *Ocena sklinowacenia trzonów kręgowych L5 w kręgosłupach prawidłowych, kręgozmykach i tyłozmykach* Chir. Narz. Ruchu Ortop. Pol., 1982; 47(4):301-305
41. Sairyo K., Goel V.K., Grobler L.J., Ikata T., Katoh S. *The pathomechanism of isthmic lumbar spondylolisthesis. A biomechanical study in immature calf spines* Spine, 1999; 24(7): 731-732
42. Marty C., Boisauvert B., Descamps H. et al. *The sagittal anatomy of the sacrum among young adults, infants, and spondylolisthesis patients* Eur. Spine J., 2002; 11(2): 119–125

43. Boos N., Aebi M. *Spinal Disorders: Fundamentals of Diagnosis and Treatment*, Springer, Berlin, 2008
44. Moller H., Sundin A., Hedlund R. *Symptoms, signs, and functional disability in adult spondylolisthesis* Spine, 2000; 25(6) :683–689
45. McNally D.S., Adams M.A. *Internal intervertebral disc mechanics as revealed by stress profilometry* Spine, 1992; 7(1): 66–73
46. Lafond G. *Surgical treatment of spondylolisthesis* Clin. Orthop. 1962 22:175–179
47. Żebrowski W. *Kręgoszyk w niektórych schorzeniach układowych* Chir. Narz. Ruchu Ortop. Pol., 1985; 50(2) 102-106
48. Sugiura Y. *Tricho-rhino-phalangeal syndrome associated with Perthes disease-like bone changes and spondylolisthesis* J. Hum. Genet., 1978; 23(1): 23-30
49. Stanitski C.L., Stanitski D.F., LaMant R.L. *Spondylolisthesis in myelomeningocele* J. Pediatr. Orthop., 1994; 14(5): 586–591
50. Hession P. R., Butt W. P. *Imaging of spondylolysis and spondylolisthesis* Eur. Radiol., 1996; 6(3): 284-290
51. Millard L. *The Scotty dog and his collar* J. Ark. Med. Soc., 1976; 72(8): 339-340
52. Meyerding H.W. *Spondylolisthesis* Surg. Gynecol. Obstet , 1932; 54: 371–380
53. Boxall D., Bradford D.S., Winter R.B, Moe J.H. *Management of severe spondylolisthesis in children and adolescents* J. Bone and Joint Surg., 1979; 61(4) 479-495
54. Tallroth K., Ylikoski M., Landtman M., Santavirta S. *Reliability of radiographical measurements of spondylolisthesis and extension-flexion radiographs of the lumbar spine* Eur. J. Rad., 1994; 18(3): 227-231
55. McAfee P.C., Yuan H.A. *Computed tomography in spondylolisthesis* Clin. Orthop. Rel. Res., 1989; 166: 62–71
56. Królewski J, Smereczyński A, Daniel B. *Stawy międzywyrostkowe w obrazie tomografii komputerowej kręgoszyku zwyrodnieniowego* Chir. Narz. Ruchu Ortop. Pol., 1984; 49(4): 357-362
57. Radcliff K.E., Kalantar S.B., Reitman C.A. *Surgical management of spondylolysis and spondylolisthesis in athletes: indications and return to play* Curr. Sports Med. Rep., 2009; 8(1): 35-40
58. Lonstein J.E. *Spondylolisthesis in children: cause, natural history, and management* Spine, 1999; 24(24): 2640–2652

59. Morita T., Ikata T., Katoh S., Mirake R. *Lumbar spondylolysis in children and adolescents* J. Bone Joint Surg., 1995; 77: 620–625
60. Agabegi S.S., Fischgrund J.S. *Contemporary management of isthmic spondylolisthesis: pediatric and adult* Spine J., 2010; 10: 530–543
61. Buck J.E. *Direct repair of the defect in spondylolisthesis: preliminary report* J. Bone Joint Surg. (Br.), 1970; 52(3): 432–437
62. Nichol R., Scott J. *Lytic spondylolisthesis. Repair by wiring* Spine, 1986; 11(10): 1027–1030
63. Bradford D.S., Iza J. *Repair of the defect in spondylolysis or minimal degrees of spondylolisthesis by segmental wire fixation and bonegrafting* Spine, 1985; 10(7): 673–679
64. Roca J., Moretta D., Fuster S. et al. *Direct repair of spondylolysis* Clin. Orthop., 1989; 140: 86–91
65. Morscher E., Gerber B., Fasel J. *Surgical treatment of spondylolisthesis by bone grafting and direct stabilization of spondylolysis by means of a hook screw* Arch. Orthop. Trauma Surg., 1984; 103(3): 175–178
66. Tokuehashi Y., Matsuzaki H. *Repair of defects in spondylolysis by segmental pedicular screw hook fixation* Spine, 1996; 21(17): 2041–2045
67. Deguchi M., Rapoff A., Zdeblick T.A. *Biomechanical comparison of spondylolysis fixation techniques* Spine, 1999; 24(4): 328–333
68. Osterman K., Lindholm T.S., Laurent L.E. *Late results of removal of the loose posterior element (Gill's operation) in the treatment of lytic lumbar spondylolisthesis* Cli. Orthop., 1976; 117: 121–128
69. Gill G.G., Manning J.G., White H.L. *Surgical treatment of spondylolisthesis without spine fusion: excision of the loose lamina with decompression of the nerve roots* J. Bone Joint Surg., 1955; 37(3): 493–520
70. Monticelli G., Ascani E. *Spondylolysis and spondylolisthesis* Acta Orthop. Scand., 1975; 46(3): 498–506
71. Ishihara H., Osada R., Kanamori M. et al. *Minimum 10-year followup study of anterior lumbar interbody fusion for isthmic spondylolisthesis* J. Spinal Disord., 2001; 14(2): 91–99
72. Humphries A.W., Hawk W.A., Berndt A.L. *Anterior fusion of the lumbar spine using an internal fixation device* J. Bone Joint Surg., 1959; 41a:371–375

73. Waters W.C., Bono C.M., Gilbert T.J. et al. *An evidence-based clinical guideline for the diagnosis and treatment of degenerative lumbar spondylolisthesis* Spine, 2009; J. 9(7): 609–614
74. Aota Y., Kumano K., Hirabayashi S. *Postfusion instability at the adjacent segments after rigid pedicle screw fixation for degenerative lumbar spinal disorders* J. Spinal Disord., 1995; 8(6): 464-473
75. Lehmann T.R., Spratt K.F., Tozzi J.E. et al. *Long-term follow-up of lower lumbar fusion patients* Spine, 1987; 12(2): 97-104.
76. Schnake K.J., Schaeren S., Jeanneret B. *Dynamic stabilization in addition to decompression for lumbar spinal stenosis with degenerative spondylolisthesis* Spine, 2006; 31(4): 442–449
77. Bohlman H.H., Cook S.S. *One-stage decompression and posterolateral and interbody fusion for lumbosacral spondyloptosis through a posterior approach* J. Bone Joint Surg., 1982; 64(3): 415-418
78. Gaines R.W. *L5 vertebrectomy for the surgical treatment of spondyloptosis. Thirty cases in 25 years* Spine, 2005; 30(6s): S66–S70
79. Mardjetko S.M., Connolly P.J., Shott S. *Degenerative lumbar spondylolisthesis. A meta-analysis of literature 1970–1993* Spine, 1994; 19(20s): 2256S–2265S
80. Martin C.R., Gruszczynski A.T., Braunsfurth H.A., Fallatah S.M., O’Neil J., Wai E.K. *The surgical management of degenerative lumbar spondylolisthesis: a systematic review* Spine, 2007; 32(16): 1791–1798
81. Pizzutillo P.D., Hummer C.H. *Nonoperative treatment for painful adolescent spondylolysis or spondylolisthesis* J. Pediatr. Orthop., 1989; 9(5): 538–540
82. Jankowski R., Szulc A., Stryczyński P., Strzyżewski W. *Surgical treatment of dysplastic and isthmic spondylolisthesis* Ortop. Traumatol. Rehabil., 2005; 7(6): 639-645
83. Prusiński A. *Podstawy neurologii klinicznej* PZWL, Warszawa, 1977
84. Kozubski W., Liberski P. *Neurologia* PZWL, Warszawa, 2008
85. Gilis-Jnuszewski M., Kłosiński P. *Chromanie neurogenne jako wiodący objaw kliniczny w przebiegu wąskiego kanału kręgowego lędźwiowego odcinka kręgosłupa* Neuroskop, 2003; 1(5): 24-27
86. Wiltse L.L., Winter R.B. *Terminology and measurement of spondylolisthesis* J. Bone Joint. Surg., 1983; 65 (6): 768-772

87. Lin R.M., Jou I.M., Yu C.Y.: *Lumbar lordosis: normal adults* J. Formos. Med. Assoc., 1992; 91(3): 329-333
88. Legaye J. *The femoro-sacral posterior angle: an anatomical sagittal pelvic parameter usable with dome-shaped sacrum* Eur. Spine J. 2007; 16(2): 219–225
89. Frobin W., Brinckmann P., Biggemann M.: *Precision measurement of disc height, vertebral height and sagittal plane displacement from lateral radiographic views of the lumbar spine* Clin. Biomech., 1997; 12(suppl 1):1–61
90. van Osch S.M., Stiggelbout A.M. *Understanding VAS valuations qualitative data on the cognitive process* Qual. Life Res., 2005; 14(10): 2171-2175
91. Fairbank J., Couper J., Davies J. *The Oswestry low back pain questionnaire* Physiotherapy, 1980; 66: 271–273
92. Damanesco L.H.F., Catarin S.R.G., Campos A.D., Defino H.L.A. *Lumbar lordosis: a study of angle values and of vertebral bodies and intervertebral discs role* Acta ortop. bras., 2006; 14 (4) online
93. Kalichman L., Kim D.H., Li L., Guermazi A., Berkin V., Hunter D.J. *Spondylolysis and spondylolisthesis: prevalence and association with low back pain in the adult community-based population* Spine, 2009; 34(2): 199-205
94. Tower S.S., Pratt W.B. *Spondylolysis and associated spondylolisthesis in Eskimo and Athabaskan populations* Clin. Orthop. Relat. Res., 1990; 250 :171-175
95. Yamamoto I., Panjabi M.M., Crisco J.J. et al. *Three-dimensional movements of the whole lumbar spine and lumbosacral joint* Spine, 1989; 14(11): 1256–1260
96. Pearcy M.J., Tibrewal S.B. *Axial rotation and lateral bending in the normal lumbar spine measured by three-dimensional radiography* Spine, 1984; 9(6): 582–587
97. Pearcy M., Roftek I., Shepherd J. *Three-dimensional analysis of normal movement in the lumbar spine* Spine, 1984; 9(3): 294–297
98. Tobjasz F., Nowakowski A., Cabaj M. *Wczesne wyniki leczenia kręgozmyków* Chir. Narz. Ruchu Ortop. Pol., 2002; 67(6): 639-643
99. Smereczyński A., Królewski J., Gdakowicz B. *Studium Radioanatomiczne kręgozmyku zwyrodnieniowego* Chir Narz. Ruchu Ortop. Pol., 1985; 50(3): 248-251
100. Malawski S., Sosnowski R. *Kręgozmyk zwyrodnieniowy* Chir. Narz. Ruchu Ortop. Pol., 1995; 60(6): 451-457

101. Cinotti G., Postacchini F., Fassari F. et al. *Predisposing factors in degenerative spondylolisthesis: a radiographic and ct study* Intern. Orthop., 1997; 21: 337-342
102. O'Sullivan P.B., Twomey L.T., Allison G.T. *Evaluation of specific stabilizing exercise in the treatment of chronic low back pain with radiologic diagnosis of spondylolysis or spondylolisthesis* Spine, 1997; 22(24): 2959-2967
103. Vaccaro A.R., Ring D., Scuderi G., Cohen D.S., Garfin S.R. *Predictors of outcome in patients with chronic back pain and low-grade spondylolisthesis* Spine, 1997; 22(17): 2030-2034
104. Möller H., Hedlund R. *Surgery Versus Conservative Management in Adult Isthmic Spondylolisthesis A Prospective Randomized Study: Part 1* Spine, 2000; 25(13): 1711–1715
105. Park P., Foley K.T. *Minimally invasive transforaminal lumbar interbody fusion with reduction of spondylolisthesis: technique and outcomes after a minimum of 2 years' follow-up* Neurosurg. Focus, 2008; 25(2): 1-7
106. Wenger M., Sapio N., Markwalder T-C. *Long-term outcome in 132 consecutive patients after posterior internal fixation and fusion for Grade I and II isthmic spondylolisthesis* J. Neuro.: Spine, 2005; 2(3): 289-297
107. Gilron, I.C., Watson P., Cahill C.M., Moulin D.E. *Neuropathic pain: a practical guide for the clinician* Can. Med. Ass. J., 2006; 175(3): 265-275
108. Edelson J.G., Nathan H. *Nerve root compression in spondylolysis and spondylolisthesis* J. of Bone and Joint Surg. (Br.), 1986; 68(4): 596-599
109. Kunogi J-I., Hasue M. *Diagnosis and Operative Treatment of Intraforaminal and Extraforaminal Nerve Root Compression* Spine, 1991; 16(11): 1312-1320
110. Porter R.W. *Spinal stenosis and neurogenic claudication* Spine, 1996; 21(17): 2046-2052
111. Herkowitz H.N., Kurz L.T. *Degenerative lumbar spondylolisthesis with spinal stenosis. A prospective study comparing decompression with decompression and intertransverse process arthrodesis* J. Bone Joint Surg., 1991; 73(6): 802-808
112. Larequi-Lauber T., Vader J-P., Burnand B. et al. *Appropriateness of indications for surgery of lumbar disc hernia and spinal stenosis* Spine, 1997; 22(2): 203-209

113. Phalen G.S., Dickson J.A. *Spondylolisthesis and tight hamstrings* J. Bone and Joint Surg., 1961; 43(4): 505-512
114. Fairbank J.C. , Pynsent P.B. *The Oswestry Disability Index* Spine, 2000; 25(20): 2940-2952
115. Little D.G., MacDonald D. *The use of the percentage change in oswestry disability index score as an outcome measure in lumbar spinal surgery* Spine, 1994; 19(19): 2139-2142
116. Carragee E.J., Cheng I. *Minimum acceptable outcomes after lumbar spinal fusion* Spine J., 2010; 10(4): 313–320
117. Ekman P., Moller H., Hedlund R. *The long-term effect of posterolateral fusion in adult isthmic spondylolisthesis: a randomized controlled study* Spine J., 2005; 5(1):36–44
118. Huang R.P, Bohlman H.H., Thompson G.H., Poe-Kochert C. *Predictive value of pelvic incidence in progression of spondylolisthesis* Spine, 2003; 28(20): 2381–2385
119. Hanson D.S., Bridwell K.H.; Rhee J.M., Lenke L.G. *Correlation of pelvic incidence with low- and high-grade isthmic spondylolisthesis* Spine, 2002; 27(18):2026-2029
120. Labelle H., Roussouly P., Berthonnaud E. *Spondylolisthesis, pelvic incidence, and spinopelvic balance: a correlation study* Spine, 2004; 29(18): 2049-2054
121. Rajnics P., Templier A., Skalli W., Lavaste F., Illés T. *The Association of Sagittal Spinal and Pelvic Parameters in Asymptomatic Persons and Patients with Isthmic Spondylolisthesis* J. Spinal Disor. Tech., 2002; 15(1): 24-30
122. Legaye J., Duval-Beaupère G., Hecquet J., Marty C. *Pelvic incidence: a fundamental pelvic parameter for three-dimensional regulation of spinal sagittal curves* Euro. Spine J., 1997; 7(2): 99-103
123. Kawakami M., Tamaki T., Ando M., Yamada H., Hashizume H., Yoshida M. *Lumbar sagittal balance influences the clinical outcome after decompression and posterolateral spinal fusion for degenerative lumbar spondylolisthesis* Spine, 2002; 27(1): 59–64
124. Seitsalon S., Schlenzka D., Poussa M., Österman K. *Disc degeneration in young patients with isthmic spondylolisthesis treated operatively or conservatively: A long-term follow-up* Eur. Spine J., 1997; 6(6): 393-397

125. Szypryt E.P., Twining P., Mulholland R.C., Worthington B.S. *The prevalence of disc degeneration associated with neural arch defects of the lumbar spine assessed by magnetic resonance imaging* Spine, 1989; 14(9):977-981
126. Pankowski R., Smoczyński A., Jaskólski D., Rocławski M., Samson L., Piotrowski M. *Wpływ odtworzenia segmentarnej anatomii kręgosłupa lędźwiowo-krzyżowego na wynik operacyjnego leczenia kręgozmyku cieśniowego* Chir. Narz. Ruchu Ortop. Pol., 2008; 73 (6): 371-376
127. Hlavaty A., Smoczyński A. *Operacyjne leczenie kręgozmyku zwyrodnieniowego* Chir. Narz. Ruchu Ortop. Pol., 1984; 49(4): 363-370
128. Tylman D., Rapała K., Kalewski A., Błachnio S. *Własne spostrzeżenia nad operacyjnym leczeniem kręgozmyków* Chir. Narz. w Ruchu Ortop. Pol., 1976; 41(5): 535-44
129. Lenke L.G., Bridwell K.H., Bullis D., Betz R.R., Baldus C., Schoenecker P.L. *Results of in situ fusion for isthmic spondylolisthesis* J. Spinal Disord., 1992; 5(4): 433-442
130. Boos N., Marchesi D., Zuber K., Aebi M. *Treatment of severe spondylolisthesis by reduction and pedicular fixation. A 4-6-year follow-up study* Spine, 1993; 18(12): 1655-1661
131. Moller H., Hedlund R. *Instrumented and noninstrumented posterolateral fusion in adult spondylolisthesis: a prospective randomized study: part 2* Spine, 2000; 25(13): 1716-1721
132. Cabaj M., Nowakowski A., Tobjasz F.: *Wczesne wyniki leczenia urazów kręgosłupa piersiowego i lędźwiowo - krzyżowego krótkoodcinkową stabilizacją wewnętrzną* Chir. Narz. Ruchu Ortop. Pol., 2000; 65(5): 483-492
133. Nowakowski A. *Wpływ rozległości stabilizacji wielosegmentowej tylnej na pooperacyjną kompensację kręgosłupa w skoliozie idiopatycznej* Ośrodek Wydawnictw Naukowych PAN, Poznań, 2003
134. Bednar D.A. *Surgical management of lumbar degenerative spinal stenosis with spondylolisthesis via posterior reduction with minimal laminectomy* J. Spinal Disord. Tech., 2002; 15(2): 105-109
135. Lee T.C. *Reduction and stabilization without laminectomy for unstable degenerative spondylolisthesis: a preliminary report* Neurosurgery 1994; 35(6): 1072-1076

136. Field-Fote E.C. *Spinal cord control of movement: implications for locomotor rehabilitation following spinal cord injury* Phys. Therapy, 2000; 80(5): 477-484
137. Mitsui Y., Schmelzer J.D., Zollman P.J., Mitsui M., Tritschler H.J., Low P.A. *Alpha-lipoic acid provides neuroprotection from ischemia-reperfusion injury of peripheral nerve* J. Neurol. Sci., 1999; 163(1): 11-16
138. Hensinger R. N., Lang J.R., Macewen G.D. *Surgical management of spondylolisthesis in children and adolescents* Spine, 1976;1(4):207-216
139. Tommi S.L., Ville M. R., Ilkka J. H. et al. *Long-term clinical, functional and radiological outcome 21 years after posterior or posterolateral fusion in childhood and adolescence isthmic spondylolisthesis* Eur. Spine J., 2005; 14(7): 639–644
140. Montgomery D.M., Fischgrund J.S. *Passive reduction of spondylolisthesis on the operating room table: a prospective study* J. Spinal Disord., 1994; 7(2):167-172
141. Suk S-I., Lee C-K., Kim W-J. et al. *Adding posterior lumbar interbody fusion to pedicle screw fixation and posterolateral fusion after decompression in spondylolytic spondylolisthesis* Spine, 1997; 22(2): 210-219
142. Sengupta D.K., Herkowitz H.N. *Degenerative Spondylolisthesis: Review of Current Trends and Controversies* Spine, 2005; 30(6S): S71-S81
143. Heary R.F., Bono C.M. *Circumferential fusion for spondylolisthesis in the lumbar spine* Neurosurg. Focus, 2002; 13(1):E3
144. La Rosa G., Conti A., Cacciola F. et al. *Pedicle screw fixation for isthmic spondylolisthesis: does posterior lumbar interbody fusion improve outcome over posterolateral fusion?* J. Neuro.: Spine, 2003; 99(2): 143-150
145. McAfee P.C., DeVine J.G., Chaput C.D. *The indications for interbody fusion cages in the treatment of spondylolisthesis: analysis of 120 cases* Spine, 2005; 30(6S): S60-S65
146. Red. Kruczyński J. *Postępy w zakresie epidemiologii, stanu profilaktyki, diagnostyki i leczenia chorób układu kostno-stawowego w Polsce i na świecie w okresie dekady 2000-2010* Nowakowski A. *Implikacje kliniczne kompensacji kręgosłupa w skoliozach idiopatycznych* Fundacja Rozwoju Ortopedii i Rehabilitacji, Warszawa, 2010
147. Molinari R.W., Bridwell K.H., Lenke L.G. et al. *Complications in the surgical treatment of pediatric high-grade, isthmic dysplastic spondylolisthesis. A comparison of three surgical approaches* Spine, 1999; 24(16): 1701–1711

148. Kimura I., Shingu H., Murata M., Hashiguchi H. *Lumbar posterolateral fusion alone or with transpedicular instrumentation in L4-L5 degenerative spondylolisthesis* J. Spinal Disord., 2001; 14(4): 301–310
149. Wenger M., Sapio M., Markwalder T-M. *Long-term outcome in 132 consecutive patients after posterior internal fixation and fusion for Grade I and II isthmic spondylolisthesis* J. Neuro.: Spine, 2005; 2(3): 289-297

11. Wykaz rycin

Ryc. 1. Kręgoszczelina – schemat.

Ryc. 2. Kręgozmyk – schemat.

Ryc. 3. Klasyfikacja Wiltse, Newmana i Macnaba [5] schemat w modyfikacji A. Nowskiego.

Ryc. 4. Schemat przedstawiający blokujące właściwości stawów międzykręgowych.

Ryc. 5. Umieszczenie punktu obrotu zgięcie-przeprost w segmencie ruchowym części lędźwiowej kręgosłupa.

Ryc. 6. RTG części lędźwiowej kręgosłupa w projekcji AP i bocznej.

Ryc. 6. Skala Meyerdinga.

Ryc. 7. Ocena stopnia ześlizgu według Boxalla i wsp.

Ryc. 8. Stabilizacja jednosegmentowa L5 – S1 z użyciem śrub przeznasadowych.

Ryc. 9. Kręgozmyk przed- i po leczeniu operacyjnym; A,B – kręgozmyk I stopnia, C,D – kręgozmyk II stopnia E,F – kręgozmyk III stopnia, G,H – kręgozmyk IV stopnia (materiał własny).

Ryc. 10. Wyznaczanie przesunięcia przedniego kręgu, który uległ ześlizgowi (A) zasada wyznaczania (B) przesunięcie wyznaczone na radiogramie boczny przy użyciu programu Surgimap®.

Ryc. 11. Wyznaczanie kąta międzytrzonowego (A) zasada wyznaczania (B) kąt międzytrzonowy wyznaczony w segmencie ruchowym o ustawieniu lordotycznym (C) kąt międzytrzonowy wyznaczony w segmencie ruchowym o ustawieniu kyfotycznym ; (B) i (C) wyznaczenie kąta międzytrzonowego na radiogramie w projekcji bocznej przy użyciu programu Surgimap®.

Ryc. 12. Wyznaczanie kąta lordozy lędźwiowej: (A) metoda wyznaczania kąta lordozy lędźwiowej [68] (B) kąt lordozy lędźwiowej wyznaczony na radiogramie w projekcji bocznej przy użyciu programu Surgimap®.

Ryc. 13. Wyznaczanie pochylenia kości krzyżowej: (A) metoda wyznaczania kąta pochylenia kości krzyżowej [68] (B) kąt pochylenia kości krzyżowej wyznaczony na radiogramie w projekcji bocznej przy użyciu programu Surgimap®.

Ryc. 14. Lokalizacja punktów odniesienia przy ocenie kręgu w części lędźwiowej kręgosłupa na radiogramie boczny.

Ryc. 15 Wyznaczanie wysokości przestrzeni międzytrzonowej (h): (A) metoda wyznaczania wysokości przestrzeni międzytrzonowej wg. Frobina [71] (B) wyznaczona wysokość międzytrzonowa w programie GIMP.

Ryc. 16. Linijka stosowana do pomiaru natężenia bólu w skali VAS.

Ryc. 17. Rozkład wieku chorych.

Ryc. 18. Rozkład chorych według płci.

Ryc. 19. Czas trwania dolegliwości bólowych.

Ryc. 20. Segmenty ruchowe kręgosłupa objęte kręgozmykiem.

Ryc. 21. Typ kręgozmyku w klasyfikacji Wiltse'a, Newmana i Macnaba.

Ryc. 22. Występowanie bólu o charakterze korzeniowym.

Ryc. 23. Rozkład bólu o charakterze korzeniowym według odpowiednich korzeni nerwowych.

Ryc. 24. Zmiana procentowego udziału chorych z obecnymi zaburzeniami czucia w kolejnych badaniach.

Ryc. 25. Poziom dolegliwości bólowych mierzonych z użyciem Visual Analogue Scale w kolejnych badaniach.

Ryc. 26. Porównanie nasilenia dolegliwości bólowych w badaniu przed- i pooperacyjnym.

Ryc. 27. Porównanie nasilenia dolegliwości bólowych w badaniu pooperacyjnym i 1 miesiąc po operacji.

Ryc. 28. Porównanie nasilenia dolegliwości bólowych w badaniu 1 miesiąc i 6 miesięcy po operacji.

Ryc. 29. Niepełnosprawność chorych mierzona z użyciem Oswestry Disability Index w kolejnych badaniach.

Ryc. 30. Porównanie niepełnosprawności chorych w badaniu przedoperacyjnym oraz 1 miesiąc po operacji.

Ryc. 31. Porównanie niepełnosprawności chorych w badaniu 1 miesiąc i 6 miesięcy po operacji.

Ryc. 32. Stopień ześlizgu kręgu w kolejnych badaniach.

Ryc. 33. Porównanie stopnia ześlizgu w badaniu przedoperacyjnym i 1 miesiąc po operacji.

Ryc. 34. Porównanie stopnia ześlizgu w badaniu 1 miesiąc i 6 miesięcy po operacji.

Ryc. 35. Wartość kąta międzytrzonowego w kolejnych badaniach.

Ryc. 36. Porównanie wartości kąta międzytrzonowego w badaniu przedoperacyjnym oraz 1 miesiąc po operacji.

Ryc. 37. Porównanie wartości kąta międzytrzonowego w badaniu 1 miesiąc i 6 miesięcy po operacji.

Ryc. 38. Wartość kąta lordozy lędźwiowej w kolejnych badaniach.

Ryc. 39. Wartość kąta pochylenia kości krzyżowej w kolejnych badaniach.

Ryc. 40. Wartość względnej wysokości przestrzeni międzytrzonowej w kolejnych badaniach.

Ryc. 41. Porównanie wysokości przestrzeni międzytrzonowej w badaniu przedoperacyjnym i 1 miesiąc po operacji.

Ryc. 42. Porównanie wysokości przestrzeni międzytrzonowej w badaniu 1 miesiąc i 6 miesięcy po operacji.

Ryc. 43. Zależność pomiędzy nasileniem bólu oraz stopniem ześlizgu w badaniu przedoperacyjnym.

Ryc. 44. Zależność pomiędzy funkcjonowaniem chorych oraz stopniem ześlizgu w badaniu przedoperacyjnym.

Ryc. 45. Zależność pomiędzy stopniem ześlizgu oraz wartością kąta międzytrzonowego w badaniu przedoperacyjnym.

Ryc. 46. Zależność pomiędzy stopniem ześlizgu oraz wysokością przestrzeni międzytrzonowej w badaniu przedoperacyjnym.

Ryc. 47. Zależność pomiędzy funkcjonowaniem chorych a wysokością przestrzeni międzytrzonowej w badaniu przedoperacyjnym.

12. Wykaz tabel

Tab. I. Klasyfikacja kręgozmyku według Marchettiego i Bartolozziego

Tab. II. Wskazania bezwzględne i względne do leczenia operacyjnego kręgozmyków

Tab. III. Algorytm postępowania terapeutycznego

Tab. IV. Skala Lovett'a

Tab. V. Korzenie nerwowe i odpowiadające im mięśnie

Tab. VI. Stopnie niepełnosprawności wyliczone na podstawie Oswestry Disability Index

Tab. VII. Procentowy rozkład siły mięśniowej mierzonej w skali Lovett'a w kolejnych badaniach

Tab. VIII. Procentowy rozkład występowania chromania neurogennego u chorych w kolejnych badaniach

Tab. X. Procentowy rozkład występowania osłabienia odruchów ścięgniastych u chorych w kolejnych badaniach

Tab. XI. Procentowy rozkład stopni nasilenia dolegliwości bólowych w kolejnych badaniach

Tab. XII. Procentowy rozkład wartości kąta lordozy lędźwiowej, będących wynikami w granicach normy w badaniu przedoperacyjnym i 1 miesiąc po operacji

Tab. XIII. Procentowy rozkład wartości kąta pochylecia kości krzyżowej, będących wynikami w granicach normy w badaniu przedoperacyjnym i 1 miesiąc po operacji