

Adam Sulewski

Rozprawa doktorska

Skuteczność wertybroplastyki w leczeniu złamań kręgów osteoporotycznych

promotor pracy: dr hab. med. Andrzej Nowakowski

Klinika Chirurgii Kręgosłupa
Ortopedii Onkologicznej i Traumatologii

Wydział Nauk o Zdrowiu
Uniwersytet Medyczny w Poznaniu

Poznań 2010

*dr hab.n.med. Andrzejowi Nowakowskiemu,
Kierownikowi Kliniki Chirurgii Kręgosłupa
Ortopedii Onkologicznej i Traumatologii,
mojemu kierownikowi specjalizacji oraz
promotorowi za wszelką pomoc, cenne wskazówki udzielone
podczas realizacji tej pracy oraz wiele życzyliści składam
serdeczne podziękowania.*

Adam Sulewski

Spis treści

1. WSTĘP	6
1.1. Statyka kręgow	7
1.2. Biomechanika kręgosłupa	8
1.3. Koncepcja niestabilności kręgosłupa	12
1.4. Osteoporoza	13
1.4.1. Rozpoznanie osteoporozy	15
1.4.2. Leczenie osteoporozy	16
1.5. Złamania kości w przebiegu osteoporozy	17
1.6. Postępowanie w złamaniach kompresyjnych kręgow	22
1.6.1. Klasyczne leczenie nieoperacyjne	22
1.6.2. Leczenie mało inwazyjne (wertebroplastyka, kifoplastyka)	23
1.7. Przezskórna vertebroplastyka	24
1.7.1. Rys historyczny vertebroplastyki	25
1.7.2. Opis metody oraz problemy związane z operacją	26
1.7.3. Powikłania	31
1.7.4. Aspekty biomechaniczne związane z zastosowaniem cementu kostnego	34
2. ZAŁOŻENIA BADAŃ WŁASNYCH	36
3. CEL PRACY	37
4. MATERIAŁ WŁASNY I JEGO CHARAKTERYSTYKA	38
4.1. Dotychczasowe leczenie i diagnostyka	39
4.2. Wskazania do operacji	40
4.3. Opis techniki operacyjnej	40
4.4. Postępowanie pooperacyjne	41
4.5. METODA BADAŃ WŁASNYCH	41
4.5.1. Ocena jakości życia poprzez zastosowanie standaryzowanej międzynarodowej skali jakości życia RAND 36	42
4.5.2. Ocena niepełnosprawności spowodowanej dolegliwościami bólowymi kręgosłupa według kwestionariusza Oswestry	44
4.5.3. Ocena stopnia dolegliwości bólowych według Wizualnej Analogowej Skali Bólu (VAS)	45
4.5.4. Pomiar wzrostu chorych	46

4.5.5. Metoda analizy obrazów kręgów na radiogramach w projekcji strzałkowej	46
4.5.6. Ocena kątów nachylenia trzonów przyległych kręgów (powyżej i poniżej złamanego trzonu)	49
4.5.7. Ocena wysokości trzonu kręgowego na radiogramach w projekcji strzałkowej po wykonanej wertybroplastyce	50
4.5.8. Ocena wysokości trzonu kręgu poddanego wertybroplastyce na radiogramach w projekcji czołowej	52
4.6. Metody pomiaru	54
4.7. Analiza statystyczna	54
5. WYNIKI BADAŃ WŁASNYCH	55
5.1. Charakterystyka operowanych chorych	55
5.2. Ocena kliniczna chorych	56
5.2.1. Pomiar wzrostu chorych	56
5.2.2. Ocena niesprawności spowodowanej dolegliwościami bólowymi kręgosłupa według kwestionariusza Oswestry	57
5.2.3. Ocena skali jakości życia według skali RAND 36	61
5.2.4. Ocena nasilenia dolegliwości bólowych według wizualnej analogowej skali bólu (VAS)	62
5.3. Ocena parametrów radiologicznych	64
5.3.1. Ocena kąta kifozy lub lordozy utworzonego przez proste pośrodkowe trzonów kręgowych przyległych do złamanego trzonu na radiogramach w projekcji strzałkowej	64
5.3.2. Ocena wysokości złamanego trzonu kręgowego na radiogramach w projekcji strzałkowej	67
5.3.3. Ocena wysokości złamanego trzonu kręgowego na radiogramach w projekcji czołowej	72
5.3.4. Korelacja między wynikami radiologicznymi i klinicznymi	77
6. OMÓWIENIE WYNIKÓW BADAŃ WŁASNYCH	79
6.1. Wskazania do operacji	79
6.2. Zmiana kąta kifozy lub lordozy ocenianych na radiogramach w płaszczyźnie strzałkowej przed i po wykonanej wertybroplastyce oraz w badaniu kontrolnym	81
6.3. Analiza pomiarów oceniających wysokość trzonów kręgowych na radiogramach w płaszczyźnie czołowej i strzałkowej przed i po	

1. WSTĘP

Osteoporoza (łac. osteoporosis, dawna nazwa zrzeszotnienie kości) to stan chorobowy charakteryzujący się postępującym ubytkiem masy kostnej, osłabieniem struktury przestrzennej kości oraz zwiększoną podatnością na złamania.

Coraz większa wykrywalność tego schorzenia wiąże się przede wszystkim z wydłużeniem życia zarówno kobiet jak i mężczyzn a za tym ze wzrostem populacji osób starszych.

Na podstawie badań epidemiologicznych można stwierdzić, że liczba następstw, jakimi są złamania kości, nieustannie rośnie.

Najczęstszym złamaniem osteoporotycznym jest kompresyjne złamanie trzonu kręgowego.

Do niedawna nie istniały skuteczne metody leczenia złamań kręgow osteoporotycznych. Chorych leczono wyłącznie zachowawczo, stosując długotrwałe unieruchomienie, oszczędzający tryb życia. Leczenie to nie zawsze było skuteczne i prowadziło często do przewlekłych bólów krzyża, jako następstwo braku zrostu złamań kompresyjnych kręgow.

Odkąd w latach 90 zaczęto stosować wertebroplastkę w leczeniu złamań kompresyjnych trzonów kręgowych, stała się ona standardem postępowania. Metoda ta została opisana w wielu publikacjach, w których autorzy udowodnili jej skuteczność.

Wertebroplastyka ma niestety nadal bardzo ograniczone zastosowanie w Polsce, mało jest także doniesień polskich autorów opisujących jej stosowanie.

Standardem nadal stosowanym przez większość ortopedów jest długotrwałe i nieraz bezskuteczne leczenie zachowawcze złamań kompresyjnych kręgow.

W wytycznych *Polskiego Towarzystwa Osteoartrologii* i *Polskiej Fundacji Osteoporozy* nadal nie widnieje „wertebroplastyka” jako metoda stosowana w

złamaniach trzonów kręgowych.

Próba udowodnienia skuteczności werterbroplastyki jako metody zmniejszającej ból oraz zapobiegającej zapadaniu się zajętych osteoporozą trzonów kręgowych być może przyczyni się do większego rozpowszechnienia tej metody w naszym kraju.

1.1. Statyka kręgow

Kręgosłup człowieka zapewnia postawę wyprostowaną oraz chód dwu kończynowy. Stanowi rusztowanie dla tułowia, przenosząc głównie siły ściskające. Kręgosłup składa się z 7 kręgów szyjnych, 12 piersiowych, 5 lędźwiowych, pozostałe tworzą kość krzyżową, wchodzącą w skład obręczy miednicy. Budowa kręgów zapewnia im dużą wytrzymałość mechaniczną przy stosunkowo niewielkiej ilości tkanki kostnej. Badania Bella i Messera [1] potwierdziły wzrost wytrzymałości trzonu kręgu na siły ściskające zgodne z kierunkiem siły grawitacji. Wraz ze zwiększającym się doogonowo jego przekrojem rośnie wytrzymałość. W części piersiowej siły od 2000 N do 4000 N. W części lędźwiowej jest ona większa i mieści się w zakresie 6000 N w L1 i 8000 N w L4 i L5.

Trzon kręgu pod względem mechanicznym można podzielić na część sztywną czyli zewnętrzną warstwę kości zbitej oraz beleczkową strukturę istoty gąbczastej. Obydwie części absorbują energię w odmienny sposób. W miarę upływu wieku gęstość tkanki kostnej ulega zmniejszeniu wpływając na obniżenie wytrzymałości tkanki kostnej.

Cała siła ciężkości jest przenoszona głównie poprzez trzony kręgu oraz struktury zlokalizowane w obrębie przestrzeni międzytrzonowych ($\approx 80\%$).

Tylne elementy kręgosłupa, tzn. łuki kręgowe, wyrostki stawowe górne i dolne oraz łączące je więzadła, przenoszą obciążenia jedynie w 20% i są głównie elementem stabilizującym.

1.2. Biomechanika kręgosłupa

Biomechanika ortopedyczna zajmuje się problematyką funkcjonowania układów naturalnych lub sztucznych w organizmie ludzkim. Biomechanika ta analizuje poprawne funkcjonowanie elementów narządu ruchu:

fizjologicznych (w analizie urazów sportowych),

patologicznych (w przebiegu choroby zwyrodnieniowej)

sztucznych (alloplastyka stawów, funkcjonowanie protez, ortez podczas ruchu)

Na aspekty biomechaniki kręgosłupa zwrócił szczególną uwagę Andrzej Nowakowski, używając jej do opisu trójplaszczynowej deformacji w skoliozie[2].

Kręgosłup stanowi osiową część narządu ruchu i jest swoistym złożonym kompleksem biomechanicznym. Składa się z pojedynczych sztywnych kręgów połączonych elastycznymi wiązaniami. Jako całość spełnia wiele funkcji – chroni struktury nerwowe umieszczone w kanale kręgowym, łączy szkielet kończyn i czaszkę oraz podpira rusztowanie klatki piersiowej.

W zawiązku z tym musi łączyć cechy dużej wytrzymałości oraz elastyczności.

Według White'a i Panjabiego, spełnia on trzy podstawowe funkcje biomechaniczne: przenosi obciążenia występujące w czasie ruchów głowy i tułowia oraz obciążenia wywierane na obręcz miednicy, jednocześnie umożliwiając fizjologicznie wystarczający zakres ruchów pomiędzy tymi trzema częściami ciała z jednoczesną ochroną rdzenia kręgowego przez ograniczanie nadmiernych ruchów rotacyjnych i zginających.

Kręgosłup jako narząd osiowy człowieka musi przenosić siły zarówno w warunkach fizjologicznych jak i patologicznych. Siły te możemy podzielić na wewnętrzne (siły napięcia mięśniowego) oraz zewnętrzne, do których należą siły grawitacji oraz siły powstające w wyniku innych czynników zewnętrznych. Fizjologicznie układ mięśniowo-więzadłowo-powięziowy i kostny kręgosłupa jest przystosowany do równoważenia powyższych sił.

Zwiększenie wytrzymałości na nacisk osiowy zapewniają fizjologiczne krzywizny kręgosłupa. Wzrost wytrzymałości esowato wygiętej konstrukcji zależy od liczby krzywizn. Przy czterech krzywiznach kręgosłupa, jego wytrzymałość jest siedemnastokrotnie większa niż wytrzymałość walca. Średnia wytrzymałość kolumn kręgosłupa przy obciążeniu osiowym nie przekracza 3500N. Jest ona zróżnicowana w zależności od odcinka, w części szyjnej jest najmniejsza ok. 1750 N, natomiast największa jest w części lędźwiowej i wynosi 6000 N. Wytrzymałość kręgosłupa zmniejsza się wraz z czasem działania obciążenia. Przy stałym obciążeniu przekraczającym zakres fizjologiczny wytrzymałość kręgosłupa maleje powodując wzrost jego sztywności i większą wrażliwość na urazy.

Wytrzymałość biomechaniczna części lędźwiowej wynika w znacznej mierze z konfiguracji wyrostków stawowych tworzących stawy międzykręgowe oraz łączących więzadeł.

Powierzchnie stawowe ułożone w płaszczyźnie strzałkowej ograniczają ruchy skrętne oraz ruchy nadmiernego prostowania i zginania zapobiegając nadmiernym ruchom translacyjnym. Biorą one niewielki udział w przenoszeniu sił nacisku osiowego.

W przypadku zmian zwyrodnieniowych udział wyrostków w przenoszeniu ciężaru ciała wzrasta z 8 do 40%. Wzrost ten niekiedy przekracza granice wytrzymałości łuku kręgu powodując jego złamanie.

Wbrew potocznym opiniom to jednak elementy kostne są najsłabszym elementem mechanicznym kręgosłupa. Jako pierwsze ulegają uszkodzeniom podczas urazów, a także w przypadku zmian osteoporotycznych złamaniom kompresyjnym przy działaniu sił skierowanych osiowo o fizjologicznym natężeniu. Wytrzymałość trzonów kręgów zależy od płci, wieku i oraz masy ciała. Wytrzymałość trzonów kręgów zależna jest od właściwości wiskoelastycznych (powtarzające się obciążenia powodują zmniejszenie ich wytrzymałości do złamania zmęczeniowego włącznie).

Wytrzymałość trzonów kręgów poddanych 10 cyklom obciążeń zmniejsza się

o 30%. Po 5000- krotnym powtórzeniu obciążenia wytrzymałość spada do 50% wartości pierwotnej.

Uszkodzenia kręgosłupa są także zależne od wibracji. Przy częstotliwości drgań – 4-5Hz (naturalna częstotliwość części kostno-więzadłowej kręgosłupa) obserwuje się znaczne przemieszczenia powodujące istotny wzrost napięcia mięśni zapewniających utrzymanie stabilizacji ciała.

Aparat więzadłowy zapewnia stabilność kolumny kręgosłupa. W pełnym zgięciu największa rola przypada na więzadła stawów międzykręgowych (39%) oraz krążek międzykręgowy (29%). W mniejszym stopniu dochodzi do obciążenia pozostałych więzadeł: międzykolczystych (19%) oraz więzadła żółtego (13%).

Rola krążka międzykręgowego poza stabilizacją jednostki ruchowej polega głównie na przenoszeniu obciążeń pionowych. Ze względu na jego sprężystość część energii ulega rozproszeniu, wywołując efekt odkształcenia elementów elastycznych krążka.

Krażek międzykręgowy składa się z jądra miażdżystego oraz otaczającego pierścienia włóknistego. Jądro miażdżyste zawiera do 90% wody i ma charakter półpłynnej substancji zamkniętej w przestrzeni ograniczonej pierścieniem włóknistym oraz płytkami krańcowymi sąsiadujących kręgow. Jego struktury pozbawione są zarówno naczyń jak i nerwów. Substancje odżywcze transportowane są do jądra miażdżystego przez płytki krańcowe, a jego odżywienie zależne jest bezpośrednio od jakości układu krwionośnego trzonów kręgow.

Krażek międzykręgowy pozwala na zamianę obciążeń osiowych w ciśnienie hydrostatyczne. Ciśnienie to rozchodzi się we wszystkich kierunkach, natomiast jednostkowe ciśnienie parcjalne jest odwrotnie proporcjonalne do powierzchni, na którą działa. Zwiększeniu powierzchni służą wklęsłe powierzchnie płytek krańcowych kręgow, przyczyniając się tym samym do

zmniejszenia naprężeń.

W sytuacji gdy dojdzie do protruzji lub „wypadnięcia” jądra miazdżystego system biomechaniczny krążka międzykręgowego zostaje zaburzony. Stan ten można porównać do opony, z której uszło powietrze. Obciążenia osiowe związane z ciężarem nie będą zamieniane na ciśnienie hydrostatyczne, lecz bezpośrednio przenoszone na płytkę krańcową kręgu poniżej.

W przypadku złamania kompresyjnego kręgu powodującego jego sklinowacenie rozkład sił działających na krążek jest nierównomierny, ulega znacznemu zaburzeniu powodując jego wysuwanie się (wyciskanie) z przestrzeni międzykręgowej.

Pierścień włóknisty składa się z szeregu warstw, w obrębie których włókna przebiegają w określonym kierunku krzyżując się nawzajem oraz wytwarzając połączenia pomiędzy włóknami kolagenu.

Kolagen pierścienia włóknistego zachowuje się podobnie jak włókno szklane (niewielkie uszkodzenia struktury nie powodują utraty funkcji), a nie jak nylon (stosowany np. do produkcji rajstop, gdzie jeden otwór indukuje reakcję lawinową powodując znaczne rozerwanie sieci).

Do czynnych stabilizatorów kręgosłupa zalicza się mięśnie przykręgosłupowe.

W biomechanice kręgosłupa wyróżnia się trzy grupy mięśni: krótkie głębokie mięśnie grzbietu działające na segment ruchowy, długie mięśnie grzbietu działające bezpośrednio na kręgosłup, mięśnie oddziałujące zarówno na kręgosłup jak i kończyny.

Mięśnie aktywnie stabilizują kręgosłup we wszystkich jego połączeniach za pomocą regulacji napięcia mięśniowego. W postawie zrównoważonej dla utrzymania pozycji swobodnej napięcie mięśni jest minimalne. W przypadku utraty równowagi sił działających w obrębie kręgosłupa obserwujemy ruch. Mięśnie długie stabilizują kręgosłup w płaszczyźnie czołowej, a ich asymetryczne napięcie powoduje boczne wygięcie kręgosłupa. W

płaszczyźnie strzałkowej rolę tę spełniają zarówno mięśnie długie grzbietu oraz mięśnie brzucha, w tym głównie mięsień prosty brzucha.

Podczas ruchów kręgosłupa dochodzi do zmian w obrębie kanału kręgowego. Zginanie oraz prostowanie powodują odpowiednio jego wydłużenie bądź skrócenie.

1.3. Koncepcja niestabilności kręgosłupa

Kliniczna definicja niestabilności jest konieczna nie tylko dla zrozumienia podłoża patologii w obrębie kręgosłupa czy podjęcia decyzji odnośnie operacji, lecz także wpływa na dobór techniki operacyjnej, w tym wertybroplastyki. Dla lepszego zrozumienia biomechanicznej stabilności w obrębie kręgosłupa zastosowano metodę podziału kręgosłupa na kolumny.

Koncepcja podziału kręgosłupa na dwie kolumny

Podział na dwie kolumny po raz pierwszy zaproponował Holdsworth w 1963 roku, opierając się na swoich doświadczeniach klinicznych oraz w pracach Nicolla i doświadczeniach Roafa [3, 4]. Tylne kolumny wg Holdswortha, składa się z zespołu tylnych więzadeł: międzykolczystych i nadkolczystych, więzadła żółtego oraz stawów międzywyrostkowych [5].

Przednia kolumna natomiast to trzony kręgów, krążek międzykręgowy oraz obydwa więzadła podłużne – przednie i tylne. Stwierdził on, że stabilność kręgosłupa zależy w głównej mierze od zespołu więzadeł tylnych. Złamania trzonu bez ich naruszenia nie powoduje zagrożenia niestabilności kręgosłupa. Natomiast uszkodzenie jednego elementu przedniej kolumny powoduje już niestabilność.

Koncepcja podziału kręgosłupa na trzy kolumny

Koncept trójkolumnowej struktury kręgosłupa zaproponował Denis w 1983 roku [6]. Stwierdził on, że uszkodzenie tylko tylnej kolumny wg Holdswortha [5] nie skutkuje wystąpieniem niestabilności, jednak uszkodzenie tylnej części

pierścienia włóknistego i więzadła podłużnego tylnego powoduje już niestabilność. Dlatego też do środkowej kolumny zalicza on powyższe struktury oraz dodatkowo tylną powierzchnię trzonu kręgu. Naruszenie wyłącznie przedniej kolumny samo w sobie nie powoduje powstania niestabilności.

Odmianą koncepcję przedstawił Louis [7] zaliczając do kolumny przedniej podobnie jak Holsworth trzon kręgu, a pozostałe dwie kolumny tworzą osobno stawy oraz wyrostki stawowe. Koncepcję tę wykorzystał przede wszystkim do analizy zmian zachodzących w przebiegu choroby zwyrodnieniowej kręgosłupa.

Współcześnie definicja stabilności kręgosłupa napotyka wiele praktycznych przeszkód w codziennej praktyce klinicznej. Definicję niestabilności zaproponowali także White i Panjabi [1] opisując ją jako „utrata zdolności kręgosłupa w warunkach fizjologicznych obciążeń do zachowania ruchomości nie prowadzącej do zwiększenia defektu neurologicznego, istotnej deformacji, lub znaczących dolegliwości bólowych”. Zdefiniowanie momentu, w którym możemy mówić o niestabilności kręgosłupa jest znacznie prostsze w przebiegu złamań. Trudniej zdefiniować moment niestabilności w przebiegu choroby zwyrodnieniowej kręgosłupa. Pomocna w zrozumieniu klinicznym niestabilności kręgosłupa jest koncepcja "strefy neutralnej" (neutral zone) zaproponowana przez Panjabiego i wsp. [8]. Autorzy podkreślają znaczenie ciągłości między stanem pełnej stabilności podczas ruchu, poprzez nadmierną ruchomość segmentalną (w przebiegu zmian zwyrodnieniowych), kończąc na możliwych deformacjach pourazowych o cechach niestabilności.

1.4. Osteoporoza

Osteoporoza wynika z ograniczonej masy kostnej i zakłóceń w mikroarchitekturze kości, co powoduje spadek wytrzymałość kości i zwiększone ryzyko złamań, szczególnie kręgosłupa, biodra, nadgarstka, ramienia i

miednicy. Ryzyko złamań gwałtownie wzrasta wraz z wiekiem, szczególnie u chorych po 75 roku życia [9, 10]. Globalnie złamania osteoporotyczne powodują corocznie niepełnosprawność wśród 5,8 miliona chorych. Są one przyczyną zwiększenia śmiertelności. Złamania szyjki kości udowej powodują utratę samodzielności przez co najmniej jedną trzecią osób z osteoporozą. Złamania kompresyjne kręgów powodują ból, trudności z wykonywaniem codziennych czynności a także zmianę kifozy fizjologicznej tułowia, wynikającą ze zklinowacenia trzonów kręgów.

Utratą masy kostnej zaczyna się w czwartej lub piątej dekadzie życia.

Występuje ona w wyniku zwiększonej resorpcji kości przez osteoklasty i spadek formacji kości przez osteoblasty[11]. Rola zmniejszającego się poziomu estrogenów po menopauzie i związana z tym utrata masy kostnej u kobiet jest dobrze udokumentowana. Także u mężczyzn w podeszłym wieku spadek masy kostnej jest również powiązany ze zmniejszonym poziomem estrogenów. Niedobór witaminy D oraz wtórna nadczynności przytarczyc występują często u ludzi w podeszłym wieku. Inne czynniki powiązane z procesem starzenia się to spadek produkcji insulinopodobnego czynnika wzrostu (Insulin Like Growth Factor) oraz spadek aktywności fizycznej.

Czynniki genetyczne mają również duży wpływ na szczyt masy kostnej, która jest osiągnięta podczas trzeciej dekady życia a także w późniejszym życiu.

Żywność, w szczególności podaż wapnia i witaminy D, równowaga hormonalna, aktywność fizyczna również wpływają na „szczytową” masę kostną. Niska masa kostna pełni ważną rolę w patogenezie złamania, jednak czynniki związane z zagrożeniem upadkiem mają olbrzymie znaczenie.

Oprócz składu mineralnego kości, który może być obecnie uwzględniany dzięki pomiarowi gęstości mineralnej kości, istotne są geometria kości i jej wewnętrzna struktura, które w sposób zasadniczy mogą wpływać na zwiększone ryzyko łamliwości kości. Dolna granica szczytowej masy kostnej oraz wzrost strat struktury mineralnej kości po menopauzie sprawiają, że ryzyko osteoporozy u kobiet jest większe niż u mężczyzn.

Poniżej przedstawiono najczęstsze czynniki ryzyka osteoporozy:

Czynniki ryzyka osteoporozy niezależne od gęstości mineralnej kości [11]

Wiek
występujące wcześniej złamania
złamanie szyjki kości udowej w rodzinie
pobieranie doustnych glikokortykosteroidów
palenie tytoniu
Spożycie alkoholu ≥ 3 jednostek / dzień
Reumatoidalne zapalenie stawów
Body Mass Index ≤ 19
upadki

Czynniki ryzyka osteoporozy zależne od gęstości mineralnej kości [11]

Nieleczony hypogonadyzm
zespoły złego wchłaniania
Choroby endokrynologiczne
Przewlekłe choroby nerek
Przewlekłe choroby wątroby
Przewlekła obturacyjna choroba płuc
Bezruch
Pobieranie leków (inhibitorów aromatazy, antyandrogenów)

1.4.1. Rozpoznanie osteoporozy

Badaniem służącym rozpoznaniu osteoporozy jest badanie densytometryczne kośćca, które określa jego gęstość mineralną (ang. Bone Mineral Density - BMD). Zwykle ocenia się BMD odcinków układu kostnego, które najczęściej ulegają złamaniom w przebiegu osteoporozy - szyjki kości udowej, odcinka lędźwiowo-krzyżowego kręgosłupa oraz dalszego odcinka kości promieniowej. Dane z badania densytometrycznego prezentowane są jako wskaźniki: T-Score (porównanie do gęstości kości osób młodych) oraz Z-Score (porównanie do osób w tym samym wieku).

Zdjęcie RTG pokazuje tylko bardzo zaawansowaną osteoporozę i nie może być podstawą rozpoznania.

Rozpoznanie osteoporozy potwierdza T-Score jest równy lub przekraczający wartość $-2,5$ odchylenia standardowego (SD).

W diagnostyce wykorzystuje się również badania densytometryczne metodą tomografii komputerowej, laboratoryjne poziomów między innymi wapnia, fosforu a także biopsję kości.

1.4.2. Leczenie osteoporozy

Celem leczenia jest zapobieganie złamaniom kości, co osiąga się przez zwiększenie masy kostnej, zapobieganie jej ubytkowi i poprawę wewnętrznej struktury kości.

U osób zagrożonych wystąpieniem osteoporozy należy prowadzić profilaktykę. Polega ona na usunięciu lub minimalizacji czynników prowadzących do osteoporozy, a także uzupełnianiu niedoborów żywieniowych wapnia, witaminy D oraz białka. Należy zwrócić uwagę na nasilające osteoporozę wpływ unieruchomienia, dlatego profilaktycznie zaleca się szczególnie przed menopauzą uprawianie sportu, aby wzmocnić kości i mięśnie odpowiadające za stabilizację postawy.

Metody leczenia dzielimy na pobudzające osteoblasty (tworzenie tkanki kostnej) i hamujące osteoklasty (hamowanie ubytku kości). Przed wybraniem odpowiedniej strategii leczenia należy określić parametry metabolizmu tkanki kostnej i typ ubytku kości (przewaga ubytku kości lub zahamowanie osteosyntezy).

Kobietom po menopauzie podaje się estrogeny a kuracja powinna trwać nie mniej niż 10 lat.

Grupy leków najczęściej stosowane w leczeniu osteoporozy [12]:

- bisfosfoniany:
 - alendronian sodu
 - etydronian disodowy
 - klodronian disodowy
 - kwas ibandronowy
 - kwas zoledronowy
 - pamidronian disodowy
 - ryzedronian sodu
- preparaty wapnia
- preparaty witaminy D
- fluorki, obecnie rzadko stosowane ze względu na możliwość powstania zaburzeń mikroarchitektury kości
- kalcytonina łososiowa
- hormonalna terapia zastępcza (estrogeny)
- raloksyfen
- ranelinian strontu
- teryparatyd czyli rhPTH (1-34); rozważa się zastosowanie parathormonu (PTH 1-84) lub innych jego fragmentów

1.5. Złamania kości w przebiegu osteoporozy

Złamanie kości następuje w sytuacji, gdy siła działająca przekracza jej wytrzymałość mechaniczną. Kości szkieletu są doskonale przygotowane do reagowania na obciążenia. Włókna kolagenowe pozwalają kości na sprężyste, odwracalne odkształcanie się, natomiast składniki mineralne dają ogromną odporność na siły ściskające. Dostosowując się do pełnionych funkcji, trzony kręgow zbudowane są w 66% z kości beleczkowej, końce stawowe kości w obrębie nasad dystalnych z 20% kości beleczkowej, natomiast trzony składają się w 90% z kości korowej. Na jakość kości, w osteoporozie oznaczająca odporność na złamania, wpływają: gęstość mineralna, architektura, makrostruktura, zawartość kości

beleczkowej i korowej.

Osteoporoza charakteryzująca się ogólnym obniżeniem gęstości mineralnej i przebiega odmiennie w kości beleczkowej oraz korowej. W kości beleczkowej powoduje ścieńczenie beleczek i przerwanie ich ciągłości. Kość korowa ulega stopniowemu zgąbczeniu. Zależnie od stopnia zaawansowania tych procesów w obu rodzajach kości poszczególne lokalizacje szkieletu stają się bardziej lub mniej podatne na złamania, co ogólnie nazywamy łamliwością kości.

W USA osteoporotyczne złamanie kręgosłupa zdarza się co 45 sekund[12]. Złamania występujące w przebiegu osteoporozy przesadzają o jej znaczeniu klinicznym. Są one tak częste, że mówimy o epidemii złamań. Niestety, starzenie się społeczeństw powoduje, że będą one jeszcze częstsze. Życiowe ryzyko wystąpienia jakiegokolwiek złamania u 50 letniej kobiety wynosi aż 39,7% [13]. Niestety, informacje o częstości złamań osteoporotycznych w Polsce są szacunkowe. Na podstawie danych demograficznych szacuje się, że rocznie około 15 000 chorych z osteoporozą doznaje złamania bliższego końca kości udowej. W próbie liczącej 232 osób populacji warszawskiej stwierdzono złamania bliższego końca kości udowej u 0,9%, a przedramienia u 14,6% kobiet[14].

Na podstawie dużych badań epidemiologicznych wykazano, że ryzyko złamania bliższego końca kości udowej jest wyższe niż wystąpienie raka sutka, macicy i jajników razem wziętych [15], natomiast ryzyko zgonu z tego powodu jest wyższe niż przy raku sutka [16]. Najczęstsze lokalizacje złamania przedstawia tabela 1.

Tabela 1. Najczęstsze osteoporotyczne złamania kości według kolejności[16]

1. złamanie kompresyjne trzonu kręgowego
2. bliższego końca kości udowej
3. złamanie nasady dalszej kości promieniowej
4. szyjki kości ramiennej
5. złamanie dalszego końca kości promieniowej – Collesa
6. złamania żeber

Złamanie to opisał A. Colles przed 180 laty, kiedy nie było znane promieniowanie rentgenowskie (pierwszy radiogram wykonano w 1895). Do złamania dochodzi skutkiem upadku na wyciągniętą do przodu rękę. Uderzenie okolicą nadgarstka o twarde podłoże, powoduje złamanie w obrębie dalszej nasady i przemieszczenie grzbietowe. Zasadniczym problemem wszystkich złamań kości promieniowej jest ubytek tkanki kostnej w miejscu złamania, co stwarza duże ryzyko wtórnego przemieszczenia. Złamania te łatwo się zrastają, niestety najczęściej z przemieszczeniem. Stanowi to przyczynę przewlekłych dolegliwości bólowych w późniejszym okresie. 30% złamań jest powikłanych zespołem Sudecka, szczególnie w przypadku współistniejącej osteoporozy.

Złamanie kostek

Typowy mechanizm złamania to "skręcenie kostki" na nierównej powierzchni. Zwykle łamie się kostka boczna z niewielkim przemieszczeniem, ale złamaniu mogą też ulegać obie kostki wraz z dalszą nasadą kości piszczelowej. Zawsze należy rozważyć leczenie operacyjne, które daje najlepsze rokowanie. Jeżeli zespolenie nie zapewni stabilności złamania, konieczne jest zastosowanie na krótko opatrunku gipsowego. Niestety wymaga to odciążenia kończyny do okresu uzyskania zrostu. Postępowaniem z wyboru jest czasowe leżenie z uniesieniem kończyny powyżej poziomu ciała [17].

Złamania bliższego końca kości udowej

Złamania te stanowią główny problem osteoporozy z powodu związanej z nimi wysokiej śmiertelności oraz zagrożenia inwalidztwem. Częstość ich występowania wynosi średnio 2,5 na 1000 kobiet i waha się w granicach od 0.2 (w 35 r.ż.) do 30.0 (po 85 r.ż.) [18]. Życiowe ryzyko złamania bliższego końca kości udowej u kobiety po 50 r.ż. wynosi 17% [18]. 90% złamań szyjki kości udowej jest skutkiem upadku [19], pozostałe 10% przypada na złamania zmęczeniowe lub patologiczne [20].

Według [American Academy of Orthopaedic Surgeons](#) złamania te dzielimy na: wewnątrztorbkowe, krętarzowe i podkrętarzowe. Torebka stawu biodrowego przyczepia się u podstawy szyjki w linii gdzie rozpoczynają się krętarze. Szyjka kości pozbawiona jest okostnej, z racji tego głowa kości udowej unaczyniona jest wyłącznie od podstawy szyjki. Złamanie w tej okolicy powoduje odcięcie ukrwienia części bliższej (głowy). Wysokie złamania podgłowowe u osób starszych (powyżej 70 lat) praktycznie się nie zrastają. W tych złamaniach leczeniem z wyboru jest wszczepienie endoprotezy stawu biodrowego- całkowitej lub częściowej, najczęściej bipolarnej.

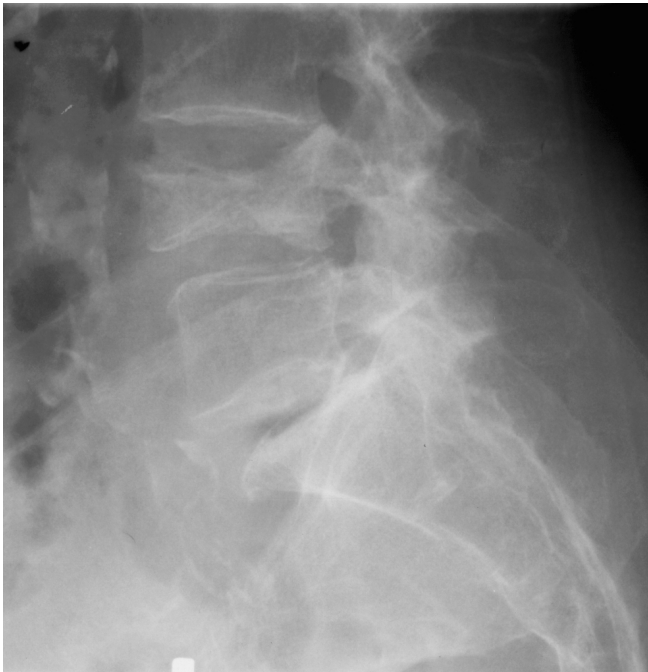
Uzyskanie zrostu w złamaniach krętarzowych i podkrętarzowych jest łatwe, jakkolwiek zespolenie może następczość trudności techniczne z racji bardzo niskiej jakości tkanki kostnej.

Niezależnie od rodzaju złamania bliższego końca kości udowej leczenie operacyjne jest metodą z wyboru. Bezwzględna zasada leczenia jest szybka pionizacja chorego, praktycznie następnego dnia po zabiegu, oraz wdrożenie programu rehabilitacyjnego [18,19,21]. Niezależnie od zastosowanego leczenia w ciągu roku umiera 10-20% kobiet i 25% mężczyzn [22]. Z osób, które przeżyją szczęśliwie złamanie 50% staje się niepełnosprawna [23].

Złamania kręgosłupa (ZK)

Złamania kręgosłupa są w osteoporozie najczęstsze. Złamaniu kręgosłupa rocznie ulega 145 kobiet i 73 mężczyzn na 100 000 osób [11]. Po 50 r.ż.

złamania te występują u co czwartej kobiety, a po 85 r.ż. już u co drugiej [12]. Około 70% złamań jest bezobjawowa. Nierzadko widoczne na radiogramie złamania kilku trzonów kręgów są dla chorego ogromnym zaskoczeniem. Najprawdopodobniej, złamania bezobjawowe pojawiają się powoli, natomiast nagłe zapadnięcie kręgu powoduje ostry ból. Złamania mogą powstać podczas rutynowych czynności dnia codziennego, przy wstawaniu z łóżka, kichnięciu, potknięciu się o przeszkodę.



Ryc. 1. Złamanie kompresyjne trzonu kręgu L4

*Material Kliniki Chirurgii Kręgosłupa Ortopedii
Onkologicznej i traumatologii.*

Tylko 25% złamań następuje wskutek upadku, a zaledwie 10% złamań wymaga krótkotrwałej hospitalizacji [13].

Najczęściej łamią się kręgi poddane największym siłom, a więc zlokalizowane pomiędzy mało ruchliwym kręgosłupem piersiowym a lędźwiowym (kręgi Th8, Th12, L1) [14].

Ból przy złamaniach objawowych jest ostry, zlokalizowany zwykle na poziomie uszkodzenia, może

promieniować do boku, nasila się przy pochylaniu ciała ku przodowi. W badaniu fizykalnym dominuje miejscowa

bolesność uciskowa i wzmożone napięcie

mięśni przykręgosłupowych. Podstawą rozpoznania złamania kręgosłupa jest badanie radiologiczne w projekcji strzałkowej i czołowej. Złamania osteoporotyczne kręgosłupa są złamaniami kompresyjnymi. Pośród nich odróżniamy złamania: klinowe, dwuwklęsłe i zmiażdżeniowe. Rozróżnienie stwierdzonej na radiogramie „deformacji” oparte jest na definicji złamania. Najczęściej przyjmuje się, że jest to 20% obniżenie wysokości w stosunku do sąsiedniego kręgu lub blaszek tego samego kręgu. Bardzo cennych informacji dostarcza sam pomiar wzrostu. Szacuje się, że jeden złamany kręgu

daje obniżenie średnio o 2,1 cm. Nie wolno zapomnieć, że złamanie kręgosłupa może być objawem wielu innych schorzeń jak: choroba nowotworowa uogólniona (myeloma) lub miejscowa (przerzut), naczynek, nadczynność przytarczyc i inne [13].

Konsekwencją złamań kręgosłupa są przewlekłe bóle grzbietu, obniżenie wzrostu, pogłębiona kifoza piersiowa (wdowi garb). Towarzyszące złamaniom deformacje sylwetki prowadzą do zmniejszenia pojemności oddechowej płuc, pogorszenia wydolności układu krążeniowo-oddechowego i upośledzenie funkcji jelit. U osób ze złamaniem kręgosłupa stwierdzono zwiększenie śmiertelności w okresie 5 lat o 15-20%. Śmiertelność ta jest wynikiem raczej ogólnego stanu zdrowia, a nie powikłaniem złamania kręgosłupa [12,15]. Złamanie kręgosłupa jest złowieszczym prognostykiem następnych złamań, których częstość wzrasta 2,8 razy (od 1.5 do 11).

1.6. Postępowanie w złamaniach kompresyjnych kręgow

Złamania trzonów najczęściej nie ulegają przemieszeniu, nie grożą zwykle powikłaniami neurologicznymi i często zrastają się samoistnie.

W przeciwieństwie do złamań urazowych są one stabilne i nie grożą najczęściej uszkodzeniem rdzenia kręgowego. Zasadą leczenia jest postępowanie przeciwbólowe, niekiedy krótki okres leżenia i czasem lekki gorset. Niestety, złamania kręgosłupa powodują nieodwracalne zmiany sylwetki i uciążliwe dolegliwości bólowe, często nie poddające się leczeniu zachowawczemu [24,25].

1.6.1. Klasyczne leczenie nieoperacyjne

Pierwszym krokiem w leczeniu złamania kręgosłupa na tle osteoporozy sprowadza się do postępowania zachowawczego, które obejmuje 3 okresy [26]:

1. Ostry (3 tygodnie)
2. Gojenie złamania (3 tygodnie)
3. Lordotyczny ból krzyża (10 tygodni)

W okresie ostrym, bólowym przez pierwszy tydzień obowiązuje leżenie, stosowanie leków przeciwbólowych (NLPZ najczęściej Ketoprofen, analgetyki), miorelaksantów, zapobieganie zaparciom i gimnastyka oddechowa.

Najnowsze doniesienia mówią także o bardzo skutecznym zastosowaniu kalcytoniny. Kalcytonina oprócz wpływu na wzrost gęstości mineralnej kości, przyspieszaniu gojenia złamań działa także przeciwbólowo.

Pionizacja krótkotrwała następuje po tygodniu, jeżeli są wskazania to w gorsecie Jevetta. W dwóch następnych tygodniach przedłuża się czas pionizacji. W okresie gojenia złamania następuje stopniowe odstawianie gorsetu. W okresie tzw. lordotycznego bólu krzyża stosujemy przerywany odpoczynek polegającego na leżeniu przez 20 minut, co dwie godziny [27].

W przypadku, gdy mimo stosowanego przez okres co najmniej sześciu tygodni leczenia zachowawczego ból nie ustępuje, rozważa się zastosowanie metod inwazyjnych: wertebroplastyka i kifoplastyka.

W przypadku osób w podeszłym wieku, których ból krzyża i konieczność leżenia przez kilka tygodni może trwale wyłączyć z samodzielności w podstawowych potrzebach życiowych, możemy skrócić próbę leczenia zachowawczego.

1.6.2. Leczenie mało inwazyjne (wertebroplastyka, kifoplastyka)

Leczenie inwazyjne złamań trzonów kręgowych polega na wypełnieniu złamanego trzonu cementem kostnym. W przypadku kifoplastyki dodatkowo przed podaniem cementu przy pomocy specjalnego balona rozpręża się

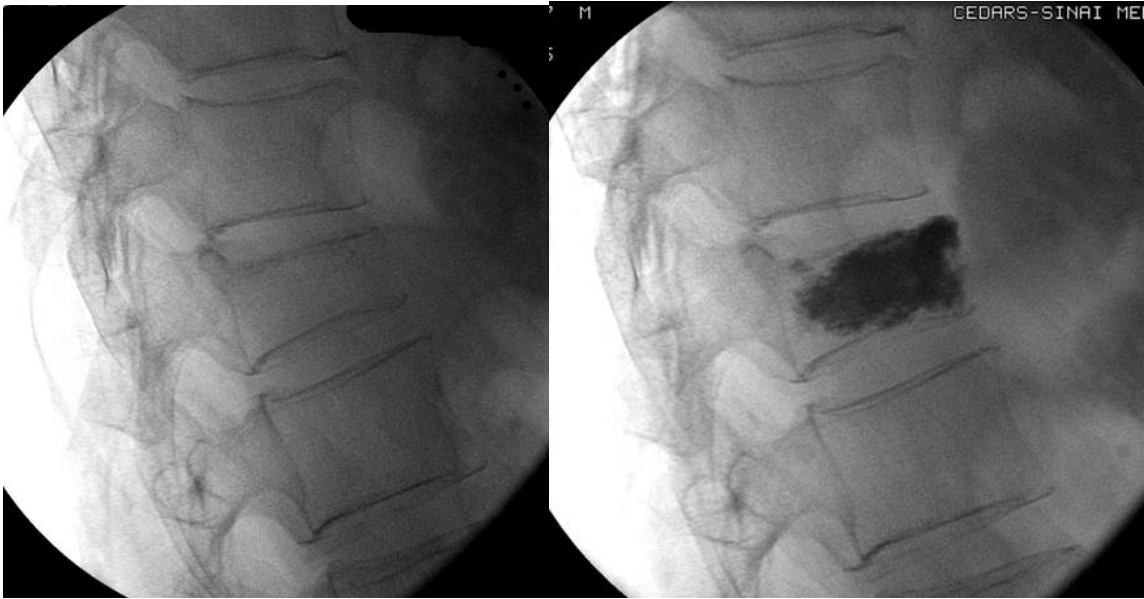
złamany kręgi. Obie metody charakteryzują się dużą skutecznością w leczeniu bólu krzyża. Doniesienia innych autorów wskazują na 80% - 97% skuteczność.

1.7. Przeskórna wertebroplastyka

Przeskórna wertebroplastyka jest mało inwazyjną procedurą, która polega na podaniu do zmienionego chorobowo trzonu kręgowego półpłynnego cementu kostnego(ryc.2.) [28]. W efekcie dochodzi do wypełnienia ubytków struktury kostnej, wzmocnienia trzonu kręgu i zmniejszenie bólu, przez ustabilizowanie(„sklejenie”) odłamów kostnych. Głównymi wskazaniami do wertebroplastyki są złamania kompresyjne trzonów w przebiegu osteoporozy, naczyniaki kręgow oraz przerzuty nowotworowe do trzonów. Szczegółowe wskazania przedstawia tabela 2.

Tabela 1. Wskazania do zastosowania wertebroplastyki kręgow [89]

złamania osteoporotyczne kręgow „starsze” niż dwa tygodnie, ze średnio lub znacznie nasilonymi dolegliwościami bólowymi, nie poddające się leczeniu nieoperacyjnemu
przerzuty nowotworowe do trzonu kręgowego z lub bez zastosowania radioterapii adjuwantowej
„bolesne” naczyniaki kręgow
osteonekroza kręgow – choroba Kumelsa (Kummel's disease)
konsolidacja trzonu kręgowego przed ewentualną dodatkową stabilizacją przeznasadową wielosegmentową.



Ryc.2a i 2b. Vertebroplastyka trzonu kręgowego Th 10 Materiał Kliniki Chirurgii Kręgosłupa Ortopedii Onkologicznej i traumatologii.

1.7.1. Rys historyczny vertebroplastyki

Po raz pierwszy vertebroplastyka została zastosowana w leczeniu naczyńiaków trzonów przez zespół neurochirurgów i neuroradiologów z Amiens we Francji (P.Galibert, H.Deramont, P.Rosat, D. Le Gars), a opis metody i wstępne wyniki zostały opublikowane w 1987r. [29] W pracy tej opisano wyeliminowanie dotkliwego bólu kręgosłupa szyjnego u młodej chorej wprowadzając polimetakrylan metylu (PMMA) do trzonu kręgowego C2, który został częściowo zniszczony przez agresywną postać naczyńiaka (hemangioma).

W późniejszych latach metodę tę zaczęto wykorzystywać do wypełniania ognisk osteolitycznych trzonów spowodowanych przez przerzuty nowotworowe (szpiczak mnogi) oraz do stabilizacji złamań patologicznych w osteoporozie. Pierwszego opisu tej procedury dokonała grupa neuroradiologów z Uniwersytetu w Wirginii [30]. W Polsce vertebroplastykę po razie pierwszy zastosował Tomasz Trojanowski [31]. Obecnie

zastosowanie werterbroplastyki jest metodą z wyboru w leczeniu złamań osteoporotycznych kręgow w wielu krajach i znajduje się w wytycznych wielu towarzystw radiologicznych, ortopedycznych i neurochirurgicznych zajmujących się problematyką osteoporozy i złamań kręgosłupa.

1.7.2. Opis metody oraz problemy związane z operacją

skopia

Technika wymaga wysokiej jakości sprzętu fluoroskopowego do bezpiecznego wykonywania werterbroplastyki, kaniula musi być precyzyjnie wycelowana w środek nasady łuku by uniknąć uszkodzenia struktur nerwowych. Fluoroskopia umożliwia również obserwację cementu podczas jego podawania, zapobiegając jego wynaczynieniu. Zastosowanie dwupłaszczyznowej fluoroskopii, tak zwanego ranienia -O umożliwia dużo sprawniejsze i szybsze wykonanie procedury. Werterbroplastyka może jednak być również wykonana bezpiecznie z zastosowaniem standardowego ramienia-C. Tomografia komputerowa (KT) została opisana jako pomoc przy zastosowaniu fluoroskopii [32]. Nie ma jednak praktycznego zastosowania ze względu na znaczną złożoność, czas i koszty postępowania bez znaczących korzyści w rutynowym leczeniu. Stosowanie KT wydaje się być pomocne przy wykonywaniu werterbroplastyki kręgosłupa szyjnego (w celu uniknięcia uszkodzenia naczyń szyjnych podczas przednio-bocznego dostępu a także w przypadku kręgu Th4, gdzie zastosowanie fluoroskopii w płaszczyźnie strzałkowej może być utrudnione przez cień barków). Niezależnie od używanego systemu, niezbędna jest wizualizacja cementu podawanego w czasie rzeczywistym (natychmiast po podaniu każdego centymetra sześciennego cementu), aby uniknąć nadmiernego "wycieku" cementu, co może powodować prawdopodobne potencjalne powikłania [33, 34, 35]. Użycie tomografii komputerowej nie umożliwia podglądu w czasie rzeczywistym.

Antybiotykoterapia

Chorzy zazwyczaj otrzymują dożylnie antybiotyki 30 minut przed rozpoczęciem procedury (zwykle 2 g Tarcefandolu). Mimo iż stało się to rutynowe, ich skuteczność nigdy nie została potwierdzona w badaniach. Antybiotyki mogą też być składnikiem cementu. Takie rodzaje cementów są zwykle zarezerwowane dla chorych, u których stwierdzono zaburzenia ze strony układu immunologicznego. Istnieją doniesienia rutynowego zastosowania dodatku 1,2 g Tobramycyny do cementu u wszystkich chorych. Skuteczność nie została potwierdzona klinicznie, nie znalazła też naukowego i ekonomicznego uzasadnienia.

Znieczulenie

Znieczulenie podczas operacji powinno ograniczyć się jedynie w zakresie tak zwanej świadomej sedacji. Chory powinien pozostawać przytomny, ze względu na możliwość stałej komunikacji z chirurgiem. Uzyskanie świadomego uspokojenia opisywane jest po zastosowaniu najczęściej odpowiednio dobranej dawki fentanylu z midazolamem. Świadoma sedacja nie usuwa potrzeby odpowiedniego znieczulenia nasiękowego lidokainą całej drogi wprowadzania kaniuli przez skórę, tkanki miękkie i przede wszystkim okostnej okolicy „wejścia” do kości. Ogólne znieczulenie jest rzadko stosowane u chorych, u których stosuje się kontrolę fluoroskopową wprowadzenia kaniuli, wyjątek może stanowić stosowanie wertebroplastyki na wielu poziomach przy wydłużonym czasie operacji. Wykonywanie jednak więcej niż trzech poziomów podczas jednej procedury jest stosunkowo przeciwwskazane ze względu na potencjalne ryzyko powstawania zatorów tłuszczowych w płucach, na skutek przedostawania się do krwiobiegu elementów szpiku żółtego.

W przypadkach użycia KT, gdzie zmiana ułożenia chorych na stole operacyjnym jest krytycznie niewskazana a nawigacja wprowadzenia kaniuli

oceniana we wszystkich trzech płaszczyznach, znieczulenie ogólne staje się standardem.

Aseptyka

Pole operacyjne powinno być przygotowywane w ściśle sterylny sposób, rezygnuje się jedynie z oklejenia skóry sterylną folią z uwagi na możliwość przyklejania się jej do kaniuli. Cały personel na sali musi przestrzegać procedury pełnego sterylnego protokołu, jak również przestrzegać wytycznych dotyczących ochrony radiologicznej.

Osteopunkcja

Stosując projekcję tylnoboczną uwidacznia się nasadę kręgu, który ma zostać wypełniony, po wcześniejszej lokalizacji danego poziomu i kontroli w dwóch płaszczyznach. Pod kontrolą fluoroskopii wprowadza się igłę aż do kości celem znieczulenia okostnej w miejscu punkcji oraz całego kanału prowadzenia kaniuli przez tkanki miękkie. Znieczulamy również nasiękowo skórę. Zaleca się stosowanie czystej 1-2% lidokainy ze względu na szybkie rozpoczęcie działania a także dostatecznie długi okres znieczulenia (do 2h). Skórę w miejscu wkłucia kaniuli nacina się (ok 5mm) skalpelem. Korzystając z kontroli fluoroskopowej poprzez cięcie skórne, wprowadza się system biopsji kości (trokar wraz z kaniulą) aż do momentu oparcia się o kość tylnej kolumny kręgu. Po dokonaniu osteotomii warstwy korowej przeprowadza się kaniulę przez nasadę łuku do warstwy korowej trzonu kręgowego kończąc ruch igły w 1/3 przedniej jego długości w płaszczyźnie strzałkowej, nie przechodząc poza linię środkową w projekcji czołowej. Alternatywne dojścia obejmują: przynasadowe wprowadzenie kaniuli między głowę żebra a boczny margines nasady oraz dojście tylnoboczne, gdzie kaniula trafia bezpośrednio na trzon kręgu, znajdując się do przodu od nasady łuku. W porównaniu dostępem przynasadowym, dojście okołonasadowe częściej może być powodem wycieku cementu z trzonu kręgu po usunięciu trokaru. Dostęp

przednio-boczny wykorzystywany jest w kręgosłupie szyjnym, ze względu na położenie naczyń kręgowych.

Wenografia

jest uważana za pomocne narzędzie podczas wykonywania operacji. Jest rutynowo stosowana w Stanach Zjednoczonych, nie jest jednak powszechnie stosowana przez chirurgów europejskich.

W Stanach Zjednoczonych, wenografia została przyjęta jako środek oceniający położenie kaniuli oraz ryzyko wycieku cementu spoza kręgu. Istnieją jednak ograniczenia do tej metody. Po pierwsze, kontrast oraz cement mają różne właściwości przepływu. Nie wiadomo, czy istnieje korelacja między „ścieżką” przepływu obu tych substancji. Po drugie, nawet po uwidocznieniu wypływu kontrastu do żył, zwolennicy wenografii rzadko zmieniają położenie igły na podstawie informacji uzyskanych tą metodą. Użycie wysokiej jakości fluoroskopii w czasie rzeczywistym podczas podawania cementu i zakończenia wstrzyknięcia, po zaobserwowaniu wycieku zapewnia dostateczne bezpieczeństwo dla chorego w trakcie operacji. Po trzecie, niektóre rodzaje złamań, takich jak te, które obejmują płytki krańcowe, mogą powodować przeciek kontrastu do przestrzeni międzykręgowej. Kontrast pozostając w tej przestrzeni, utrudnia identyfikację momentu wydostawania się podawanego następnie cementu kostnego. Podawanie kontrastu radiologicznego do kaniuli(wenografia) jest mimo wszystko pomocnym narzędziem w ocenie prawidłowego umieszczenia igły, szczególnie dla mniej doświadczonych operatorów.

Cement

Obecnie wertebroplastyka odbywa się wyłącznie z zastosowaniem seryjnie produkowanych zestawów zawierających odpowiednio przygotowane cementy jak Simplex P (Stryker), Osteobond (Zimmer), Aesculap.

Komercyjne cementy zawierają dodatki zatrzymujące promieniowanie X,

najczęściej są to pochodne wolframu i tantalum w proszku oraz siarczan baru. Wizualizacja cementu podczas wstrzykiwań i staranne monitorowanie ewentualnego wycieknięcia cementu są kluczem do bezpiecznego wykonywania wertybroplastyki. Mimo iż małe wycieki (np. wydostanie się jednego centymetra sześciennego cementu) mogą być tolerowane bez następstw klinicznych, należy przestrzegać wszystkich zasad tak by możliwie uniknąć następstw wycieku cementu. Podczas wizualizacji ramieniem-O, łatwo utrzymać stały monitoring w dwóch projekcji podczas iniekcji. W przypadku stosowania jednopłaszczyznowego ramienia-C, należy stale monitorować ruch cementu podczas jego podawania w płaszczyźnie strzałkowej, ponieważ podgląd ten umożliwia szybką identyfikację wycieku cementu do przestrzeni nadtwardówkowej. Dodatkowo należy okresowo kontrolować rzut czołowej w celu zapewnienia uniknięcia przecieku bocznego.

W przypadku użycia KT lub MR monitorowanie w czasie rzeczywistym cementu podczas iniekcji jest trudniejsze. Obecnie, większość lekarzy, którzy korzystają z tych metod obrazowania położenia igły, podczas podawania cementu przechodzą na rzeczywisty w czasie podgląd fluoroskopowy[36].

Postępowanie pooperacyjne

Gdy operacja zostanie zakończona, chory powinien zostać utrzymany w pozycji leżącej, aby zapobiec obciążaniu operowanego trzonu kręgowego podczas twardnienia cementu. Powszechnie wykorzystywane cementy zazwyczaj w ciągu 20 minut osiągają około 90% swojej wytrzymałości, a pozostałe 10% w ciągu godziny od rozpoczęcia reakcji wiążącej[37].

Rana po nacięciu skórnym, przez które wprowadzono kaniule powinna zostać zeszyta lub zaadoptowana plastrem typu Sterile-Strip. Opatrunek powinien być wykonany na jałowo. W ośrodkach wykonujących zabieg w trybie ambulatoryjnym chorego pozostawia się na okres 1-3 godzin celem obserwacji, następnie zwalnia do domu. W warunkach szpitalnych chory

zwalniany najczęściej jest następnego dnia po zabiegu.

Chorzy najczęściej doświadczają zmniejszenia dolegliwości bólowych po upływie 4 do 24 godzin po operacji; jednak lokalna tkliwość i zasinienie w miejscu punkcji są częste i powinny być wyjaśnione pacjentowi i rodzinie przed i po operacji. Zazwyczaj pacjenci pobierają stale leki przeciwbólowe przez zabiegiem, leki te najczęściej modyfikuje się a czasem zupełnie odstawia po operacji.

Wskazana jest też dokumentacja zdjęć śród-operacyjnych (wydruk z aparatu). Dodatkowa ocena radiologiczna z reguły wykonywana jest następnego dnia po wykonanej wertebroplastyce.

1.7.3. Powikłania

Wyciek cementu

Najczęstszym powikłaniem operacji jest wyciek cementu 20 -73% [38, 22]. Cement może penetrować do żył nadtwardówkowych (2.2-45%) [38,39], przestrzeni dyskowej (7.4%-35%) [39, 40] do okołokręgosłupowych tkanek miękkich (8-11%)[38] oraz do otworów międzykręgowych(7,4%) [40]. W praktyce wyciek cementu najczęściej nie daje objawów klinicznych [38, 39] lub ma charakter przejściowy [41]. W przypadku uszkodzenia korzeni nerwowych z następczą radikulopatią (0-7.4%), objawy bólowe utrzymują się średnio przez 2 dni [41]. Chorzy dobrze reagują na leczenie niesteroidowymi lekami przeciwzapalnymi lub sterydami [39]. Trwały ból korzeniowy opisany został [40] u jednego chorego. Uszkodzenie rdzenia kręgowego przez cement, wymagające szybkiego odbarczenia opisano w dwóch przypadkach [42]. Jeden z nich zakończył się trwałym porażeniem [42].

Wyciek cementu do naczyń żylnych podawany jest przez różnych autorów z zaskakującą rozbieżnością: od 2.2 % [38] aż do 48% [39]. Powoduje on rzadko zatorowość płucną - maksymalnie u 2.9% leczonych [41]. Na czterech chorych opisanych w literaturze, u których obserwowano w Rtg klatki

piersiowej obecność cementu w płucach, dwóch nie miało objawów klinicznych, a u dwóch wystąpiły umiarkowane zaburzenia oddychania i dyskomfort w klatce piersiowej, które ustąpiły po tlenoterapii i leczeniu antykoagulacyjnym. Z tego względu dla bezpieczeństwa zaleca się rutynowe RTG klatki piersiowej po zabiegu wertebroplastyki [43]. Zestawienie najczęstszych powikłań zawiera tabela 2.

Tabela 2. Powikłania po wertebroplastykach (Procent powikłań został obliczony względem liczby operowanych kręgów) [46]

		Cortet [47]	Grados [41]	Heini [38]	Perez [39]
Liczba pacjentów		16	25	17	13
Średnia wieku	lata	68	66	74	67
Liczba operowanych kręgów		20	34	45	27
Okres obserwacji	miesiące	6	48	12	60
Wyciek cementu	%	65	24	20	59
Wyciek cementu z objawami klinicznymi	%	0	0	0	7,4
Przejściowy ból korzeniowy	%	0	5,9	0	7,4
Złamanie żeber	%	0	0	0	0
Ucisk na rdzeń kręgowy	%	0	0	0	0
Zatorowość płucna (cementem)	%	0	2,9	0	0
Zgony	%	0	0	0	0

Nowe złamania kręgów

W praktyce wertebro- i kifoplastyka zapobiega ponownemu złamaniu operowanego kręgu, Heini [38] zaobserwował jedno nowe złamanie w obrębie kręgu leczonego, które wynikało prawdopodobnie z podania zbyt małej objętości cementu (1.5ml). Doniesienia literatury wykazują wzrost

częstości złamań kręgów sąsiadujących bezpośrednio z kręgami wypełnionymi cementem w porównaniu do złamań pozostałych kręgów. Grados [41] wykazał, że współczynnik ryzyka wystąpienia nowego złamania sąsiadującego kręgu wynosił 2.27 (95% CI 1.1-4.56) w porównaniu do 1.44 (95% CI 0.82-2.55) dla pozostałych kręgów. Uppin [48] oceniając wyniki wertybroplastyki w grupie 177 chorych, po 2 latach stwierdził 36 nowych złamań kręgosłupa. Złamania kręgów sąsiadujących były dwukrotnie częstsze w porównaniu do kręgów nie sąsiadujących (odpowiednio 67% w porównaniu do 33% złamań).

Interpretacja zebranych wyników jest trudna ze względu na różny i zbyt krótki okres obserwacji (od ok. 6 miesięcy do maksymalnie 5 lat) oraz różnice wiekowe w grupach leczonych osób. Trudno też jednoznacznie określić czy złamania pozostałych trzonów kręgowych są następstwem wertybroplastyki jednego z trzonów czy naturalną progresją osteoporozy.

Występowanie nowych złamań w analizowanych opracowaniach ilustruje tabela 3.

Tabela 3. Nowe złamania kręgów po operacji wertybroplastyki [46]

	Liczba chorych	Średnia wieku lata	Liczba kręgów operowanych	Okres obserwacji [miesiące]	Złamania kręgów %		
					operowane	Kręgi nieoperowane	
						sąsiadujące	niesąsiadujące
Perez-Higuera [39]	13	67	27	60	0	7,4	7,7
Barr [49]	38	69,4	70	18	0	1,4	0
Heini [38]	17	74	45	12	2,2	4,4	0
Grados [41]	25	66	34	48	0	10	0
Cortet [47]	16	68	20	6	0	0	0
Cyteval [50]	20	62-92	23	6	0	4,3	0

Inne powikłania

Złamania żeber wynikają głównie ze stopnia zaawansowania osteoporozy i ułożenia chorego podczas zabiegów [45]. Opisywane pojedyncze infekcje były trudne do wyleczenia i wielu autorów zaleca profilaktyczne podanie antybiotyku ogólnie lub w podawanym cemencie np. tobramycyny [45] lub gentamycyny [39]. Przypadki choroby zakrzepowo-zatorowej obserwowano głównie u chorych z chorobą nowotworową, która była ich zasadniczą przyczyną. Choroba zakrzepowo-zatorowa praktycznie nie występowała u osób z osteoporozą [45, 51].

Stwierdzone zgony (0-5%) dotyczyły przede wszystkim chorych nowotworowych i nie były związane bezpośrednio z zabiegiem, a raczej ogólnym stanem zdrowia chorego [51,41, 47].

1.7.4. Aspekty biomechaniczne związane z zastosowaniem cementu kostnego

Zaproponowano następujące teorie wyjaśniające mechanizmy zniesienia bólu po zastosowaniu wertebroplastyki [52]. Są to: martwica termiczna zakończeń nerwowych, toksyczność cementu wpływająca na receptory bólu, koncepcja mechanicznej stabilizacji [53]. Stwierdzono, że produkty chemiczne powstające podczas reakcji polimeryzacji cementu mogą być neurotoksyczne [53, 54]. Sensowym wydaje się więc zastosowanie cementów o dłuższym czasie wiązania, z większą zawartością monomerów, niż standardowe cementy używane na przykład w operacjach endoprotez.[55, 56]. Działanie toksyczne cementu ma też znaczenie w tworzeniu strefy martwicy wokół guza w zmianach nowotworowych kręgow.[57]. Obszar strefy martwiczej może zależeć także od egzotermicznej polimeryzacji cementu [57]. Podczas polimeryzacji, temperatura może osiągać do 128 stopni Celsjusza [58].Badanie przeprowadzone in vitro na osteoprotycznych kręgach

[59] sugeruje jednak, że temperatury uzyskane podczas wertebroplastyki nie mogą być wystarczające do wywołania martwicy większej niż w przyległej strefie osteoblastów [60, 61] lub tkanek nerwowych [62]. Wykazano, że na skutek reakcji egzotermicznej polimeryzacji cementu istnieje ryzyko termicznego uszkodzenia rdzenia kręgowego i korzeni nerwowych, pod warunkiem jednak, że nastąpił przeciek cementu i jego bezpośrednie przyleganie do struktury nerwowej [59]. Tkanki guza mogą być bardziej wrażliwe na skutki działania cementu niż normalne tkanki, temperatura może więc odgrywać istotną rolę podczas stosowania wertebroplastyki w leczeniu guzów nowotworowych. Inny mechanizm odpowiedzialny za ewentualne strefy martwicy nowotworów jest niedokrwienie, które może wynikać z przyczyn bezpośrednich - zatykanie naczyń przez cement lub pośredni - kompresja naczyń guza.

Najbardziej prawdopodobny jednak mechanizm zmniejszenia bólu po wykonanej wertebroplastyce w przypadku złamań kompresyjnych kręgow wydaje się uzyskanie mechanicznej stabilizacji kręgosłupa [52, 61, 59, 63].

W większości badań *ex vivo*, wprowadzanie cementu do kręgow organizmie przywraca ich wytrzymałość mechaniczną i sztywność [52, 61, 63]. Wydaje się, że wprowadzony cement zapobiega bolesnym mikro ruchom w miejscu złamania.

Podobnie jak w przypadku innych złamań, celem leczenia zmian osteoporotycznych kręgow jest zapewnienie stabilności odłamów kostnych. W tym sensie wertebroplastykę należy postrzegać raczej jako technikę stabilizacji złamania niż jako implant.

Cotten i wsp. [64] nie stwierdził korelacji między objętością podawanego cementu a wynikami klinicznymi. Doświadczenie kliniczne potwierdza, że niepełne wypełnienie trzonu kręgowego zwykle skutkuje zniesieniem bólu, zmniejszając znacznie ryzyko powikłań, w postaci wycieku cementu [56, 65, 64]. Ostatnie, badania wykazały, że konieczne są stosunkowo małe objętości cementu aby przywrócić wytrzymałość trzonu

przed złamaniem: 4.4ml w odcinku lędźwiowym, 3.1ml w odcinku lędźwiowo-piersiowym, i 2,5 ml w odcinku klatki piersiowej [66].

Początkowo vertebroplastyka była przeprowadzona wyłącznie za pośrednictwem obustronnych wstrzykiwań cementu. Pojawiły się zastrzeżenia co do tego, czy jednostronne wstrzykiwanie cementu mogłoby zapewnić wystarczającą stabilizację.

Niedawne badania potwierdziły, że jednostronne podanie cementu, który przechodzi za linię pośrodkową trzonu, może stanowić wystarczające przywrócenie wytrzymałości kręgu, zmniejszając jednocześnie dwukrotnie ryzyko związane z przechodzeniem kaniulą przez nasadę łuku [67].

W ostatnim badaniu, połowa pacjentów była leczona przez jednostronne podanie cementu, druga dwustronne. Nie stwierdzono powikłań po jednostronnym wprowadzeniu cementu [68]. Uznano jednak, że nierównomierne, asymetryczne wypełnienie trzonu kręgowego nie może być uznane za właściwe pod względem biomechanicznym.

Z naszego doświadczenia klinicznego wynika, że w przypadku dużych problemów z dojściem przez jedną z nasad, często spowodowanych dużą sklerotyzacją kości, wystarczające pod względem sukcesu terapeutycznego jest wykonanie vertebroplastyki tylko jednostronnie.

2. ZAŁOŻENIA BADAŃ WŁASNYCH

Głównym problemem chorych ze złamaniami kompresyjnymi kręgow jest ból spowodowany niestabilnością kręgosłupa. W dotychczas publikowanej literaturze opisano zastosowanie vertebroplastyki w celu zniesienia dolegliwości bólowych i udowodniono poprawę jakości życia chorych. [29-84] Poprzez podanie cementu kostnego do złamanego trzonu uzyskano stabilność złamania, a także zaprzestanie dalszego zapadania się trzonu kręgowego. [29-89]

W pracy dokonano kompleksowej analizy zmian zaobserwowanych na radiogramach w płaszczyźnie strzałkowej i czołowej kręgosłupa u chorych po wykonanej wertybroplastyce kręgów w przebiegu osteoporozy. Oceniono objawy kliniczne, sprawność chorych oraz ewolucję zmian w czasie zachodzących na radiogramach.

Podjęto próbę udowodnienia skuteczności wertybroplastyki pod względem radiologicznym jak i klinicznym, jej wpływ na poprawę jakości życia poprzez zmniejszenie dolegliwości bólowych. Dokonano także porównania zależności objawów radiologicznych z objawami klinicznymi a także analizy czynników warunkujących stopień skuteczności wertybroplastyki.

3. CEL PRACY

Cel pracy obejmuje:

- 1. Analizę wykładników klinicznych pozwalających na ocenę skuteczności wertybroplastyki.**
- 2. Ocenę radiologiczną stopnia odtworzenia wysokości trzonu kręgowego po wykonanej wertybroplastyce oraz jego ewolucję w czasie.**
- 3. Zbadanie korelacji między wykładnikami radiologicznymi i klinicznymi.**
- 4. Analizę czynników warunkujących stopień skuteczności klinicznej wertybroplastyki.**

4. MATERIAŁ WŁASNY I JEGO CHARAKTERYSTYKA

W pracy poddano analizie 47 chorych. U wszystkich chorych wykonano jednopoziomową wertebroplastykę. Chorych operowano w Klinice Chirurgii Kręgosłupa Ortopedii Onkologicznej i Traumatologii Uniwersytetu Medycznego w Poznaniu w latach 2006 - 2010. Do operacji użyto seryjnie wykonanych zestawów firm Stryker oraz Aesculap.

Analizie poddano radiogramy kręgosłupa lędźwiowego w projekcji strzałkowej i czołowej wykonane w pozycji stojącej. Dokonano analizy porównawczej danych uzyskanych przed operacją, od 2 godzin do 2 dni po operacji oraz podczas badań kontrolnych, które przeprowadzono w okresie od 2 miesięcy do 4 lat po leczeniu chirurgicznym.

W badaniu klinicznym powołano się na skalę oceny jakości życia i funkcjonalności RAND 36-Item Short Form Health Survey [74], skalę stopnia niepełnosprawności Ostwestry [75], a także Wizualną Analogową Skalę Bólu VAS (Visual Analog Scale). Analizie poddano także wzrost chorych przed wertebroplastyką oraz w badaniu kontrolnym w okresie od 2 miesięcy do 4 lat po operacji. Badania zostały przeprowadzone w oparciu o sprawdzone doświadczenia amerykańskich ośrodków w podobnych badaniach retrospektywnych [69]. Dane radiologiczne a także wzrost chorych uzyskano z ich historii chorób.

Chorzy zakwalifikowani do badań spełnili następujące warunki:

1. Jednoznacznie potwierdzono u nich osteoporozę w badaniu densytometrycznym szyjki kości udowej. T-Score równy lub przekraczający wartość $-2,5$ odchylenia standardowego (SD).
2. Złamanie kompresyjne trzonu kręgowego nie poddające się leczeniu nieoperacyjnemu.

4.1. Dotychczasowe leczenie i diagnostyka

Chorzy zakwalifikowani do wykonania wertybroplastyki leczenia byli za pomocą ograniczenia aktywności ruchowej oraz poprzez zastosowanie gorsetu Jevetta. Dodatkowo stosowano u chorych terapię przeciwbólową doustnymi lekami z grupy niesteroidowych leków przeciwzapalnych oraz ostrzyknięcia parawertebralne lekami steroidowymi. Podjęte leczenie nieoperacyjne nie spowodowało w odczuciu chorych istotnego zmniejszenia dolegliwości bólowych. Okres leczenia nieoperacyjnego wynosił w analizowanej grupie od 6 tygodni. do 2 lat (średnio 7,5 mies. odchylenie standardowe 7,02).

U wszystkich chorych wykonano badania RTG potwierdzające złamanie kompresyjne kręgu a u części z nich dodatkowo tomografię komputerową. U wszystkich chorych wykonano także badanie densytometryczne szyjki kości udowej. Wykluczono chorych z podejrzeniem guzów kręgosłupa, chorych bez osteoporozy kości, chorych ze złamaniami kręgosłupa na tle innej lub współistniejącej patologii, a także osoby upośledzone, niezdolne do samodzielnego wypełnienia ankiety, osoby, z którymi nie udało się nawiązać kontaktu oraz osoby chore na demencję i niesamodzielne przed dokonaniem złamaniem trzonu.

W kwalifikacji chorych do badania uwzględniono wyłącznie grupę, u której rozpoznano osteoporozę na podstawie badania densytometrycznego szyjki kości udowej. T-Score równy lub przekraczający wartość -2,5 odchylenia standardowego (SD).

Badanie densytometryczne metodą tomografii komputerowej polega na ocenie radiologicznej kręgów.

Założono, że złamanie trzonu kręgowego może w pewnym stopniu wpływać na wynik densytometrii kości w bezpośredniej okolicy złamania. Z tego względu w badanej grupie chorych wzięto pod uwagę wyłącznie badanie densytometryczne szyjki kości udowej.

4.2. Wskazania do operacji

Wskazaniami do operacji w prezentowanej grupie chorych były:

Kompresyjne osteoporotyczne złamanie trzonów kręgowych, które miały miejsce co najmniej sześć tygodni wcześniej ze średnio lub znacznie nasilonymi dolegliwościami bólowymi, nie poddające się leczeniu zachowawczemu.

4.3. Opis techniki operacyjnej

Znieczulenie chorego polegało świadomej sedacji poprzez zastostowanie dożylnie Fentatyłu. Chory pozostawał pod stałą opieką anestezyjologiczną, stałym monitoringiem parametrów życiowych. Ułożenie na brzuchu.

Lokalizacja przy pomocy fluoroskopu poziomym złamanego trzonu oraz nasad łuku, kontrola w projekcjach czołowej, skośnej i strzałkowej. Obłożenie jałowe miejsca operacji.

Pod kontrolą fluoroskopii wprowadzenie igły celem znieczulenia 2% lidokainą okostnej w miejscu punkcji oraz kanału prowadzenia kaniuli przez tkanki miękkie. Znieczulenie nasiękowe skóry za pomocą 2% lidokainy. Pod kontrolą fluoroskopii wprowadzenie systemu biopsji kości (trokar wraz z kaniulą). Po dokonaniu osteotomii warstwy korowej przeprowadzenie kaniuli przez nasadę łuku do warstwy korowej trzonu kręgowego kończąc ruch igły w 1/3 przedniej jego długości w płaszczyźnie strzałkowej, nie przechodząc poza linię środkową w projekcji czołowej. Wprowadzenie przez drugą nasadę łuku kaniuli tą samą metodą. Kontrola ułożenia igły oraz potencjalnej drogi przecieku cementu poprzez podanie kontrastu radiologicznego (wenografia). Ewentualna korekcja ułożenia kaniuli. Wypłukanie nadmiaru kontrastu solą fizjologiczną. Przygotowanie cementu kostnego zgodnie z zaleceniami

producenta. Obustronne podanie cementu pod stałą kontrolą fluoroskopową. Wycofanie systemu biopsji kości. Szew skórny, opatrunek jałowy. Śródoperacyjnie dożylnie podanie 2 g antybiotyku z grupy cefalosporyn (Tarcefandolu).

4.4. Postępowanie pooperacyjne

Operowani chorzy pozostawali w pozycji leżącej przez co najmniej 2 godziny po operacji. Pionizowani byli w w tym samym dniu, ewentualnie następnego dnia. U żadnego z nich nie stosowano gorsetowego podparcia zewnętrznego kręgosłupa. Wykonywano zdjęcie RTG operowanego odcinka kręgosłupa. Chorzy byli wypisani do domu pomiędzy pierwszą do piątą dobą po operacji. Zalecenia pooperacyjne obejmowały: leczenie internistyczne osteoporozy kości, unikanie sytuacji powodujących dalsze urazy i złamania kości a także zakaz dźwigania, przestrzeganie zasad prawidłowego obciążania kręgosłupa. Chorzy znajdowali się pod stałą opieką ortopedyczną, gdzie w różnym odstępie czasu po operacji wykonywano ponownie zdjęcia RTG i oceniano rehabilitację ruchową chorego.

4.5. METODA BADAŃ WŁASNYCH

Wśród ocenianych kryteriów wzięto pod uwagę:

- Ocenę kliniczną i jej ewolucję na podstawie retrospektywnie przeprowadzonych ankiet: standaryzowanej międzynarodowej skali jakości życia RAND 36-Item Short Form Health Survey [74], skali niepełnosprawności spowodowanej dolegliwościami bólowymi grzbietu Ostwestry [75] oraz dziesięciostopniowej wzrokowej analogowej skali nasilenia bólu (VAS – Visual Analog Scale). Dodatkowo oceniono klinicznie chorych mierząc ich wzrost. W badaniach przeanalizowano zmiany w czasie:

przed operacją oraz w badaniu kontrolnym w okresie od 2 miesięcy do 4 lat po wykonanej wertebroplastyce.

- Ocenę radiologiczną na podstawie radiogramów wykonanych w projekcjach czołowej i strzałkowej. W badaniach wzięto pod uwagę zmiany: przed operacją, w okresie do 3 dni po operacji a następnie podczas badań kontrolnych w okresie od 2 miesięcy do 4 lat od operacji.

Przeanalizowano:

1. wysokości złamanych trzonów kręgowych w projekcji strzałkowej poprzez pomiary: przedniej, środkowej i tylnej wysokości trzonu porównywane z sąsiadującymi wysokościami niezajętych kręgów.
2. wzajemny kąt nachylenia trzonów kręgów sąsiadujących z zajęтым trzonem w projekcji strzałkowej.
3. wysokości złamanych trzonów w płaszczyźnie strzałkowej poprzez pomiary: skrajnej lewej, skrajnej prawej wysokości trzonu porównując je z sąsiadującymi „zdrowymi” kręgami.

4.5.1. Ocena jakości życia poprzez zastosowanie standaryzowanej międzynarodowej skali jakości życia RAND 36

Najpopularniejsza i najbardziej uniwersalna skala pomiaru jakości życia. Ocenia funkcjonalność w zależności od typowych codziennych zachowań, subiektywne poczucie dobrostanu oraz postrzeganie własnego zdrowia w aspekcie ograniczeń fizycznych i aktywności społecznej, spowodowanych chorobą i bólem.

Posiada wysoki stopień użyteczności do wielu jednostek chorobowych. Umożliwia ocenę 8 dziedzin, jej wypełnienie zajmuje ok. 9 min. Jest szczególnie przydatna w przewidywaniu przebiegu choroby, co potwierdziły

między innymi badania Visschedijka i wsp. [76]. Do oceny ilościowej wypełnionego arkusza użyto kalkulatora zliczającego poszczególne odpowiedzi i grupującego wyniki w 8 kategoriach ujętych poniżej.

1. Sprawność fizyczna (PF - Physical Function) Wykonywanie czynności wymagających wysiłku o różnej intensywności - 10 pytań

2. Ograniczenie czynności codziennych oraz wykonywanych w pracy z powodu zdrowia fizycznego (RP-Role – Physical) Wpływ zdrowia fizycznego na codzienną aktywność i wykonywaną pracę - 4 pytania

3. Ból (BP-Bolidy Pain) Obecność bólu, jego natężenie oraz wpływ na codzienną pracę – 2 pytania

4. Ogólny stan zdrowia (GH - General Heath) Ocena własnego stanu zdrowia w porównaniu do innych osób i do stanu sprzed roku - 5 pytań.

5. Żywotność (V – Vitality) Uczucie pełności życia i energii oraz wyczerpania i zmęczenia 4 pytania.

6. Funkcjonowanie socjalne (SF - Social Functioning) Wpływ stanu zdrowia fizycznego i emocjonalnego na kontakty z otoczeniem - 2 pytania.

7. Ograniczenie czynności oraz wykonywanych w pracy z powodu problemów emocjonalnych (RE - Role – Emotional). Wpływ problemów emocjonalnych na wykonywanie codziennych czynności i pracy - 3 pytania.

8. Stan psychiczny (MH - Mental Heath) Uczucie zdenerwowania, przygnębienia, smutku - 5 pytań

W każdej kategorii liczba pytań umożliwia uzyskanie od 0 do 100 punktów. Wynikiem skali RAND-36 jest iloraz uzyskanych przez chorego punktów w stosunku do maksymalnej, możliwej ilości punktów w teście. Analiza wyników polega na zliczaniu różnicy w punktacji przed i po operacji. Na tej podstawie oceniono poprawę lub pogorszenie stanu zdrowia poszczególnych chorych. Ocena zmiany jakości życia została wielokrotnie analizowana i publikowana w badaniach prospektywnych jak i retrospektywnych [70, 71, 72, 77] dotyczących zmian patologicznych kręgosłupa. W badaniach przeprowadzonych na populacji 831 chorych nie wykazano istotnej różnicy w wynikach przeprowadzonych retrospektywnie i prospektywnie stosując skalę RAND 36 [77].

Do badań użyto skali RAND 36 opracowanej na podstawie tożsamej skali SF-36 dla populacji polskich chorych [78]. Skala RAND 36 jest publicznie dostępna. Nie wymaga wykupienia licencji (<http://www.rand.org>), jak w przypadku skali SF-36.

4.5.2. Ocena niepełnosprawności spowodowanej dolegliwościami bólowymi kręgosłupa według kwestionariusza

Oswestry

Kwestionariusz Oswestry pozwala na ocenę niepełnosprawności, która spowodowana jest dolegliwościami bólowymi grzbietu. Podczas wypełniania kwestionariusza chory odpowiada na pytania dotyczące: nasilenia bólu, samodzielności, podnoszenia przedmiotu, chodzenia, siedzenia, stania, spania, życia towarzyskiego, aktywności seksualnej oraz podróżowania. Odpowiedzi na te pytania pozwalają ocenić funkcję chorego podczas wykonywania poszczególnych czynności. Odpowiedzi są klasyfikowane od 0 do 5. Zbiorczy wynik przedstawia się w skali 0 do 50 lub w skali procentowej 0 do 100% określa on stopień niepełnosprawności chorego – wskaźnik ODI.

Wartości w przedziałach 0-19% określana jest jako – nieznaczna niesprawność, 20-39% - niesprawność umiarkowana, 40-59% - istotne ograniczenie sprawności, 60-79% znaczne upośledzeni funkcji ruchowych, a przedział wartości 80-100% wskazuje na istotna ograniczenie funkcji motorycznych powodujące konieczność przebywania w pozycji leżącej, na skutek dolegliwości bólowych.

Zastosowanie oraz ocenę wyników uzyskanych przy użyciu skali Ostwestry w bólach grzbietu, w tym spowodowanych złamaniami kompresyjnymi trzonów kręgowych, były wielokrotnie analizowane oraz publikowane [70, 71, 72].

4.5.3. Ocena stopnia dolegliwości bólowych według Wizualnej Analogowej Skali Bólu VAS

Skala Wizualnej Analogowej Skali Bólu (ang. *Visual Analogue Scale – VAS*) należy do najczęściej stosowanych narzędzi pomagających w określeniu natężenia odczuwanego bólu. Chory posługując się dziesięciostopniową miarką określa natężenie odczuwanego bólu, gdzie 0 oznacza całkowity brak bólu, natomiast 10 najsilniejszy ból, jaki można sobie wyobrazić. Pozwala ona na nadanie wartości numerycznych subiektywnym objawom klinicznym takim jak ból. Wyrażenie nasilenia bólu w wartościach numerycznych pozwala na porównywanie w badaniach kontrolnych stanu chorego jak i porównań międzyosobniczych. Metoda ta ze względu na swoją prostotę oraz uniwersalne zastosowanie jest jedną z najpowszechniej stosowanych narzędzi pomiaru natężenia dolegliwości bólowych [79, 80, 81].

4.5.4. Pomiar wzrostu chorych

W badaniu uwzględniono całkowity wzrost chorych w pozycji stojącej (maksymalnie wyprostowanych) przed wertebroplastyką, a następnie podczas badania kontrolnego w okresie od 2 miesięcy do 4 lat po wykonanej wertebroplastyce. Wzrost chorych przed operacją odczytano z dokumentacji medycznej. Wzrost większości chorych podany był w historii choroby podczas przyjęcia do Kliniki. Pomiar wzrostu odbywał się na zestandaryzowanych i atestowanych miar.

4.5.5. Metoda analizy obrazów kręgów na radiogramach w projekcji strzałkowej

W pracy przy ocenie parametrów opisujących konfigurację przestrzenną części lędźwiowej kręgosłupa na zdjęciach radiologicznych w projekcji strzałkowej, oparto się na metodzie zaproponowanej przez Frobina i wsp. [73] w 1997 roku. Eliminuje ona podstawowe błędy związane z projekcją obrazu na kliszę rentgenowską związane ze zmianami rotacyjnymi w płaszczyźnie poprzecznej oraz pochyleń w płaszczyźnie czołowej mogącymi w znaczący sposób wpływać na uzyskane wyniki.

Uzyskany najczęściej obraz kręgu jest jego rzutem na płaszczyznę bryły kręgu zrotowanego w płaszczyźnie poprzecznej oraz pochylonego w płaszczyźnie czołowej. Do rzadkości należy uzyskanie rzutu kręgu w płaszczyźnie strzałkowej.

W obrazie kręgu, ze względu na zmiany rotacyjne oraz pochYLENIE, jednoznacznie można ocenić wyłącznie przednią krawędź trzonu. Tylna część uwidocznionego trzonu kręgu przedstawia rozprojektowane tylne granice górnej jak i dolnej płytki krańcowej. Powoduje to względne powiększenie tylnej części trzonu. Pozostałe części tylnej kolumny, blaszka łuku, jej nasady

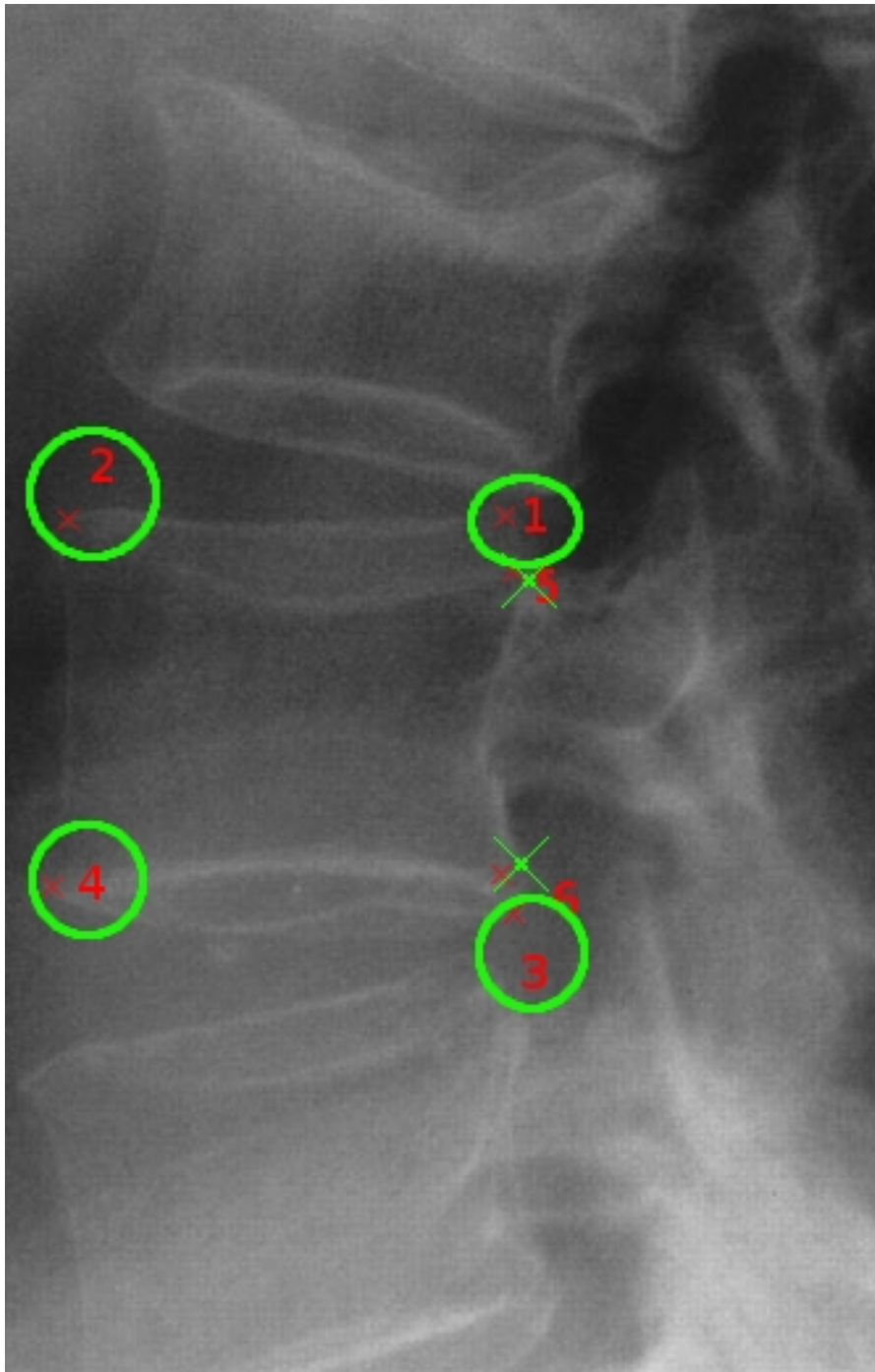
oraz wyrostki stawowe górne i dolne, na większości radiogramów są niemożliwe do jednoznacznej identyfikacji oraz oceny ze względu na nachodzenie poszczególnych elementów na siebie jak i zmienność kształtu w obrębie kolejnych kręgów lędźwiowych.

Wybrana metoda poddaje ocenie tylko trzony kręgów i bierze pod uwagę 6 punktów orientacyjnych na uzyskanych obrazach (ryc.3.). W ostatecznej analizie wykorzystywane są punkty odniesienia 1-4. Punkty 5 i 6 leżą w obrębie płaszczyzny ograniczonej przez poprzednio wspomniane znaczniki. Punkty 1-4 biorą pod uwagę rzut kręgu uwzględniając jednocześnie jego przemieszczenie rotacyjne w płaszczyźnie poprzecznej jak i pochylenie w płaszczyźnie czołowej. Osteofity, często spotykane w przypadkach zwyrodnienia, nie występują w obrębie krawędzi trzonów lecz rzutują się na przyczepy więzadła podłużnego przedniego. Dlatego ich występowanie nie wpływa na możliwość identyfikacji punktów odniesienia na przedniej krawędzi trzonu kręgu.[73].

Obrane punkty orientacyjne służą do wyznaczenia kolejnych linii pomocniczych oraz punktów wykorzystywanych w dalszej analizie. Należą do nich prosta pośrodkowa oraz punkt centralny trzonu.

Prosta pośrodkowa jest prostą przebiegającą przez środki dwóch odcinków łączących wierzchołki obrazu trzonu kręgu po stronie brzusznej i grzbietowej (proste łączące punkty 2 i 4 oraz 1 i 3). Nachylenie prostej pośrodkowej nie zależy od zmian rotacyjnych w płaszczyźnie poprzecznej oraz pochylenia bocznego w płaszczyźnie czołowej ocenianego kręgu. Oddaje ona w jednoznaczny sposób kąt nachylenia trzonu kręgu w porównaniu do innych metod, które oceniały nachylenie względem prostej stycznej do płytek krańcowych.

Punkt centralny trzonu leży na prostej pośrodkowej w równym oddaleniu od przecinających ją odcinków łączących wierzchołki obrazu trzonu kręgu po stronie brzusznej i grzbietowej.



Ryc.3. Wyznaczanie punktów wziętych pod uwagę w konstrukcji pomiarów kąta kifozy lub lordozy (pkt 4, 3, 1, 2)

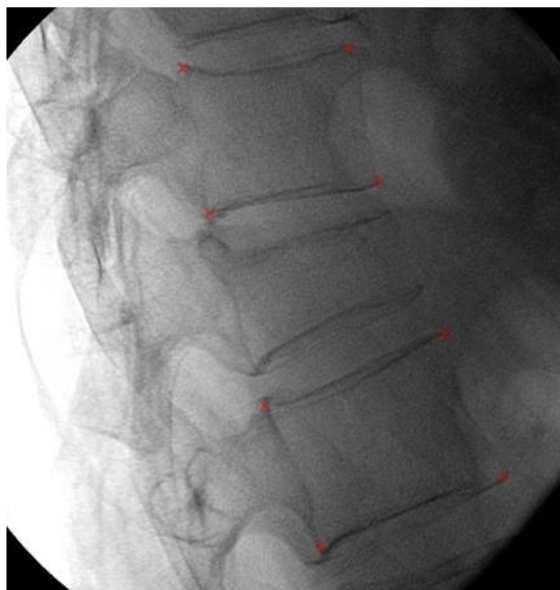
Materiał Kliniki Chirurgii Kręgosłupa Ortopedii Onkologicznej i traumatologii.

4.5.6. Ocena kątów nachylenia trzonów przyległych kręgów (powyżej i poniżej złamanego trzonu)

Kąt pomiędzy sąsiadującymi kręgami jest określony jako kąt zawarty pomiędzy prostymi pośrodkowymi dwóch sąsiadujących kręgów. Kąt ten podobnie jak kąt nachylenia prostych pośrodkowych nie zależy od rotacji oraz pochylenia trzonu kręgu w płaszczyźnie czołowej.

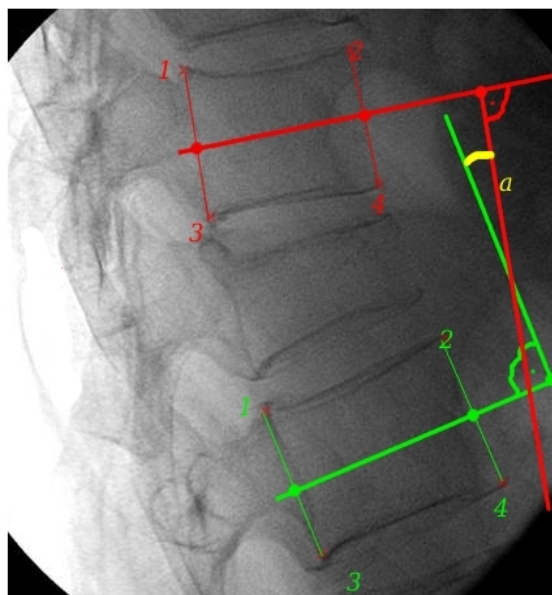
W przypadku odcinka lędźwiowego kręgosłupa analizowano wzrost lordozy trzech segmentów, przy czym zajęty kręgi były segmentem środkowym. Podobnie w części piersiowej analizowano wzrost kifozy w obrębie trzech segmentów ruchowych.

Ryc.4. Wyznaczenie punktów pomiarowych w przyległych kręgach



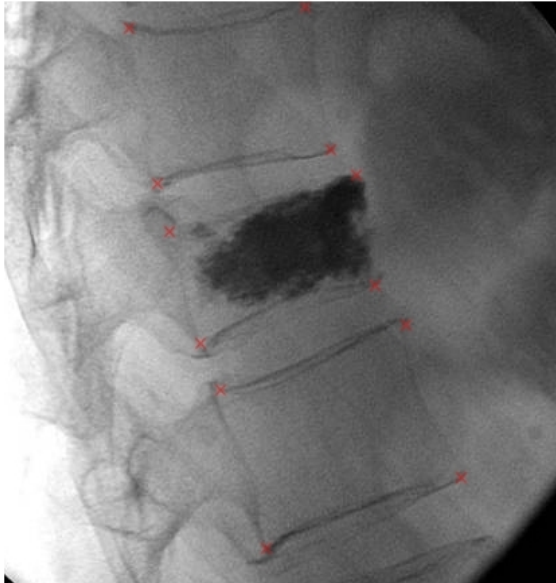
Materiał Kliniki Chirurgii Kręgosłupa Ortopedii
Onkologicznej i traumatologii.

Ryc.5. Wyznaczenie kąta tworzonego przez linie pośrodkowe przyległych kręgów

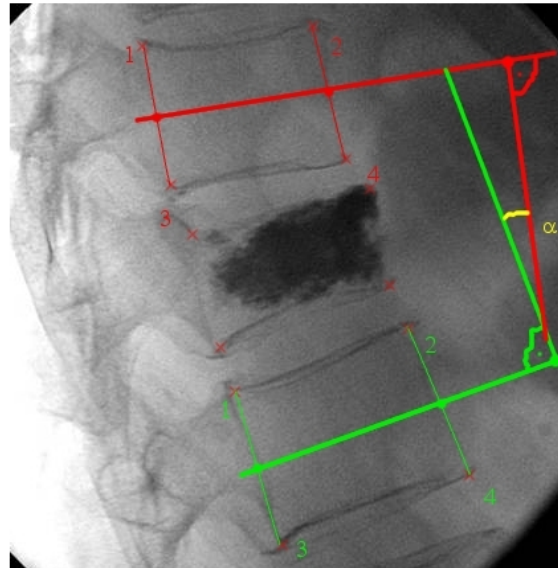


Materiał Kliniki Chirurgii Kręgosłupa Ortopedii
Onkologicznej i traumatologii.

Ryc.6. Wyznaczenie punktów w przyległych kręgach. Materiał Kliniki Chirurgii Kręgosłupa Ortopedii Onkologicznej i traumatologii.



Ryc.7. Wyznaczenie kąta tworzonego przez linie pośrodkowe przyległych kręgów. Materiał Kliniki Chirurgii Kręgosłupa Ortopedii Onkologicznej i traumatologii.



4.5.7. Ocena wysokości trzonu kręgowego na radiogramach w projekcji strzałkowej po wykonanej wertebroplastyce

W ocenie wysokości zajętego trzonu wykorzystano rentgenogramy w projekcji strzałkowej. Dokonano trzech pomiarów: przedniej wysokości trzonu, środkowej

wysokości trzonu i tylnej wysokości trzonu. Aby wyeliminować zmiany rotacyjne oraz pochylenie trzonu, a także zniekształcenia blaszek granicznych, oparto się na metodzie zaproponowanej przez Frobina i wsp. [73]

Wyznaczono dwa odcinki na wysokości blaszek granicznych kręgów: pierwszy między punktami 1 i 2, drugi 3 i 4. Do analizy wzięto pod uwagę trzy

wysokości trzonu przednią, środkową i tylną:

odcinek p ("posterior") poprowadzono między pkt.1 i 3

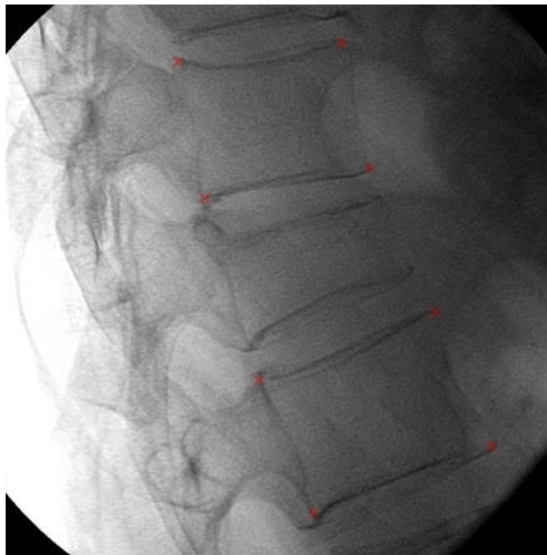
odcinek m ("medial") poprowadzono między środkami odcinków 1-2 i 3-4

odcinek a ("anterior") poprowadzono między pkt 2 i 4

Wyznaczono analogiczne odcinki w sąsiednich kręgach. By móc wyznaczyć stosunek danego odcinka do średniej arytmetycznej analogicznych odcinków w sąsiadujących kręgach. (ryc. 8-11)

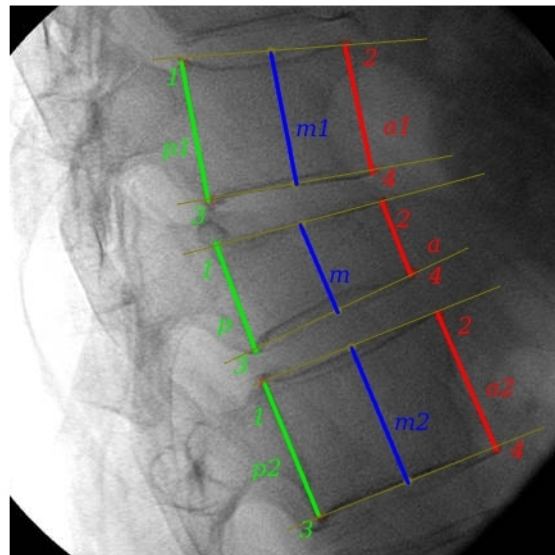
Ryc.8. Wyznaczenie punktów konstrukcyjnych przed wertybroplastyką.

Materiał Kliniki Chirurgii Kręgosłupa Ortopedii Onkologicznej i traumatologii.

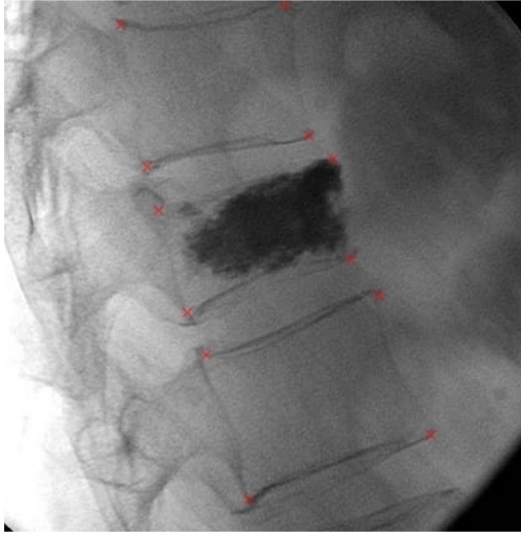


Ryc. 9. Linie konstrukcyjne wysokości kręgów a, m, p. przed wertybroplastyką

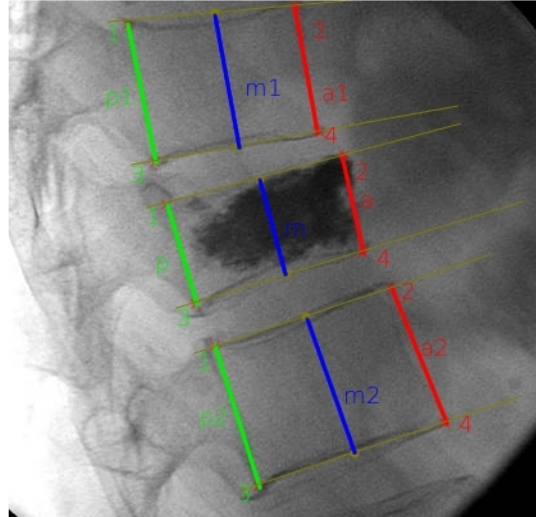
Materiał Kliniki Chirurgii Kręgosłupa Ortopedii Onkologicznej i traumatologii.



Ryc.10. Wyznaczenie punktów konstrukcyjnych po wykonanej wertybroplastyce. Materiał Kliniki Chirurgii Kręgosłupa Ortopedii Onkologicznej i traumatologii.



Ryc.11. Linie konstrukcyjne wysokości kręgów a, m, p. Materiał Kliniki Chirurgii Kręgosłupa Ortopedii Onkologicznej i traumatologii



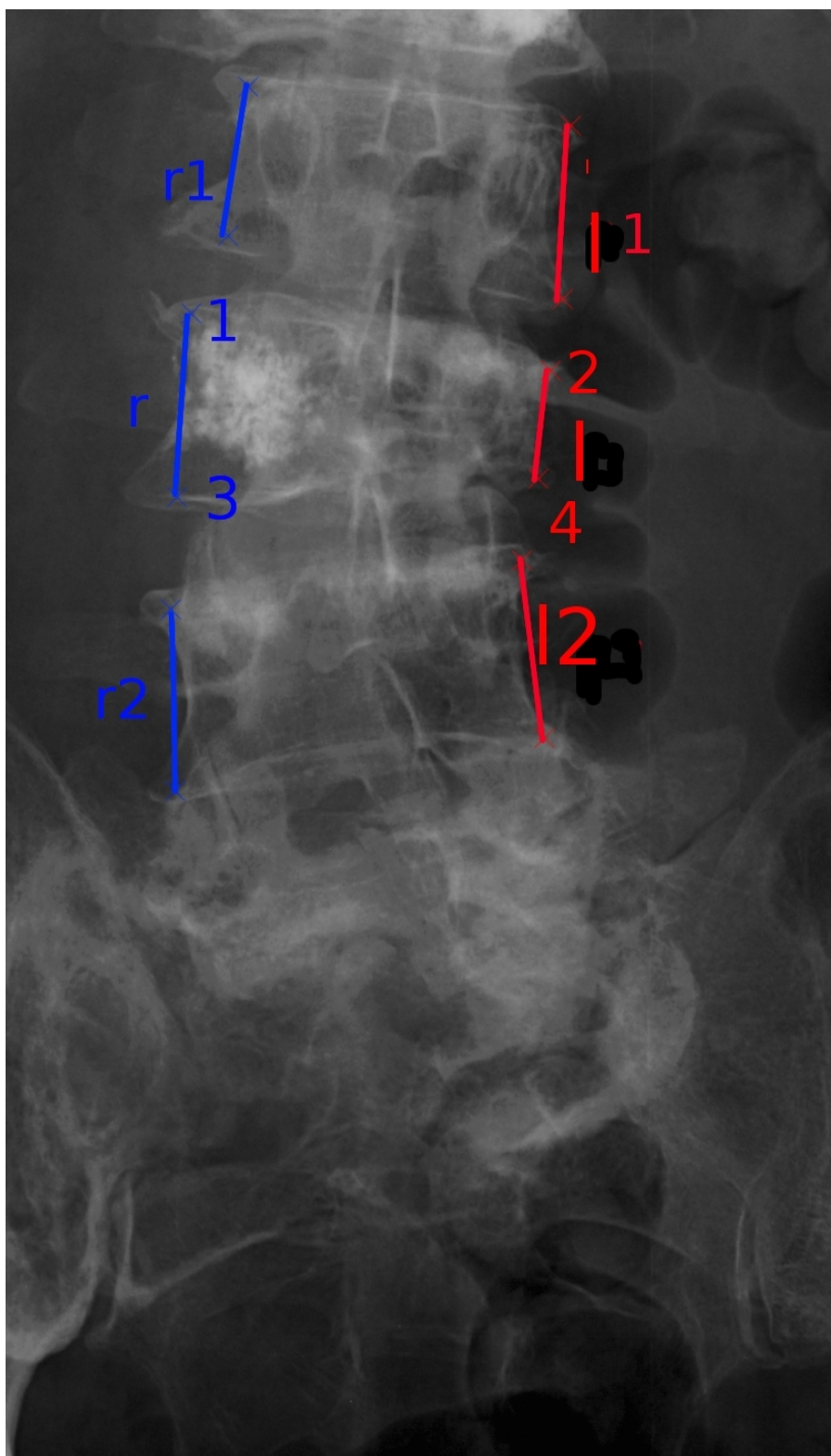
4.5.8. Ocena wysokości trzonu kręgowego na radiogramach w projekcji czołowej po wykonanej wertybroplastyce

W ocenie wysokości zajętego trzonu wykorzystano rentgenogramy w projekcji czołowej. Dokonano dwóch pomiarów: prawej skrajnej wysokości trzonu i lewej skrajnej wysokości trzonu. Aby wyeliminować zmiany rotacyjne oraz pochylenie trzonu, a także zniekształcenia blaszek granicznych, oparto się częściowo na metodzie zaproponowanej przez Frobina i wsp. [73]

Wyznaczono dwa odcinki na wysokości blaszek granicznych kręgów: pierwszy między punktami 1 i 2, drugi 3 i 4. Do analizy wzięto pod uwagę dwie skrajne wysokości trzonu prawą i lewą:

1. odcinek r (right) poprowadzono między pkt 2 i 4
2. odcinek l (left) poprowadzono między pkt.1 i 3

Celem porównania wysokości z kręgami sąsiednimi w analizie statystycznej wyznaczono analogiczne dwa odcinki przyległych kręgów (ryc.10.).



Ryc.10. Pomiar wysokości trzonów kręgowych po stronie *prawej* (r-right) i *lewej* (l-left)

Materiał Kliniki Chirurgii Kręgosłupa Ortopedii Onkologicznej i traumatologii.

4.6. Metody pomiaru

Zdjęcia w formie cyfrowego obrazu elektronicznego analizowane były za pomocą komercyjnych programów do obróbki cyfrowej i pomiarów odległości, których licencję posiada ORSK 4 w Poznaniu. Błąd pomiaru był zbliżony do 0,1 %.

Radiogramy konwencjonalne, wywołane na kliszach we wszystkich przypadkach zostały zeskanowane tym samym urządzeniem oraz przekształcone w formę obrazu elektronicznego. Wszystkie pomiary wykonano przy użyciu programu komputerowego GIMP 2.0 (GNU General Public License, <http://www.gimp.org/about/authors.html>). Przy ocenie wartości kątowych dokładność pomiaru wynosiła 0,05 stopnia.

4.7. Analiza statystyczna

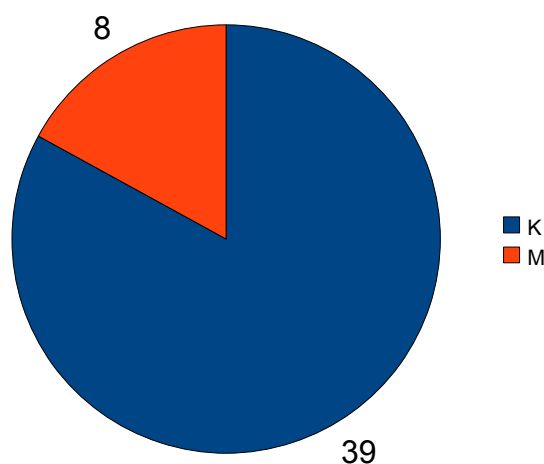
W celu analizy wartości zmiennych powiązanych wykorzystano test kolejności par Wilcoxon. Dla danych zależnych wykorzystano test t-Studenta oraz przeprowadzono analizę wariancji. Dla oceny zmiany rozkładu cech przedziałowych pogrupowanych w tablicach dwudzielczych zastosowano test Chi-kwadrat. Do badania korelacji zmiennych policzono współczynnik r Pearsona.

Analizę statystyczną wykonano przy pomocy programu komputerowego SPSS (Statistical Package for the Social Sciences).

5. WYNIKI BADAŃ WŁASNYCH

5.1. Charakterystyka operowanych chorych

W pracy analizie poddano 47 chorych. 39 Kobiet oraz 8 mężczyzn. Średni wiek chorych wynosił w momencie wykonania operacji 60 lat (od 45 do 86 lat, odchylenie standardowe 11,67). Rozkład płci przedstawia wykres 1.

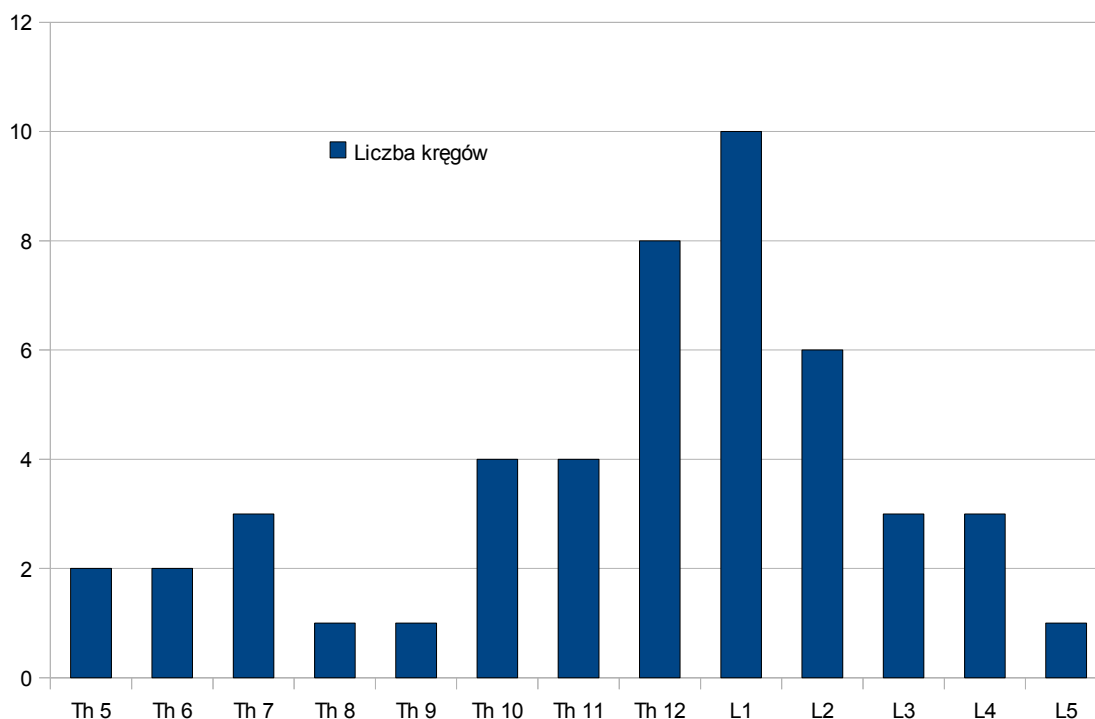


Wykres 1. Rozkład płci K-kobiety, M- mężczyźni

Okres od wystąpienia złamania (pojawienia się dolegliwości bólowych) do momentu wertebroplastyki w badanej grupie wynosił od 6 tygodni do 23 miesięcy, średnio 8 miesięcy, odchylenie standardowe 7,02)

Nie zaobserwowano istotnej korelacji statystycznej między wiekiem chorych a poziomem złamania, oraz między wiekiem a długością występowania dolegliwości bólowych. Współczynnik r Pearsona wyniósł niespełna 0,1.

Zajęte trzony obejmowały poziomy od Th 6 do L 5. Większość zajętych trzonów występowała w miejscu połączenia kręgosłupa piersiowego i lędźwiowego. Rozkład procentowy poziomów poddanych wertebroplastyce przedstawia wykres 2.



Wykres 2: Rozkład ilościowy poziomów kręgów poddanych wertebroplastyce

5.2. Ocena kliniczna chorych

Ocena kliniczna chorych została przeprowadzone retrospektywnie na podstawie dokumentacji medycznej, archiwalnych zdjęć radiologicznych oraz przeprowadzonych ankiet.

5.2.1. Pomiar wzrostu chorych

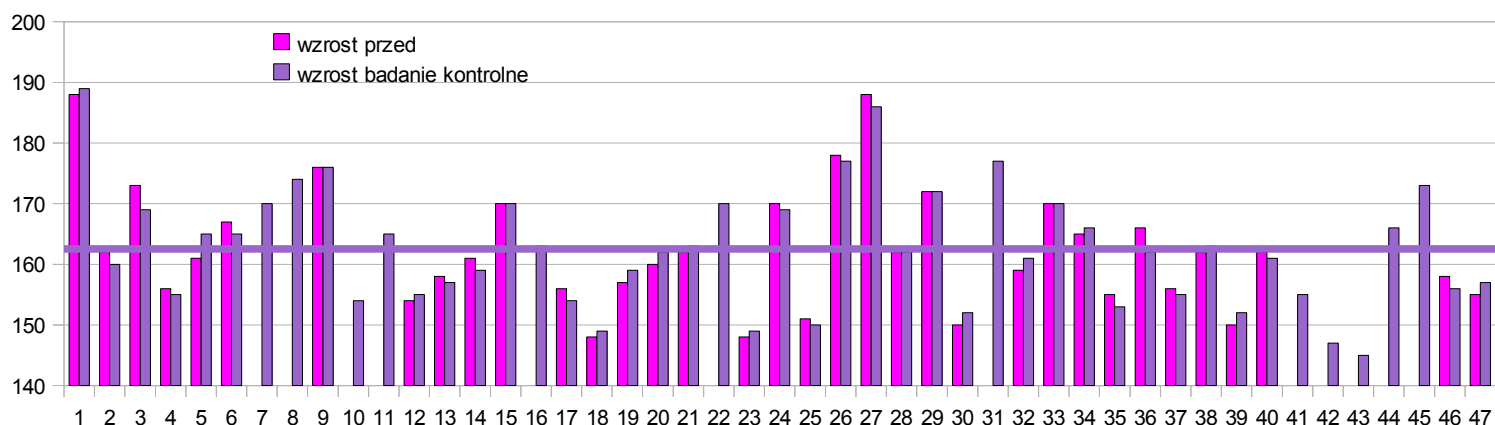
Średni wzrost chorych przed zabiegiem wyniósł 162,46cm. Dla badanej grupy kobiet wyniósł on 158,7cm, a dla badanej grupy mężczyzn 171,9 cm. Archiwalnej wartości wzrostu przed wertebroplastyką nie udało się uzyskać u 12 spośród 47 chorych.

Pomiar wzrostu chorych po zabiegu odbywał się podczas badań kontrolnych w okresie od 2 miesięcy do 4 lat po wykonanej wertebroplastyce. Pomiaru dokonano na zestandaryzowanych i atestowanych medycznych przyrządach

pomiarowych.

Średni wzrost chorych po wykonanej wertybroplastyce wyniósł 162,53cm.

Nie zaobserwowano istotnej zmiany w średnim wzroście operowanych chorych w badaniu kontrolnym. Zmiana średniego wzrostu chorych wyniosła 0,03 cm, była to wartość w granicach błędów w wykonanych pomiarów. Zmiana wzrostu nie była istotna statystycznie ($p < 0,05$). Wyniki przedstawia wykres 3.



Wykres 3: Rozkład pomiarów wzrostu badanej grupy.

Średnia wzrostu przez i po wykonanej wertybroplastyce pokrywają się na wykresie

5.2.2. Ocena niesprawności spowodowanej dolegliwościami bólowymi kręgosłupa według kwestionariusza Oswestry

Ocena zmiany wskaźnika niepełnosprawności w przebiegu dolegliwości bólowych kręgosłupa według kwestionariusza Oswestry dokonana została za pomocą retrospektywnie przeprowadzonej ankiety przed operacją oraz podczas badania kontrolnego w okresie od 2 miesięcy do 4 lat. Metodę opisano w szczególności w rozdziale 4 pracy. Wyniki pomiarów przedstawiono w tabeli 4 i na wykresie 4:

Tabela 4: Wyniki wskaźnika ODI

	Przed operacją	Badanie kontrolne	zmiana
Wartość średnia	63,09	28,34	34,74
Wartość maksymalna	91	71	44
Wartość minimalna	29	10	15
Odchylenie standardowe	13,18	17,28	15,01
Współczynnik zmienności CV	20,9	60,96	40,06

Chorzy zostali pogrupowani według wskaźnika ODI określającego stopień niepełnosprawności (tab. 5.)

Wykres 4: Wyniki wskaźnika ODI przed i po wykonanej weterboplastyce

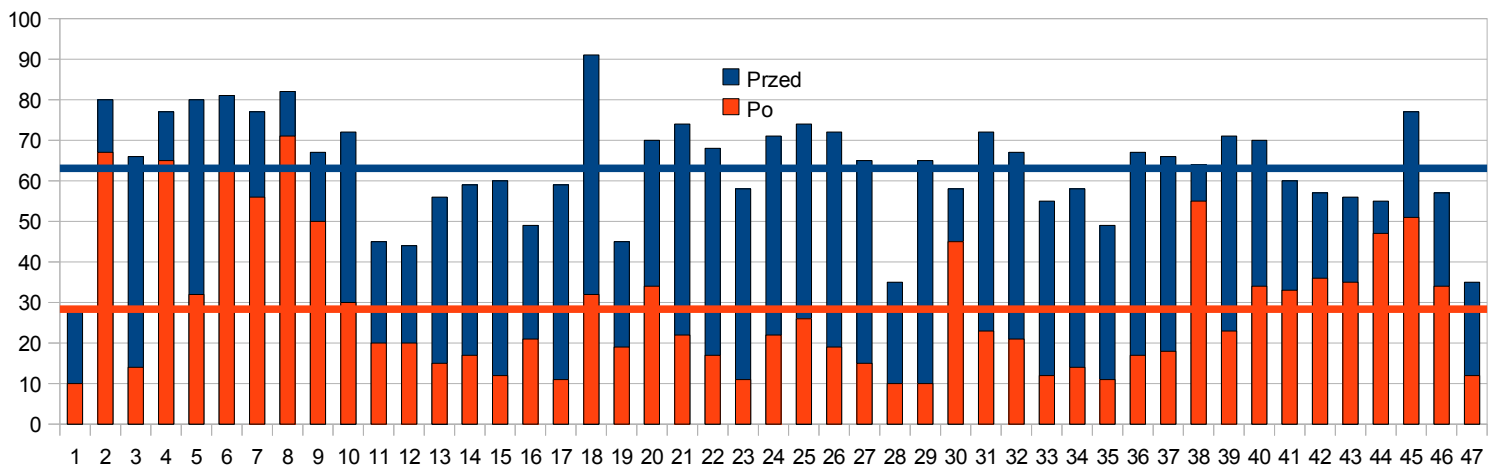
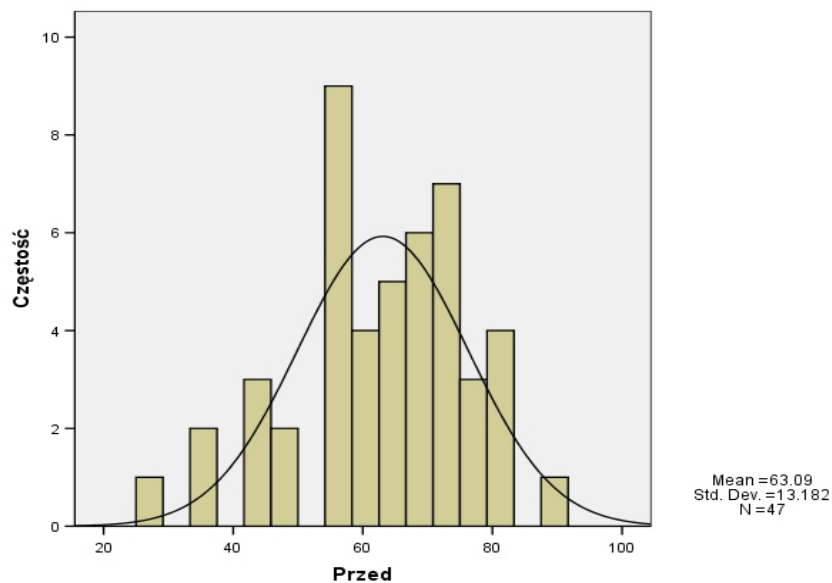


Tabela 5: Podział grupy na stopnie niepełnosprawności ODI.

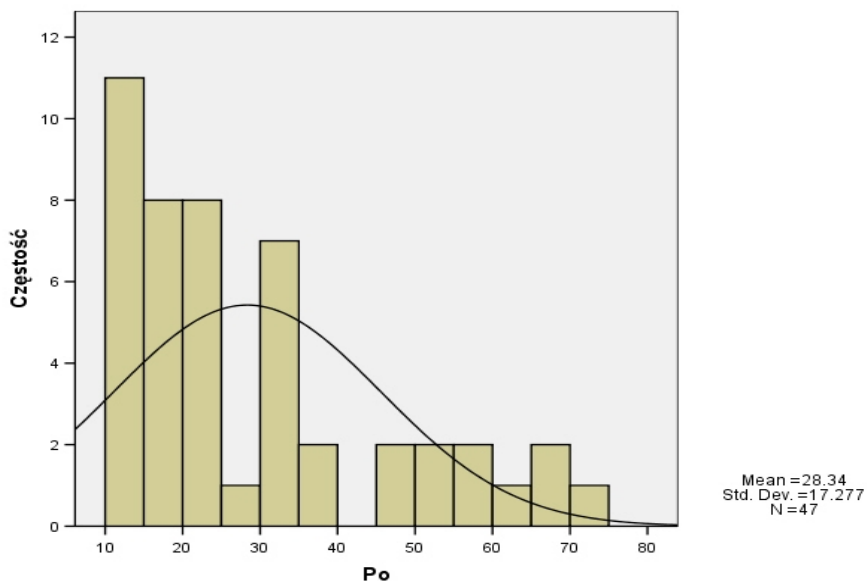
stopnie	przed operacją	badanie kontrolne	zmiana
<20% nieznaczny	0	19	19
20 - 39 % lekki	2	18	16
40 – 59 % średni	16	15	1
60 – 79 % ciężki	23	4	19
>= 80% bardzo ciężki	5	0	5

Grupę chorych oceniono według wskaźnika ODI przed wertebroplastyką i stwierdzono 28 chorych w stopniu ciężkim i bardzo ciężkim, 18 w stopniu średnim i lekkim. W badaniu kontrolnym u większości chorych po przeprowadzonej operacji stopień niepełnosprawności znajdował się w przedziale nieznacznym (19 chorych w badaniu kontrolnym) lub lekkim i średnim (33 chorych w badaniu kontrolnym), u 4. chorych stwierdzono stopień ciężki zbliżony jednak do jego dolnej granicy odcięcia. W badaniu po wykonanej wertebroplastyce liczba chorych, u których stwierdzono średni i ciężki wskaźnik niepełnosprawności według Ostwestry uległa zmniejszeniu. Po operacji nie stwierdzono chorych o największym stopniu niepełnosprawności według klasyfikacji pod względem wskaźnika Oswestry. Wynik testu Wilcoxon wykazuje istotność statystyczną różnicy na poziomie $p < 0,001$. Zebrane wyniki wskazują na istotne zmniejszenie stopnia niepełnosprawności w analizowanej grupie chorych. Wykres rozkładu normalnego częstotliwości występowania niepełnosprawności chorych potwierdza jednorodność występowania cechy przed wertebroplastyką (wykres 5.). Wykres rozkładu normalnego jest leptokurtyczny. Wykres rozkładu normalnego po wetebroplstyce (wykres 6.) jest prawoskośny, normokurtyczny, co wskazuje, że grupa dobrze, z umiarkowanym zróżnicowaniem zareagowała wertebroplastykę pod względem poprawy niepełnosprawności. Potwierdza to również współczynnik zmienności,

którego wartość przed wetebroplastyką była niższa niż w badaniu kontrolnym. (tabela 4.). Wzrost zmienności ODI nastąpił na skutek obniżenia zarówno wartości minimalnej jak i maksymalnej, co było korzystne dla badanej grupy chorych.



Wykres 5: Rozkład normalny ODI przed wetebroplastyką



Wykres 6: Rozkład normalny ODI po wykonanej wetebroplastyce

U chorych w badaniu kontrolnym uległy poprawie wszystkie wskaźniki skali RAND-36.

W największym stopniu poprawił się wpływ zdrowia fizycznego na codzienną aktywność i wykonywaną pracę (RP), w najmniejszym uległa poprawie ocena własnego stanu zdrowia w porównaniu do innych osób (GH).

Analizowane wyniki wskazują na istotny wzrost skali jakości życia według kwestionariusza RAND-36 w badanej grupie chorych ($p < 0,02$).

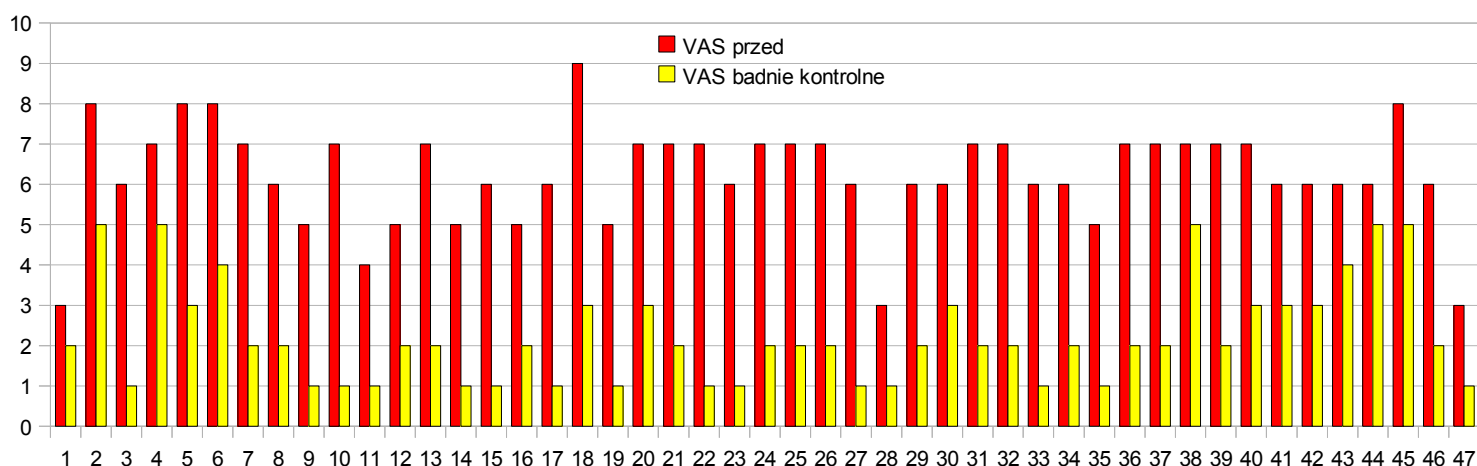
5.2.4. Ocena nasilenia dolegliwości bólowych według wizualnej analogowej skali bólu (VAS)

Dokonano oceny różnicy wyników uzyskanych w wizualnej analogowej skali nasilenia bólu VAS przed wertebroplastyką oraz podczas badania kontrolnego w okresie od 2 miesięcy do 4 lat po wykonanej wertebroplastyce. Metodę szczegółowo opisano w rozdziale 4. pracy. Wyniki pomiarów przedstawia tabela 6 oraz wykres 8.

Tabela 6. Wyniki oceny zmiany nasilenia dolegliwości bólowych mierzonych według analogowej skali nasilenia dolegliwości bólowych (VAS) w badaniu przedoperacyjnym oraz w badaniu kontrolnym

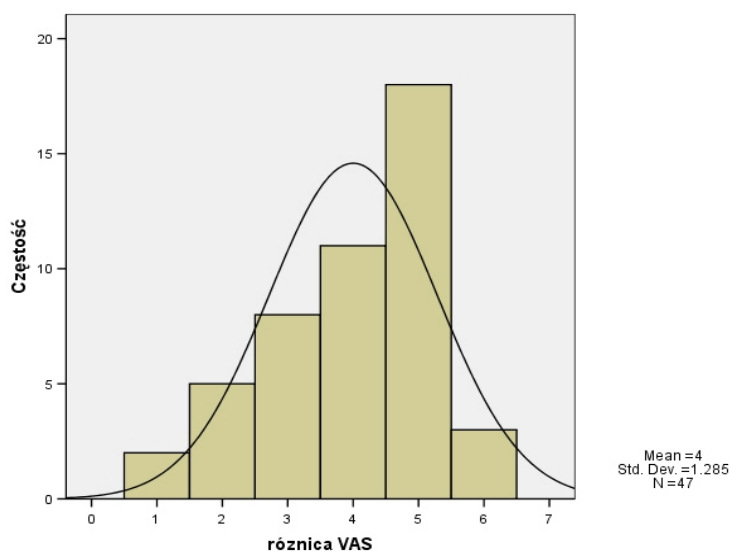
	Przed operacją	Badanie kontrolne
wartość średnia	6,23	2,23
wartość maksymalna	8	5
wartość minimalna	3	1
odchylenie standardowe	1,29	1,23
współczynnik zmienności	20,68	56,17

Wykres 8. Wyniki analogowej oceny bólu według wizualnej analogowej skali bólu VAS



Wartość wskaźnika VAS w badaniu kontrolnym uległa zmniejszeniu w porównaniu do badania przedoperacyjnego i wynosiła odpowiednio 6,52 oraz 2,23. Zmiana ta była statystycznie istotna ($p < 0,02$). Rozkład normalny różnicy VAS przed i po wykonanej wertybroplastyce przedstawia wykres 9.

Leptokurtyczny rozkład uzyskanych wyników, świadczy, że badana grupa zareagowała jednorodnie. U większości chorych zaobserwowano zmniejszenie nasilenia bólu ocenianego według skali VAS o 4 i 5 stopni w badaniu kontrolnym. Potwierdza to również współczynnik zmienności, którego wartość przed wertybroplastyką była niższa niż w badaniu kontrolnym (tabela 6.). Wzrost zmienności VAS nastąpił na skutek obniżenia zarówno wartości minimalnej jak i maksymalnej, co było korzystne dla badanej grupy chorych.



Wykres 9: Rozkład normalny różnicy między wynikami przed i po wykonanej wertebroplastyce według analogowej skali bólu VAS

5.3. Ocena parametrów radiologicznych

Radiologicznej oceny dokonano na podstawie archiwalnych rentgenogramów wykonanych przed wertebroplastyką, po wykonanej wertebroplastyce przed wypisem chorych ze szpitala oraz w badaniu kontrolnym w okresie od 2 miesięcy do 4 lat.

5.3.1. Ocena kąta kifozy lub lordozy utworzonego przez proste pośrodkowe trzonów kręgowych przyległych do złamanego trzonu na radiogramach w projekcji strzałkowej

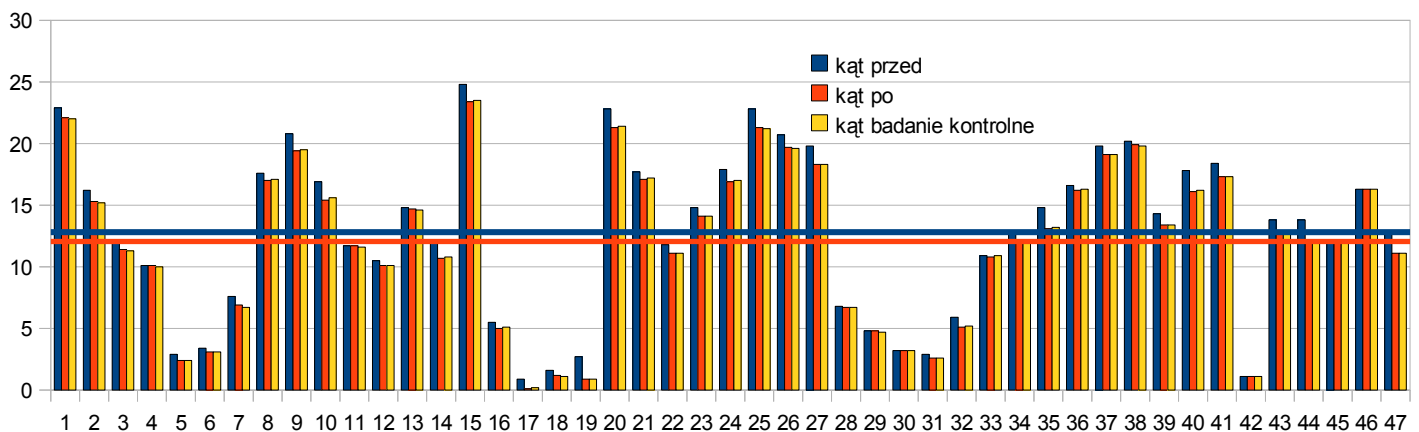
Przeprowadzono pomiar kąta utworzonego przez proste pośrodkowe trzonów sąsiadujących kręgów w projekcji strzałkowej przed wertebroplastyką, po wykonanej wertebroplastyce oraz w badaniu kontrolnym przeprowadzonym w okresie od 4 mieś do 2 lat po zabiegu. Szczegółowy opis metody podstawiono w rozdziale 4 pracy. Wyniki przedstawia tabela 7, tabela 8, wykres 10.

Tabela 7. Wyniki pomiarów kąta przed, po wetebroplastyce oraz w badaniu kontrolnym

	Przed operacją	Po operacji	badanie kontrolne
Wartość średnia	12,82	12,06	12,07
Odchylenie standardowe	6,69	6,46	6,46

Tabela 8. Wyniki różnic wartości kąta prostych pośrodkowych sąsiadujących ze złamanym trzonem kręgowym

	Różnica kąta przed i po wykonanej wetebroplastyce	Różnica kąta wartości po wykonanej wetebroplastyce i wartości w badaniu kontrolnym
Wartość średnia	0,76	0
Odchylenie standardowe	0,57	0,09



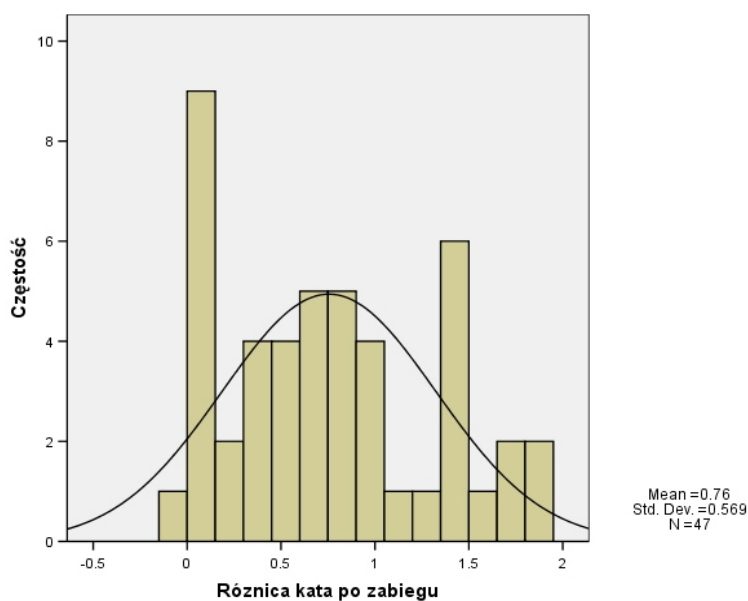
Wykres 10. Wyniki wartości kątowych przed, po wykonanej wetebroplastyce oraz w badaniu kontrolnym

W badanej grupie chorych po wykonanej wetebroplastyce doszło do nieznaczniejszego zmniejszenia się średniej wartości kąta utworzonego przez proste pośrodkowe trzonów sąsiadujących kręgów w projekcji strzałkowej w badanej grupie chorych ($p < 0,02$), co wskazuje na nieznaczne odtworzenie

wysokości trzonu poddanego werterbroplastyce. Maksymalna zmiana kąta wyniosła 1,8 stopnia. U 1/3 chorych nie doszło do zmiany wartości kątowej po wykonanej werterbroplastyce, wartość zmiany kąta była w zakresie błędu. U pozostałych chorych zauważono niewielką różnicę po wykonaniu werterbroplastyki. Rozkład normalny wartości zmiany kąta przed i po wykonanej werterbroplastyce przedstawia wykres 11.

W badaniu kontrolnym nie uzyskano istotnej statystycznie ($p < 0,05$) zmiany kąta w porównaniu z wartością po zabiegu.

Nie wykazano statystycznie istotnej korelacji między zmianą kąta prostych pośrodkowych kręgów sąsiadujących z zajęтым trzonem a zmianą badanych wskaźników klinicznych. Oszacowana wartość współczynnika r Pearsona była poniżej 0,1.



Wykres 11. Rozkład normalny wartości różnicy kąta przed i po wykonanej werterbroplastyce

5.3.2. Ocena wysokości złamanego trzonu kręgowego na radiogramach w projekcji strzałkowej

Na radiogramach przeprowadzono pomiar trzech odcinków poprowadzonych między blaszkami granicznymi zajętego trzonu kręgowego: **przedniej wysokości trzonu (a)**, **środkowej wysokości trzonu (m)** oraz **tylnej wysokości trzonu (p)**. W celu porównania danych na rentgenogramach wyliczono współczynniki, które wyrażają iloraz odcinka kręgu poddanego wertybroplastyce i średniej arytmetycznej analogicznych odcinków zdrowych, sąsiadujących trzonów:

$$\text{Anterior} = 2a/a_1 + a_2$$

$$\text{Medial} = 2m/m_1 + m_2$$

$$\text{Posterior} = 2p/p_1 + p_2$$

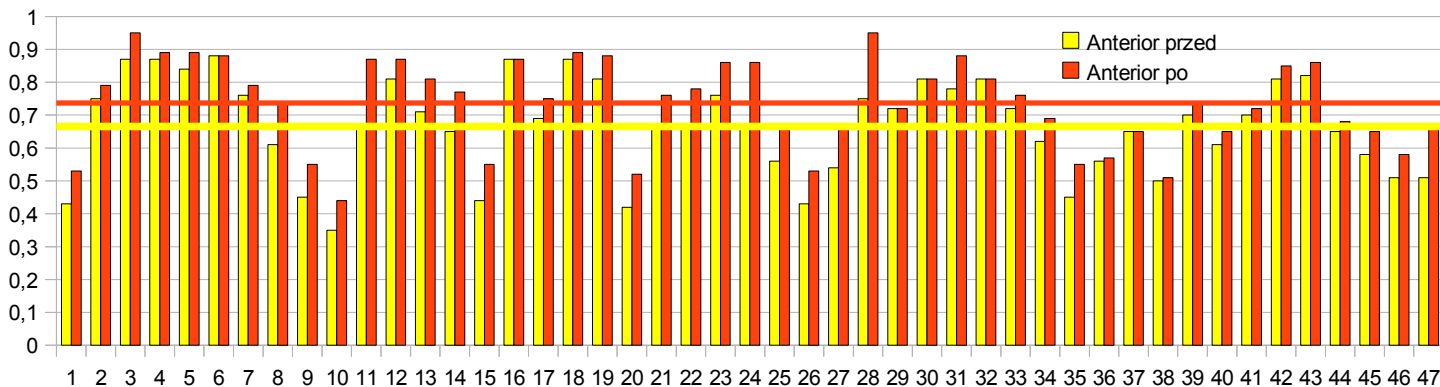
Metodę szczegółowo opisano w rozdziale 4. pracy.

Wyniki przedstawiono na wykresach 12- 17 oraz w tabelach 9, 10, 11

Tabela 9. Wartości współczynnika „anterior” wyznaczone na rentgenogramach w projekcji strzałkowej przed i po wykonanej wertybroplastyce oraz w badaniu kontrolnym w okresie od 2 miesięcy do 4 lat po operacji

	Przed operacją	po operacji	badanie kontrolne
Wartość średnia	0,67	0,74	0,74
Wartość maksymalna	0,88	0,95	0,95
Wartość minimalna	0,35	0,44	0,43
Odchylenie standardowe	0,15	0,13	0,14

Wykres 12. Wartości współczynnika „anterior” przed i po wykonanej wertybroplastyce



Wykres 13. Wartości współczynnika „anterior” po wetebroplastyce i w badaniu kontrolnym

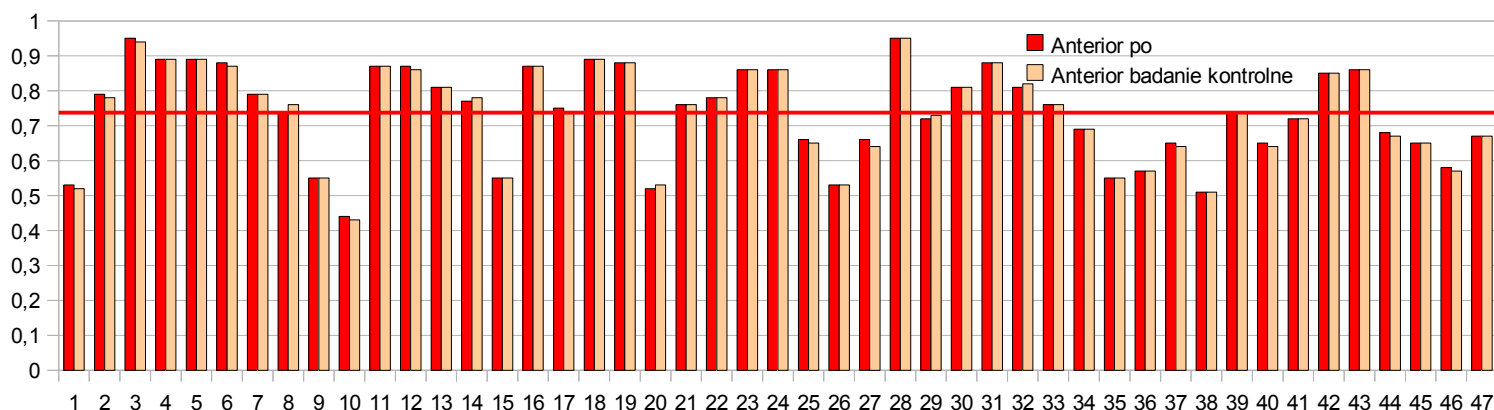
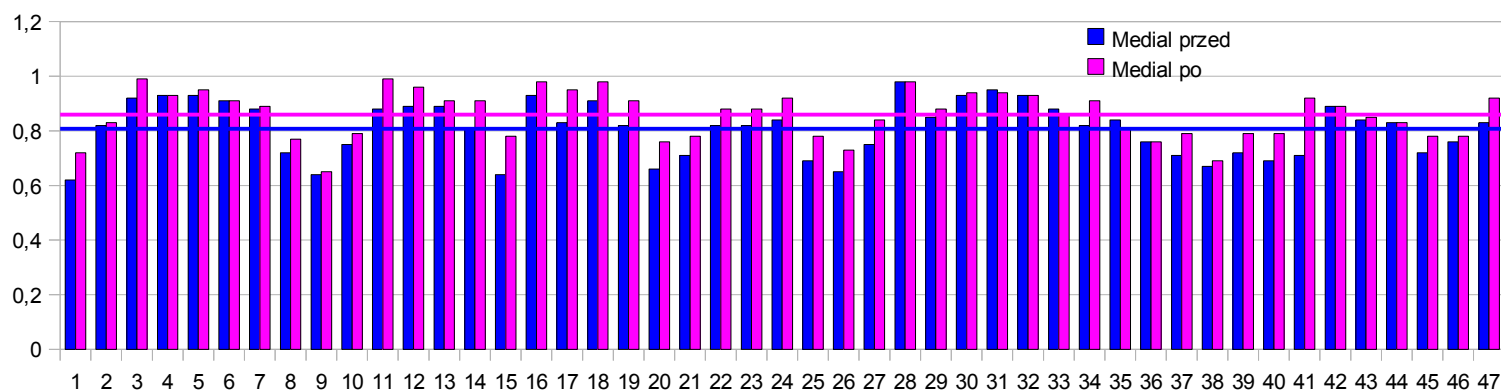


Tabela 10. Wartości współczynnika „medial” wyznaczone na rentgenogramach w projekcji strzałkowej przed i po wykonanej wetebroplastyce oraz w badaniu kontrolnym w okresie od 2 miesięcy do 4 lat po operacji

	Przed operacją	po operacji	badanie kontrolne
Wartość średnia	0,81	0,86	0,86
Wartość maksymalna	0,98	0,99	0,98
Wartość minimalna	0,62	0,65	0,65
Odchylenie standardowe	0,1	0,09	0,09

Wykres 14: Wartości współczynnika „medial” przed i po wykonanej wetebroplastyce



Wykres 15: Wartości współczynnika „medial” po wetebroplastyce i w badaniu kontrolnym

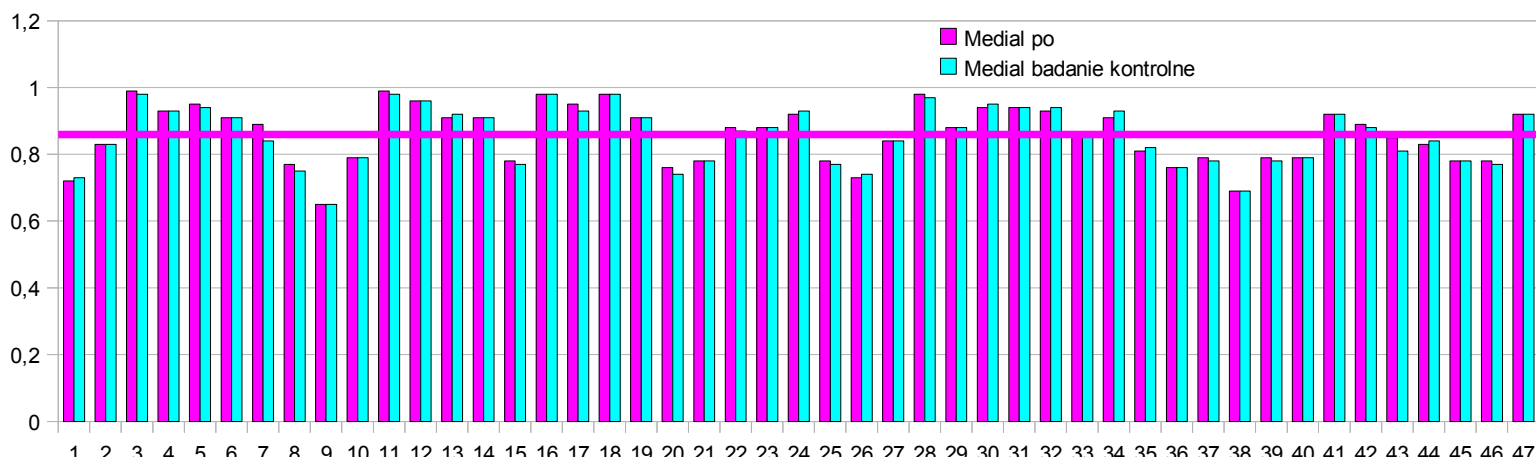
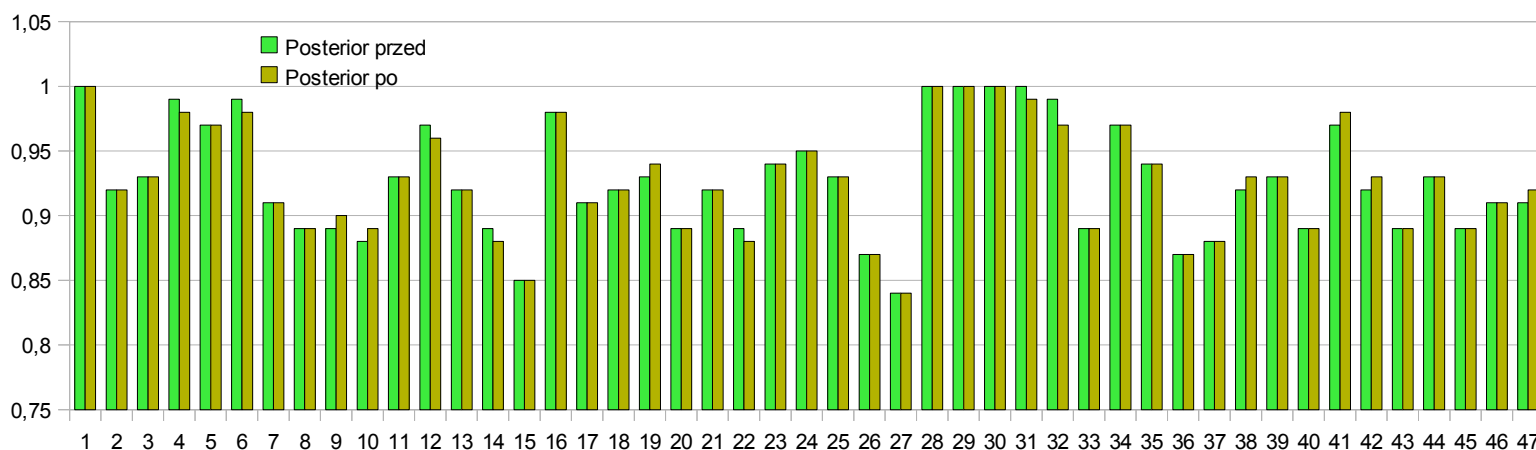


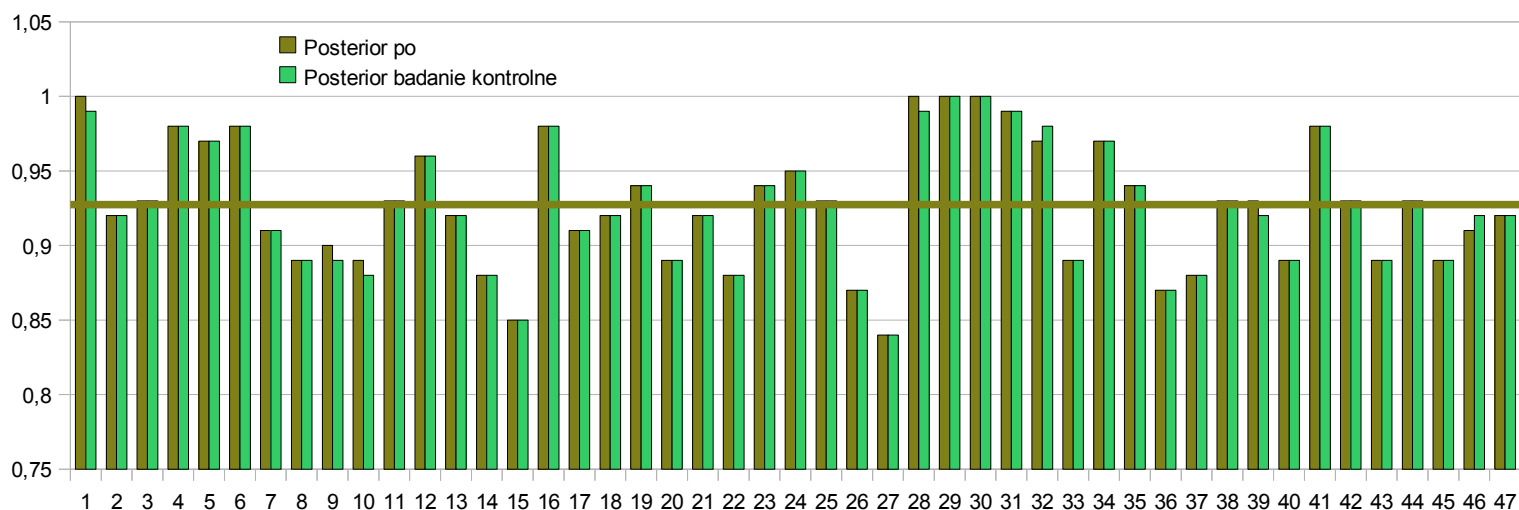
Tabela 11. Wartości współczynnika „posterior” wyznaczone na rentgenogramach w projekcji strzałkowej przed i po wykonanej wetebroplastyce oraz w badaniu kontrolnym w okresie od 2 miesięcy do 4 lat po operacji

	Przed operacją	po operacji	badanie kontrolne
Wartość średnia	0,93	0,93	0,93
Wartość maksymalna	1	1	1
Wartość minimalna	0,84	0,84	0,84
Odchylenie standardowe	0,04	0,04	0,04

Wykres 16: Wartości współczynnika „posterior” przed i po wykonanej wetebroplastyce

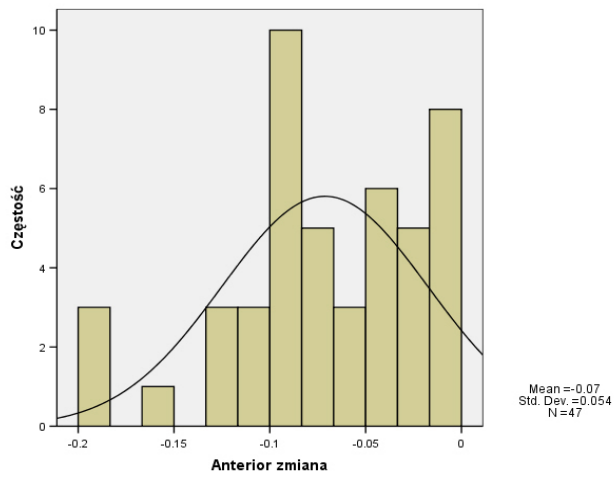


Wykres 17: Wartości współczynnika „posterior” po wykonanej wertybroplastyce i w badaniu kontrolnym

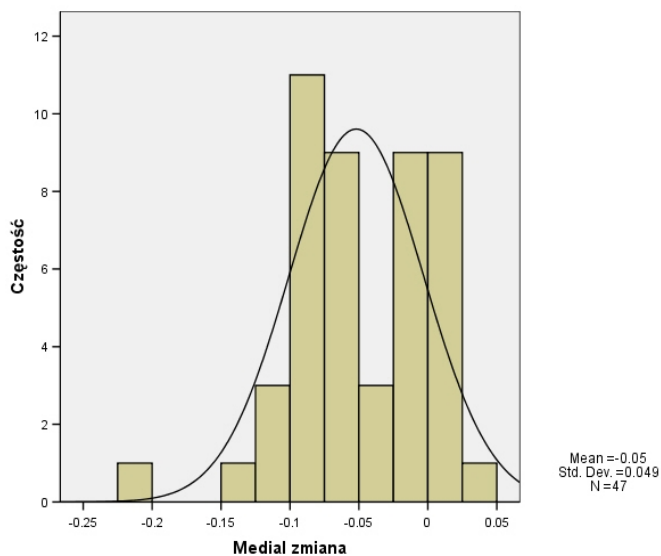


Po wykonaniu wertybroplastyki w badaniu pooperacyjnym zaobserwowano istotną statystycznie zmianę ($p < 0,02$) współczynników „anterior” i „medial”, co potwierdza wzrost przedniej i środkowej wysokości zajętego trzonu kręgowego. W badaniu nie zaobserwowano istotnej statystycznie zmiany ($p > 0,05$) wartości współczynnika „posterior”, a tym samym zmiany tylnej wysokości trzonu kręgowego po wykonanej wertybroplastyce.

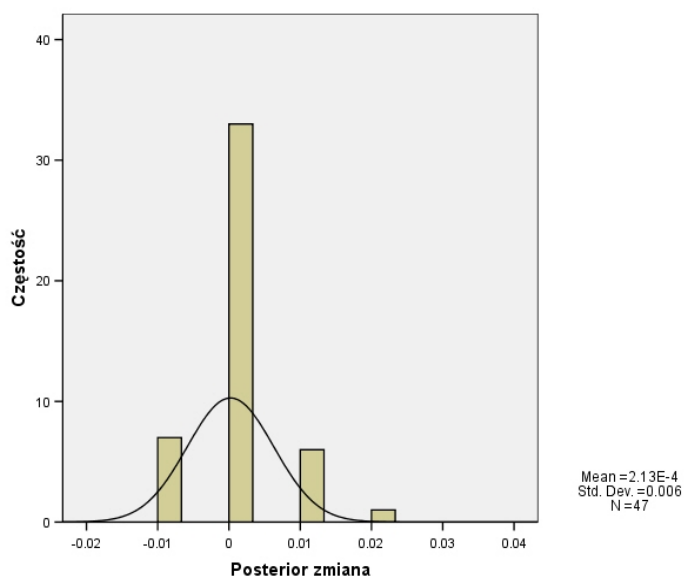
Ponadto nie zaobserwowano istotnej statystycznie różnicy ($p > 0,05$) w zmianie wartości współczynników „anterior”, „medial”, „posterior” wyznaczonych na rentgenogramach po wykonanej wertybroplastyce oraz w badaniu kontrolnym. Rozkład normalny różnicy współczynników przed wertybroplastyką oraz w badaniu pooperacyjnym przedstawiono na wykresach 18,19, 20.



Wykres 18: Rozkład normalny zmiany współczynnika „anterior” przed i po wykonanej wertebroplastyce



Wykres 19: Rozkład normalny zmiany współczynnika „medial” przed i po wykonanej wertebroplastyce



Wykres 20: Rozkład normalny zmiany współczynnika „posterior” przed i po wykonanej wertebroplastyce

5.3.3. Ocena wysokości złamanego trzonu kręgowego na radiogramach w projekcji czołowej

Przeprowadzono pomiar dwóch odcinków poprowadzonych między blaszkami granicznymi zajętego trzonu kręgowego: odcinek skrajny prawy (r) i odcinek skrajny lewy (l) wysokości trzonu. Celem porównania danych na

rentgenogramach wyznaczono współczynniki, które wyrażają iloraz odcinka kręgu poddanego wertybroplastyce i średniej arytmetycznej analogicznych odcinków zdrowych, sąsiadujących trzonów

$$\text{dexter} = 2r/r_1+r_2 \quad \text{sinister} = 2l/l_1 + l_2$$

Wyniki przedstawiono na wykresach 21-24 oraz w tabeli 12, 13

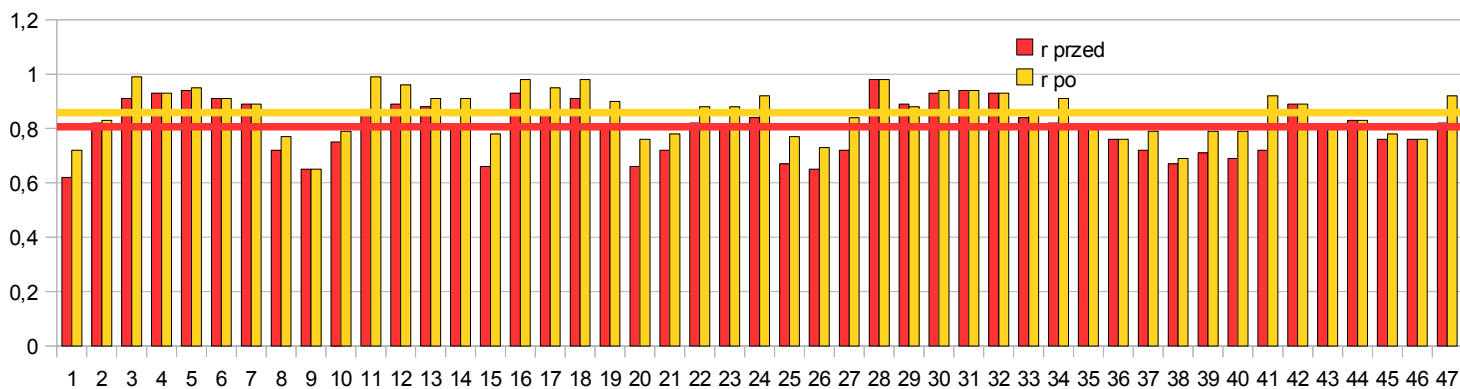
Tabela 12. Wartości współczynnika „sinister” wyznaczone na rentgenogramach w projekcji strzałkowej przed i po wykonanej wertybroplastyce oraz w badaniu kontrolnym w okresie od 2 miesięcy do 4 lat po operacji

	Przed operacją	po operacji	badanie kontrolne
Wartość średnia	0,8	0,86	0,86
Wartość maksymalna	0,95	1	1
Wartość minimalna	0,6	0,62	0,61
Odchylenie standardowe	0,1	0,1	0,09

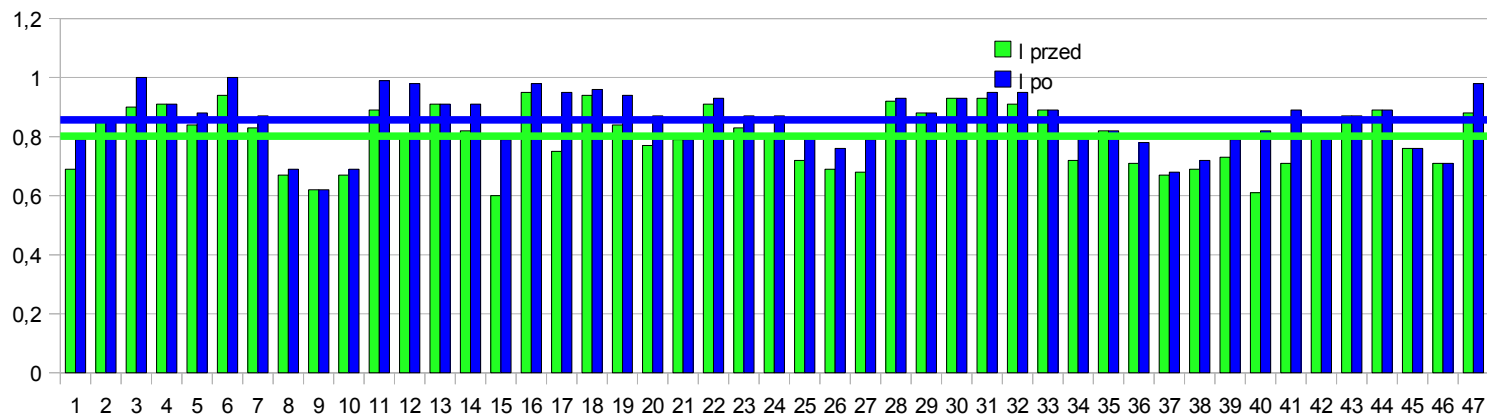
Tabela 13. Wartości współczynnika „dexter” wyznaczonych na rentgenogramach w projekcji strzałkowej przed i po wykonanej wertybroplastyce oraz w badaniu kontrolnym w okresie od 2 miesięcy do 4 lat po operacji

	Przed operacją	po operacji	badanie kontrolne
Wartość średnia	0,81	0,86	0,86
Wartość maksymalna	0,98	0,99	0,98
Wartość minimalna	0,62	0,65	0,65
Odchylenie standardowe	0,1	0,09	0,09

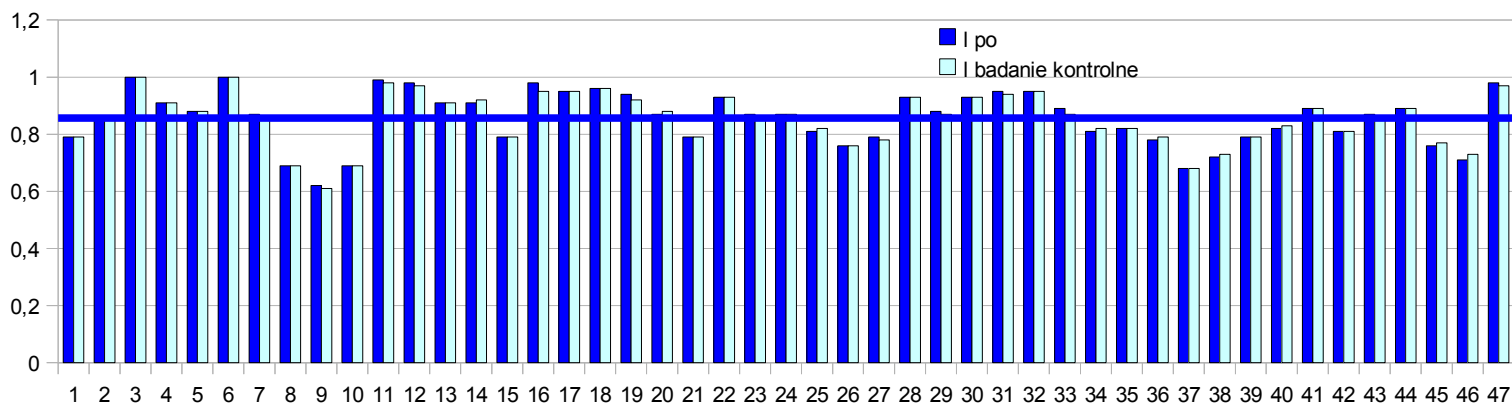
Wykres 20: Wartości współczynnika „dexter” przed i po wykonanej wetebroplastyce



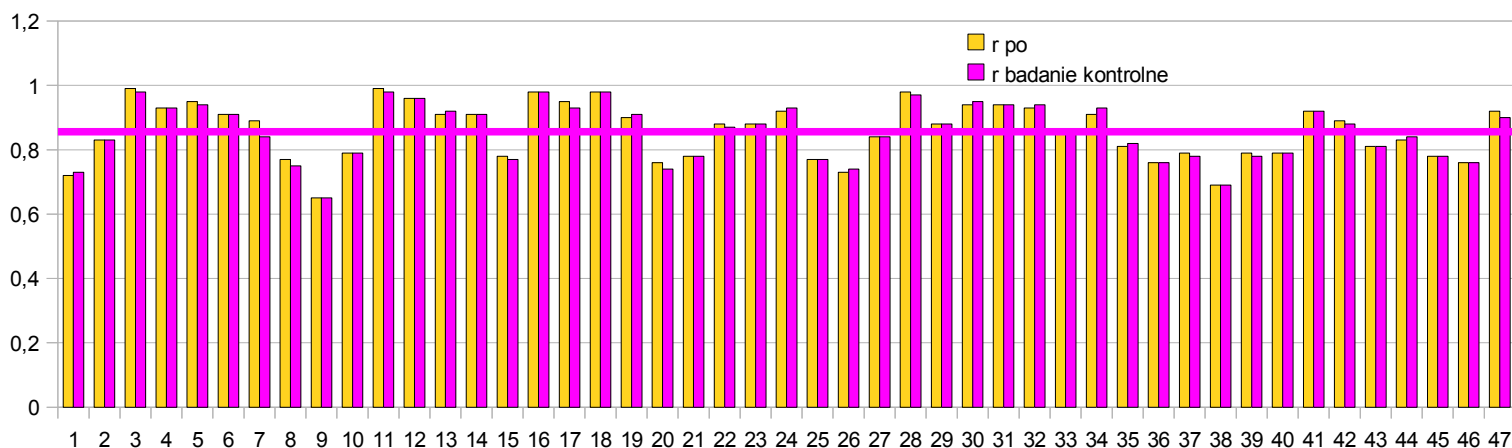
Wykres 21: Wartości współczynnika „sinister” przed i po wykonanej wetebroplastyce



Wykres 23: Wartości współczynnika „sinister” po wykonanej wetebroplastyce i w badaniu kontrolnym



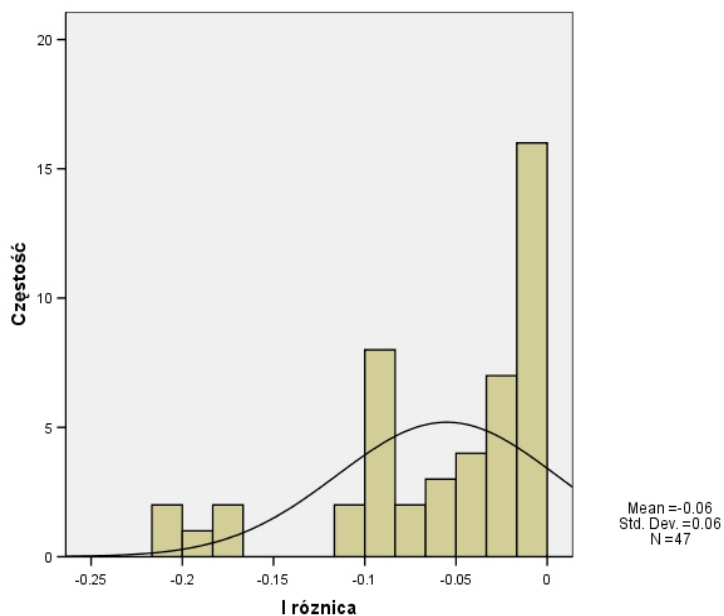
Wykres 24: Wartości współczynnika „dexter” po wykonanej wertybroplastyce i w badaniu kontrolnym



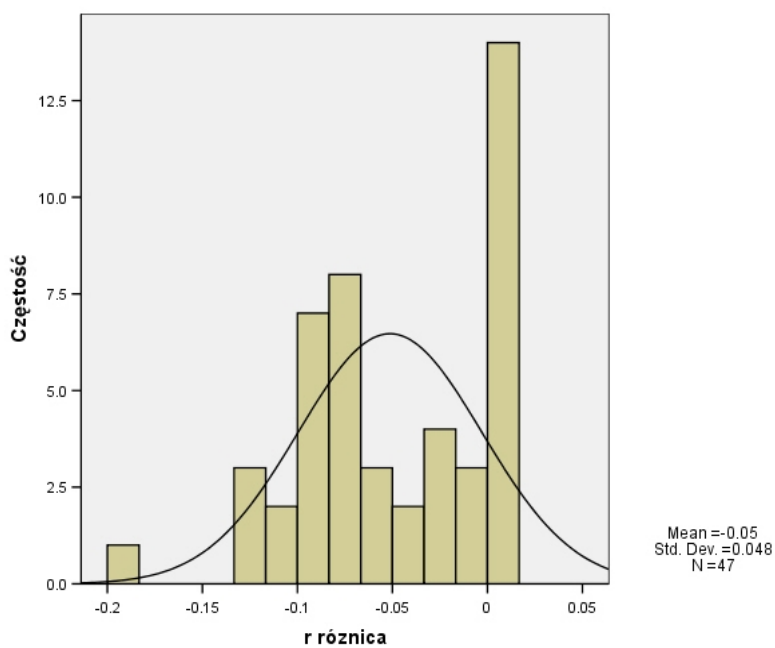
po wykonanej wertybroplastyce doszło do nieznacznej jednak statystycznie istotnej ($p < 0,02$) wzrostu wartości współczynnika „sinister” i „dexter”. Tym samym do niewielkiego odtworzenia wysokości złamanych trzonów kręgowych na rentgenogramach wykonanych po zabiegu w projekcji czołowej.

Nie wykazano istotnej statystycznie zmiany ($p > 0,05$) wartości obu współczynników w badaniu kontrolnym w odniesieniu do rentgenogramów wykonanych bezpośrednio po wykonanej wertybroplastyce.

Rozkład normalny zmiany współczynników „sinister” i „dexter” przedstawiają wykresy 25, 26.



Wykres 25: Rozkład normalny zmiany współczynnika „sinister” przed i po wykonanej wertebroplastyce



Wykres 26: Rozkład normalny zmiany współczynnika „dexter” przed i po wykonanej wertebroplastyce

5.3.4. Korelacja między wynikami radiologicznymi i klinicznymi

Zbadano zależność między wykładnikami klinicznymi a radiologicznymi oraz czasem od wystąpienia złamania. Porównano dane kliniczne: współczynnik ODI oraz VAS z danymi radiologicznymi: różnicą kąta utworzonego przez linie pośrodkowe sąsiednich kręgów przed i po wykonanej wertybroplastyce oraz różnicą współczynnika „anterior” przed i po wykonanej wertybroplastyce. Porównano także współczynnik ODI i VAS z długością występowania objawów klinicznych (czasem, który upłynął od złamania do wykonania wertybroplastyki). Wyniki przedstawiono w tabeli 14 i 15.

Tabela 13. Korelacja zmiany współczynnika ODI względem długości występowania objawów klinicznych, zmianą kąta utworzonego przez linie pośrodkowe sąsiednich kręgów przed i po wykonanej wertybroplastyce oraz różnicą współczynnika „anterior” przed i po wykonanej wertybroplastyce

LP	N	SREDNIA	WARIANCJA	SD	BL.STAND. SR	WSP.ZM.	PRZEDZIAL UFNOSCI		MIN	MAX
1. czas od wystąpienia objawów	47	7.7660	0.4931359852D+02	7.224	1.243	90.42	5.704	9.8278	1.200	23.0000
2. różnica współczynnika "anterior" przez i po wykonanej wertybroplastyce	47	-0.0713	0.2898334875D-02	0.05	0.0079	-75.53	-0.0871	-0.0555	-0.2000	0.0000
3. Różnica kąta przez i po wykonanej wertybroplastyce	47	0.7553	0.3238297872D+00	0.5691	0.0830	75.34	0.5882	0.9224	-0.1000	1.8000
4. różnica ODI przed i po wykonanej wertybroplastyce	47	34.7447	0.2252377428D+03	15.0	2.2020	43.19	30.338	39.1513	8.200	59.0000

TABLICA WSPOLCZYNNIKOW KORELACJI

	1	2	3
2	0.0757		
3	-0.0364	-0.2212	
4	-0.6124**	-0.1113	0.0969

Tabela 14. Korelacja zmiany współczynnika ODI względem długości występowania objawów klinicznych, zmianą kąta utworzonego przez linie pośrodkowe sąsiednich kręgów przed i po wykonanej wertybroplastyce oraz różnicą współczynnika „anterior” przed i po wykonanej wertybroplastyce

LP	N	SREDNIA	WARIANCJA	SD	BL.STAN D.SR	WSP.ZM	PRZEDZIAŁ UFNOSCI		MIN	MAX
1. czas od wystąpienia objawów	47	7.7660	0.4931359852D+02	7.224	1.243	90.42	5.7041	09.8278	1.0000	23.0000
2. różnica współczynnika "anterior" przez i po wykonanej wertybroplastyce	47	-0.0713	0.2898334875D-02	0.0538	0.0079	-75.53	-0.0871	-0.0555	-0.2000	0.0000
3. Różnica kąta przez i po wykonanej wertybroplastyce	47	0.7553	0.3238297872D+00	0.5691	0.0830	75.34	0.5882	0.9224	-0.1000	1.8000
4. różnica VAS przed i po wykonanej wertybroplastyce	47	4.2000	0.1652173913D+01	1.2854	0.1875	32.13	3.6226	4.3774	1.0000	6.0000

TABLICA WSPOLCZYNNIKOW KORELACJI

	1	2	3
1	0.0757		
2	-0.0364	-0.2212	
3	-0.4263**	-0.0314	0.0773

6. OMÓWIENIE WYNIKÓW BADAŃ WŁASNYCH

6.1. Wskazania do operacji

W badanej grupie chorych wskazaniami do operacji były kompresyjne, osteoporotyczne złamania trzonów kręgowych, które miały miejsce co najmniej dwa miesiące wcześniej z towarzyszącymi średnio lub znacznie nasilonymi dolegliwościami bólowymi, nie poddające się leczeniu zachowawczemu (fizjoterapii oraz leczeniu farmakologicznemu). W badaniu skupiono się wyłącznie na chorych ze złamaniami osteoporotycznymi. Celem zachowania jednorodności grupy badawczej wyeliminowano także chorych z kilkupoziomowymi złamaniami.

Zajęte trzony obejmowały poziomy od Th 6 do L 5. Znaczna większość złamanych trzonów występowała w miejscu połączenia kręgosłupa piersiowego i lędźwiowego. Bardzo podobny rozkład zaobserwowano również we wszystkich dostępnych publikacjach innych autorów [82, 83]. Na trzony kręgowe w odcinku piersiowo-lędźwiowym oddziałują największe siły ściskające będące skutkiem prostego przebiegu kręgosłupa w płaszczyźnie strzałkowej i czołowej. Brak naturalnych krzywizn w tym miejscu: lordozy lędźwiowej, kifozy piersiowej, amortyzujących siły działające wzdłuż kolumny kręgosłupa, sprawia, że w pierwszej kolejności dochodzi do złamań kompresyjnych właśnie w tym odcinku kręgosłupa.

W analizowanej grupie chorych przeważały kobiety (39 kobiet na 8 mężczyzn). W literaturze nie znaleziono doniesień, w których rozkład płci w znacznym stopniu odbiegałby od badanej grupy chorych. Rozkład płci ze znaczną przewagą kobiet zbliżony jest do średniego rozkładu płci chorych na osteoporozę niezależnie od stwierdzonego złamania [11,13]. Złamanie trzonu kręgowego w badanej grupie chorych w równym stopniu u mężczyzn i dla kobiet było następstwem zmniejszenia gęstości mineralnej kości, spowodowanej osteoporozą.

Średnia wieku chorych w badanej grupie wyniosła 61 lat, z odchyleniem standardowym równym 11,67. Średnia wieku pokrywa się z doniesieniami literaturowymi dotyczącymi wieku wystąpienia złamania osteoporotycznego trzonu kręgowego u chorych na osteoporozę [11,12,13].

Osteoporozę najczęściej stwierdza się u chorych w 4-5 dekadzie życia. Dziesięcioletni okres trwania ubytku masy kostnej powoduje stopniową dekompensację wytrzymałości na siły ściskające trzon kręgowy. Złamanie kompresyjne najczęściej następuje w szóstej dekadzie życia często spowodowane niewielkim urazem.

Wartebroplastykę przeprowadzono po upływie co najmniej 2 miesięcy od stwierdzonego złamania, a maksymalny okres do wykonania wetebroplastyki wynosił 23 miesiące.

W dwumiesięcznym okresie od stwierdzenia złamania podejmowano próby leczenia zachowawczego poprzez zastosowanie unieruchomienia (gorset Jevetta, leżenie w łóżku), podawanie leków przeciwbólowych, fizjoterapię. Brak pozytywnych efektów leczenia zachowawczego był wskazaniem do wykonania wertebroplastyki.

Nie znaleziono doniesień z literatury, w których opisano stosowanie wertebroplastyki w trybie ostrym. Timothy J. Kaufmann w swoich badaniach [84] wykazał związek między długością okresu pomiędzy wystąpieniem złamania i wykonaną wertebroplastyką a wielkością poprawy wykładników stanu klinicznego chorych [84]. W badaniach własnych wykazano również istotną statystycznie korelację między upływem czasu od wystąpienia złamania a wynikami klinicznymi.

U chorych, u których wykonano wertebroplastykę dopiero po kilku latach od wystąpienia złamania, wyniki kliniczne były nieznacznie gorsze niż u chorych, u których wertebroplastyka była wykonana po kilku tygodniach od wystąpienia złamania.

Przypuszczalnie długo trwające objawy bólowe kręgosłupa powodują trwałe pogorszenie sprawności ruchowej i funkcjonalnej narządu ruchu głównie

poprzez osłabienie mięśni przykręgosłupowych. Wykonanie wertebroplastyki po kilku latach trwania objawów daje przez to gorszy wynik kliniczny. U starszych chorych (ósma dekada życia), u których występują silne dolegliwości bólowe grzbietu spowodowane złamaniem kompresyjnym trzonu, powodującym nagłą utratę samodzielności w załatwianiu podstawowych czynności życiowych, celowym wydawałoby się wykonanie wertebroplastyki w trybie ostrym.

Kilkutygodniowe utrzymywanie pozycji leżącej z powodu silnych dolegliwości bólowych grzbietu, nagłe utracenie samodzielności w wykonywaniu podstawowych czynności życiowych, często powoduje nagłą dekompensację wydolności organizmu osób starszych, prowadząc często to ich szybkiej śmierci.

W przypadku złamania biodra u osób starszych od kilkudziesięciu lat standardem leczenia stała się szybka stabilizacja złamania poprzez zespolenie operacyjne i możliwie szybka pionizacja. Z tego samego względu u odpowiednio dobranych starszych chorych celowe mogłoby być przeprowadzenie wertebroplastyki w trybie ostrym. Wymaga to jednak przeprowadzenia dalszych badań klinicznych. Nie istnieją także doniesienia literaturowe potwierdzające skuteczność wykonywania wertebroplastyki w trybie ostrym w opisanych powyżej przypadkach.

6.2. Zmiana kąta kifozy lub lordozy ocenianych na radiogramach w płaszczyźnie strzałkowej przed i po wertebroplastyce oraz w badaniu kontrolnym

W przeprowadzonych badaniach zauważono istotną statystycznie niewielką zmianę kąta jaki tworzą proste pośrodkowe sąsiednich trzonów kręgowych porównywanych przed i po wykonanej wertebroplastyce.

W badaniach średnia zmiana kąta wyniosła 0,76 stopnia, odchylenie standardowe 0,57.

Wartości średniej zmiany kąta, jakie tworzą blaszki graniczne złamanego kręgu, uzyskane między innymi przez Roberta Carlier [85] były o około 2-3 stopnie większe w porównaniu do własnych wyników, podobne wartości uzyskali także inni autorzy [83,84]. Różnica w wynikach badań własnych z doniesieniami Carlier spowodowana była prawdopodobnie wynikać może z powodu innej metody pomiaru. W badaniach własnych dokonano pomiarów kąta utworzonego przez proste pośrodkowe sąsiednich trzonów kręgowych. Uzyskano w ten sposób pomiar lordozy lub kąta kifozy w przypadku złamania w części kręgosłupa piersiowego. Odtworzenie wysokości złamanego trzonu poprzez zastosowanie wertebroplastyki w mniejszym stopniu decyduje o zmianie kąta lordozy lub kifozy w porównaniu ze zmianą kąta jaki tworzą blaszki graniczne zajętego trzonu.

W badaniu kontrolnym jednak nie uzyskano istotnej statystycznie zmiany kąta w porównaniu do badania pooperacyjnego. Podobne rezultaty zaprezentowali również inni autorzy [83,84,85].

Podczas podawania cementu kostnego pod ciśnieniem wytworzonym przez tłok strzykawki dochodzi do częściowego nastawiania się odłamów kostnych złamanego trzonu. Również pozycja leżąca chorego podczas wykonywania wertebroplastyki przyczynia się do ustabilizowania złamanego kręgu podawanym przez nasadowo cementem kostnym gdyż jego niestabilne odłamy są w pozycji oddalenia od siebie [85]. Badania Maynard [86] potwierdziły większy stopień odtworzenia kąta i wysokości złamanego trzonu kręgowego w przypadku złamań niestabilnych, stwierdzanych wyraźnie na zdjęciach czynnościowych przedoperacyjnych, w porównaniu z miernym lub zerowym odtworzeniem kąta kręgu w przypadku złamań, gdzie nie zauważono przemieszczania się odłamów na bocznych zdjęciach czynnościowych przedoperacyjnych.

Częściowe odtworzenie prawidłowego kąta lordozy lub kifozy powinno

wpływać na poprawę biomechaniki całego kręgosłupa, tym samym prowadzić do poprawy stanu klinicznego chorych, u których zaobserwowano większe wartości zmiany kąta kręgowego po wykonanej wertebroplastyce. Kaufmann i inni autorzy [84] nie zauważyli jednak powiązania między stopniem wielkości odtworzenia trzonu kręgowego w wyniku wertebroplastyki a wykładnikami klinicznymi stanu chorych. Również w przeprowadzonych badaniach własnych nie zaobserwowano istotnej statystycznie korelacji między zmianą kąta prostych pośrodkowych sąsiednich trzonów kręgowych a wykładnikami klinicznymi. Współczynnik r Pearsona dla tych danych wyniósł 0,1. Współczesne doniesienia literatury opisują wertebroplastykę jedynie jako metodę stabilizującą trzon kręgowy oraz przywracającą wytrzymałość trzonu [83,84].

Stosowana od kilku lat kifoplastyka, która poprzez zastosowanie rozprężanego w złamanym trzonie kręgowym balona przywraca wysokość złamanego trzonu i odtwarza prawidłowy kąt lordozy lub kifozy. Zmiany kąta złamanego trzonu w płaszczyźnie strzałkowej w przypadku wertebroplastyki są niewielkie w porównaniu do kifoplastyki. Maksymalne odtworzenie kąta lordozy lub kifozy w przeprowadzonych badaniach własnych wyniosło zaledwie 1,8 stopnia.

Niewielki stopień odtworzenia kąta złamanego trzonu kręgowego nie ma więc wpływu na wynik kliniczny, a odtworzenie kąta złamanego trzonu występuje wyłącznie przy wyraźnie niestabilnych złamaniach. W takich złamaniach ruch odłamów jest zgodny z przemieszczeniem kątowym kąta jaki tworzy naturalna krzywizna kręgosłupa w płaszczyźnie strzałkowej. Lekkie nastawianie odłamów spowodowane niewielkim ciśnieniem pod jakim podaje się cement kostny, a także pozycja leżąca pacjenta, sprawiają, że stabilizacja (zacementowanie) następuje w położeniu maksymalnego wzajemnego przemieszczenia się odłamów prowadząc do niewielkiej zmiany średniego kąta pośrodkowych sąsiednich kręgów obserwowanej w badaniu przed i pooperacyjnym.

Badania zarówno własne jak i innych autorów [85] potwierdzają skuteczność wertybroplastyki w zapobieganiu dalszemu zapadaniu się złamanego trzonu kręgowego poddanego wertybroplastyce. W przeprowadzonych badaniach własnych zmiany zarówno kąta lordozy oraz kifozy oraz zmiany współczynników w projekcji czołowej i strzałkowej złamanych trzonów nie ulegały istotnym zmianom w badaniach kontrolnych przeprowadzonych w okresie od 2 miesięcy do 4 lat po wykonanej wertybroplastyce.

Cement akrylowy podany do gąbczastej kości trzonu kręgowego w znacznym stopniu podnosi wytrzymałość trzonu, która zbliżona jest lub nawet przekracza wytrzymałość zdrowego trzonu kręgowego u chorych nie cierpiących na osteoporozę [87].

6.3. Analiza pomiarów oceniających wysokość trzonów kręgowych na radiogramach w płaszczyźnie czołowej i strzałkowej przed i po wykonanej wertybroplastyce oraz w badaniu kontrolnym

W przeprowadzonych badaniach zaobserwowano niewielki wzrost wysokości przedniej i środkowej złamanego trzonu po wykonanej wertybroplastyce w płaszczyźnie strzałkowej. Średnie zmiany współczynników określających stopień zapadnięcia się trzonu kręgowego w porównaniu z wysokością sąsiadujących trzonów kręgowych wyniosły 0,07 dla "anterior", 0,04 dla "medial". Nie zauważono istotnej statystycznie zmiany wysokości tylnej trzonu kręgowego ($p < 0,05$). Zaobserwowano również niewielki wzrost wysokości w płaszczyźnie czołowej tych samych kręgow. Średnia zmiana współczynnika wyniosła 0,06.

Doniesienia licznych autorów potwierdzają wzrost wysokości kręgu poddanego wertybroplastyce, a średnie wartości odtworzenia złamanego trzonu kręgowego prezentują się podobne jak w przeprowadzonych badaniach własnych [83, 84, 85, 88].

Największy wzrost współczynnika "anterior" oraz "medial" a także brak zmiany współczynnika "posterior" w projekcjach bocznych potwierdza, że złamania osteoporotyczne dotyczą głównie przedniej kolumny kręgosłupa. Tylna kolumna kręgosłupa a także struktury kostne samego kanału kręgowego najczęściej pozostają nienaruszone przy złamaniu trzonu, które nastąpiło w wyniku osteoporozy [88]. Złamany kręg ma najczęściej kształt klina lub jest spłaszczony z zachowaniem kolumny tylnej (vertebra plana). Podobnie jak w przypadku zmiany kąta utworzonego przez pośrodkowe trzonów sąsiednich kręgów, nie zauważono istotnej statystycznie korelacji między wykładnikami klinicznymi a stopniem odtworzenia wysokości trzonu kręgowego. Podobne wyniki uzyskali inni badacze [86].

Analiza złamanego trzonu kręgowego w płaszczyźnie czołowej polegała na analizie jego wysokości skrajnych: prawej i lewej. W niektórych przypadkach złamań trzonów kręgowych doszło do klinowego zniekształcenia w płaszczyźnie strzałkowej a różnica w wartościach wysokości skrajnej prawej i skrajnej lewej, prowadziła do niewielkiej skoliozy strukturalnej kręgosłupa. Po przeprowadzonej wertebroplastyce doszło do nieznacznego odtworzenia wysokości trzonów również w projekcji czołowej. Stopień odtworzenia był jednak nieznaczny, zmiana badanego współczynnika wyniosła średnio 0,06. Jest to zbyt mała wartość, by mogła prowadzić do istotnej korekcji skoliozy strukturalnej spowodowanej klinowym złamaniem trzonu kręgowego w płaszczyźnie czołowej i wpływać w istotny sposób na zmiany wykładników klinicznych [85]. W przeprowadzonych badaniach nie zauważono związku między objawami klinicznymi a stopniem odtworzenia wysokości trzonu kręgowego w płaszczyźnie czołowej. Podobne wyniki uzyskali również inni badacze [86].

Być może dalsze badania nad stosowaniem kifoplastyki odtwarzającej prawidłową wysokość kręgu również w płaszczyźnie czołowej przyczynią się do postępu w tym zakresie.

Analiza wyników wysokości trzonów poddanych wertebroplastyce w badaniu

kontrolnym w porównaniu do wysokości zmierzonych po zabiegu jednoznacznie potwierdza wyeliminowanie dalszego zapadania się trzonu kręgowego poddanego werterbroplastyce, co szczegółowo omówiono w rozdziale 6.2.

6.4. Stabilność kręgosłupa po wykonanej werterbroplastyce

Celem leczenia zmian osteoporotycznych kręgów, podobnie jak w przypadku leczenia innych złamań, jest zapewnienie stabilności odłamów kostnych. W tym znaczeniu werterbroplastykę należy postrzegać raczej jako technikę stabilizacji złamania niż jako implant, gdyż podczas podania cementu dochodzi do ustabilizowania odłamów kostnych.

Badania Maynard'a [86] wskazują na największą skuteczność werterbroplastyki w przypadku stwierdzenia niestabilności złamania na radiogramach czynnościowych oraz dodatkowo wystąpienia wzmożonej przewlekłej reakcji zapalnej w miejscu złamania trzonu obserwowanej w scyntygrafii kości. Maynard zauważył wyraźną korelację między obrazem klinicznym chorych poddanych werterbroplastyce, a stopniem niestabilności złamanego trzonu kręgowego.

Przy kwalifikacji chorych do werterbroplastyki, szczególnie w przypadkach wątpliwych, celowym wydaje się wykonanie zdjęć czynnościowych kręgosłupa oraz przeprowadzenie badania scyntygrafii kości.

Badanie czynnościowe polega na porównaniu zdjęcia wykonanego w pozycji leżącej przy korekcji piersiowej kifozy lub lordozy lędźwiowej przeprowadzonej z pomocą odpowiednio podłożonych worków z piaskiem lub chust, ze zdjęciem wykonanego w pozycji stojącej.

W projekcji strzałkowej najczęściej uzyskuje się obraz stawu rzekomego występującego w 1/3 górnej złamanego trzonu kręgowego [86].

Scyntygrafia kości uwidacznia wzmożony wychwył znacznika w miejscu powstania przewlekłego zapalenia jakim jest staw rzekomy utworzony w

złamanym kompresyjnie trzonie kręgowym. [86]

Powyższe obserwacje wymagają jednak dalszych badań i przeprowadzenia szczegółowych analiz. Również w literaturze brak wystarczających danych na ten temat.

Cotten i wsp. [64] nie stwierdził korelacji między objętością wstrzykiwanego cementu a wynikami klinicznymi. Doświadczenia kliniczne potwierdza, że niecałkowite wypełnienie trzonu kręgowego zwykle dostatecznie skutkuje zniesieniem bólu, zmniejszając znacznie ryzyko powikłań, w postaci wycieku cementu [56, 65, 64]. Ostatnie, badania wykazały, że najkorzystniejsze są stosunkowo małe objętości cementu do przywrócenia wytrzymałość trzonu jaka była przed złamaniem, i tak: 4.4ml w odcinku lędźwiowym, 3.1ml w odcinku lędźwiowo-piersiowym, i 2,5 ml w odcinku piersiowym [66]. W badaniach własnych ilość podawanego cementu nie przekraczała wartości opisywanych w literaturze [66]. Moment podawania cementu odbywał się przy stałym podglądzie fluoroskopowym. Cement natychmiast zaprzestawano podawać w momencie zauważenia wydostawania się go poza obrys trzonu kręgowego.

6.5. Złamania osteoporotyczne sąsiednich kręgów

W praktyce wertebro- i kifoplastyka zapobiega ponownemu złamaniu operowanego kręgu, Heini [8] zaobserwował nowe złamanie w obrębie leczonego kręgu, które wynikało prawdopodobnie z podania zbyt małej objętości cementu (2,5ml). Doniesienia literaturowe podają wzrost częstości złamań kręgów sąsiadujących bezpośrednio z kręgami wypełnionymi cementem w porównaniu do złamań pojawiających się w pozostałych kręgach. Grados [14] wykazał, że współczynnik ryzyka wystąpienia nowego złamania sąsiadującego kręgu wynosił 2,27 (95% CI 1,1-4,56) w porównaniu do 1,44 (95% CI 0,82-2,55) dla pozostałych kręgów. Również Uppin [27] oceniając wyniki vertebroplastyki w grupie 177 chorych, po 2 latach stwierdził

36 nowych złamań kręgosłupa. Złamania kręgów sąsiadujących z kręgiem poddanym werrebroplastyce były dwukrotnie częstsze w porównaniu do kręgów nie sąsiadujących (odpowiednio 67% w porównaniu do 33% złamań). Interpretacja wyników własnych jest trudna ze względu na różny i zwykle krótki okres obserwacji (od ok. 6 miesięcy do maksymalnie 5 lat) oraz różnice wiekowe w grupach leczonych osób.

Osteoporoza jest schorzeniem postępującym, złamania nowych trzonów kręgowych są więc naturalną konsekwencją jej trwania.

Występowanie częste wielopoziomowych złamań kompresyjnych kręgów dokonanych w tym samym czasie, również potwierdza słuszność tej tezy.

W badanej grupie chorych ponowne złamania trzonów kręgowych zauważono u 7 z 48 osób, a część z nich została ponownie poddana werrebroplastyce z sukcesem terapeutycznym.

6.6. Wyniki kliniczne

Kompleksowa ocena klinicznych wyników werrebroplastyki jest trudna. Opiera się ona w dużej mierze na testach obciążonych znaczną dawką subiektywizmu, związana jest ze statusem społecznego oraz uwarunkowaniami psychosocjologicznymi chorych.

Ponadto należy podkreślić, że ostateczne wyniki kliniczne są również bezpośrednio zależne od czynników środowiskowych. Dla oceny stanu klinicznego pomocne są standaryzowane metody oceny nasilenia dolegliwości bólowych jak i niepełnosprawności. Spośród najczęściej stosowanych metod wymienić należy analogowe skale bólu, oraz wskaźnik niepełnosprawności wg kwestionariusza Oswestry a także skalę SF-36 oceniającą jakość życia chorych.

6.6.1. Pomiar wzrostu chorych

Dokonano pomiaru całkowitego wzrostu ciała chorych przed wertybroplastyką oraz w badaniu kontrolnym w okresie od 4 miesięcy do 2 lat po wykonanej operacji.

Pomiary przed wertybroplastyką odczytano z archiwalnych historii chorób. Pomiarów tych dokonano wykorzystując miary. W poddanej badaniu 47 osobowej grupie chorych nie odnaleziono archiwalnego pomiaru wzrostu u 12 z 47 chorych.

W badaniu kontrolnym dokonano pomiaru wzrostu chorych wykorzystując atestowane urządzenia przeznaczone do tego celu.

W badanej grupie chorych nie zaobserwowano istotnej zmiany we wzroście chorych w badaniu kontrolnym a wzrostem przed wertybroplastyką.

Z danych literaturowych wynika, że każde złamanie kręgu skutkuje obniżeniem wzrostu chorego o około 2cm [26].

Analizy danych radiologicznych w badaniu kontrolnym wskazała na uzyskanie nieznacznego odtworzenia wysokości trzonu kręgowego poddanego wertybroplastyce, a także brak wykładników dalszego zapadania się trzonu. Ponadto w badaniu kontrolnym zaobserwowano dodatkowe złamanie kompresyjne u 7 z 47 chorych.

W badanej grupie chorych średni wzrost nie zmieniła się istotnie. Jednak u chorych, u których wystąpiło dodatkowe złamanie trzonu kręgowego stwierdzone w badaniu kontrolnym, wzrost obniżył się średnio o 1,8cm.

Natomiast w grupie chorych, w której nie wystąpiło dodatkowe złamanie trzonu kręgowego wzrost uległ nieznacznemu zwiększeniu, w korelacji do stopnia odtworzenia wysokości złamanego trzonu kręgowego poddanego wertybroplastyce potwierdzonej radiologicznie. Z analizy danych wynika, że wertybroplastyka wpływa na zahamowanie progresji niekorzystnej zmiany sylwetki chorych na osteoporozę oraz opóźnia lub przeciwdziała utracie wzrostu chorych na osteoporozę. Wpływa także lub zapobiega występowaniu

hiperkifozy piersiowej – wdowiego garbu, powodującej deformację sylwetki oraz zaburzenia ze strony układu oddechowego.

Chorzy poddani wertebroplastyce pozostawali również pod stałą kontrolą poradni ortopedycznej oraz reumatologicznej, gdzie kontrolowano gęstość mineralną kości oraz podejmowano intensywne leczenie osteoporozy. W tej grupie chorych kontrolowano także postępujący przebieg osteoporozy. Fakt prawidłowego kontrolowania przebiegu osteoporozy, zapobieganie złamaniom kompresyjnym kolejnych kręgów przyczynił się także do utrzymania się średniego wzrostu chorych w badaniu kontrolnym.

6.6.2. Stopień nasilenia osteoporozy

Grupa zakwalifikowana do badań miała jednoznacznie stwierdzoną osteoporozę. W kwalifikacji chorych do badania uwzględniono wyłącznie grupę, u której rozpoznano osteoporozę na podstawie badania densytometrycznego szyjki kości udowej. T-Score równy lub przekraczający wartość $-2,5$ odchylenia standardowego (SD).

Badanie densytometryczne metodą tomografii komputerowej polega na ocenie radiologicznej kręgów.

Założono, że złamanie trzonu kręgowego może w pewnym stopniu wpływać na wynik densytometrii kości bezpośredniej okolicy złamania. Z tego względu w badanej grupie chorych wzięto pod uwagę wyłącznie badanie densytometryczne szyjki kości udowej.

Odchylenie standardowe badania densytometrycznego szyjki kości udowej (T-Score) było u wszystkich chorych mniejsze od $2,5$.

Również Cotten i wsp. [64] nie uzyskali istotnej korelacji statystycznej porównując wyniki kliniczne oraz stopień odtworzenia zajętego trzonu kręgowego ze stopniem nasilenia osteoporozy. Autor ten zaleca jednak podawanie nieco większej objętości cementu kostnego u chorych z bardzo niskimi wartościami współczynnika T-Score.

6.6.3. Ocena jakości życia chorych w standaryzowanej skali RAND 36-Item (Short Form Health Survey)

Doniesienia wielu autorów wskazują na w duże korzyści w poprawie wykładników klinicznych przezskórnej wertybroplastyki oraz na poprawę wszystkich ośmiu skal formularza SF-36 po wykonaniu wertybroplastyki [82, 85, 87, 90, 91, 92, 93].

Seria badań oceniających krótkoterminowe korzyści przezskórnej wertybroplastyki [90, 91] jak również kilka sprawozdań z oceny długoterminowej [91, 92, 93] jednoznacznie podkreślają jej skuteczność w poprawie jakości życia chorych.

Evans i wsp. przeprowadzili wielośrodkowe retrospektywne badania 488 chorych poddawanych wertybroplastyce [92]. Uzyskane wyniki jednoznacznie potwierdziły korzyści wynikające ze stosowania wertybroplastyki. Wykazano ich istotne statystycznie krótkoterminowe korzyści takie jak zniesienie bólu i zdolność do wykonywania codziennych czynności życiowych, które oceniano w skali SF-36. McGraw i wsp. przeprowadzili retrospektywne badanie na 100 chorych, które wykazało korzyści w zastosowaniu wertybroplastyki ocenione w wizualnej analogowej skali bólu, jednak nie oceniono wyników na innych skalach [91]. Zoarski i wsp. dokonali prospektywnej oceny długoterminowych wyników wertybroplastyki u 30 chorych w skali SF-36 i stwierdzili wykładniki poprawy stanu klinicznego chorych. Największe z przeprowadzonych badań prospektywnych, z próbą powiązania długofalowych i krótkofalowych korzyści wynikających z wertybroplastyki, przy ocenie których wykorzystano standardową skalę SF-36 przedstawił Huy M [93]. W badaniach tych wykorzystano 264 przypadków Chorych oceniono w skali SF-36 przez zabiegiem, miesiąc po zabiegu oraz w okresie od 3 miesięcy do 3 lat po wykonanej wertybroplastyce. Badania wykazują znaczną poprawę na wszystkich ośmiu skalach zarówno po zabiegu jak i w długim okresie obserwacji.

Autor porównując wyniki uzyskane miesiąc po zabiegu oraz dane uzyskane w badaniach kontrolnych dochodzi do stwierdzenia spadku oceny jakości życia chorych ocenionej w skali SF-36. Spadek spowodowany był postępującym wiekiem chorych oraz postępującym przebiegiem osteoporozy. Porównanie jednak wyników przed zabiegiem z wynikiem uzyskanym w badaniu kontrolnym w okresie od 3 miesięcy do 3 lat po wykonanej wertebroplastyce wskazuje na istotną statystycznie poprawę jakości życia ocenianą w skali SF-36.

Badania przeprowadzone w 2006r przez A' lvarez'a [83] polegały na porównaniu grupy 101 chorych poddanych wertebroplastyce z grupą leczoną zachowawczo. Przeprowadzono w nich ocenę prospektywną chorych wykorzystując skalę SF-36, VAS oraz Ostwestry w badaniu przedoperacyjnym oraz w okresach 3, 6, 12 miesięcy po wykonanej wertebroplastyce.

Autor ten wykazał poprawę stanu chorych ocenianą we wszystkich skalach w badaniu pooperacyjnym. Uzyskane wyniki były ponad 50% lepsze w porównaniu z grupą leczoną zachowawczo. W badaniu wykonanym po okresie 3 miesiącach różnica ta wyniosła 40%, po upływie 6 miesięcy różnica wyniosła około 20%. W zestawieniu porównawczym stanu klinicznego grupy chorych leczonych zachowawczo z poddanymi wertebroplastyce po 12 miesiącach uzyskano zaledwie 10% różnicy między obiema grupami.

Przytoczone badania potwierdzają znaczne korzyści zastosowania wertebroplastyki w okresie krótkoterminowych obserwacji względem leczenia zachowawczego. Przy porównaniach długoterminowej oceny chorych poddanych wertebroplastyce zbliżają się do oceny jakości życia chorych leczonych zachowawczo.

Trudno jednoznacznie ustosunkować się do miernej skuteczności wertebroplastyki wykazanej przez A' lvarez'a w wynikach długoterminowych na tle grupy chorych leczonych zachowawczo.

Postęp osteoporozy a także wieku chorych na pewno mają znaczny wpływ na

uzyskany wynik w skali oceny jakości życia. Autor nie wspomina także nic o metodzie podziału chorych na grupy zakwalifikowane do leczenia zachowawczego i do wertybroplastyki. Można domniemywać, że wertybroplastykę stosowano u chorych z silniejszymi dolegliwościami bólowymi lub złamaniami wielopoziomowymi, a leczenie zachowawcze kontynuowano u chorych dobrze reagujących na to leczenie. Trudno bowiem wyobrazić sobie w praktyce klinicznej losowy podział chorych kwalifikowanych do wertybroplastyki oraz do kontynuowania leczenia zachowawczego. Brak randomizacji obu grup mógł znacznie zafałszować wyniki w długotrwałej obserwacji chorych.

Badania własne polegały na długoterminowej retrospektywnej ocenie jakości życia z wykorzystaniem skali RAND-36, która jest tożsama ze skalą SF-36. Oceniono okres od 4 miesięcy do 4 lat po wykonanej wertybroplastyce, wyniki porównano do danych przedoperacyjnych. Uzyskano znaczą poprawę we wszystkich ośmiu skalach RAND-36, W największym stopniu uległ poprawie wpływ zdrowia fizycznego na codzienną aktywność i wykonywaną pracę (RP), najmniejszą poprawę uzyskano w ocenie własnego stanu zdrowia w porównaniu do innych osób (GH).

Zbadane wyniki własne dotyczące polskich chorych są podobne do długoterminowych wyników uzyskanych przez A' lvarez'a [83] w grupie leczonej wertybroplastyką oraz w wynikach Huy M [93]. Badania własne wskazują na poprawę jakości życia w obserwacji długoterminowej.

6.6.4. Ocena dolegliwości bólowych u chorych przy użyciu Wizualnej Analogowej Skali Bólu (VAS)

Analogowa skala oceny bólu należy do powszechnie stosowanych narzędzi pomagających określić natężenie odczuwanego bólu. Deramond i wsp. [29] przedstawili badania przeprowadzone na 80 chorych. U 90% których wykazali

szybkie i pełne zniesienie bólu. Okres obserwacji w tej grupie chorych wynosił 6 miesięcy. Martin i wsp. [51] odnotowali podobne wyniki u 40 z 68 chorych leczonych werterbroplastyką. Autorzy Ci odnotowali bardzo wysoki odsetek sukcesu - około 80% i bardzo niską liczbę powikłań.

Najnowsza seria badań pochodząca z lat 2008 i 2009 [88, 89] wykazała spójny i znaczący sukces werterbroplastyki w łagodzenia bólu złamań kompresyjnych kręgów osteoporotycznych. Znaczne zmniejszenie bólu uzyskano u 75% -90% chorych. Zmniejszenie bólu skutkowało większą mobilnością i ograniczeniem konieczności stosowania środków przeciwbólowych przez chorych.

Przypuszcza się, że działanie przeciwbólowe werterbroplastyki spowodowane jest przede wszystkim stabilizacją złamanego trzonu [55]. Działanie przeciwbólowe związków chemicznych uwalnianych przy reakcji polimeryzacji polimetakrylanu metylu, a także kojące działanie ciepła wytwarzanego miejscowo podczas tej egzotermicznej reakcji nie zostało jednoznacznie potwierdzone [55].

Znaczna część badań klinicznych wykazuje skuteczność werterbroplastyki w leczeniu przeciwbólowym mieszczącym się w przedziale 80-90% dla badań krótkoterminowych, w których odnotowane wyniki kliniczne pochodzą z rocznych obserwacji.

Długoterminowe raporty dotyczące werterbroplastyki sugerują, że skuteczność w zniesieniu dolegliwości bólowych może z czasem zanikać. Jensen i wsp. [30] opisali pozytywną reakcję u ponad 80% chorych w początkowym okresie oraz zwiększenie mobilności w kilka dni po zabiegu. W badaniu kontrolnym wykonanym po 18 miesiącach zaobserwowali częściowy nawrót dolegliwości bólowych. Żaden chory nie zgłaszał jednak dolegliwości, dla których zostało pierwotnie podjęte leczenie. Z kolei Grados i wsp. [41] prowadzili obserwację w okresie od 12-84 miesięcy, w których również ocenił ból na wizualnej skali analogowej. W badaniach tych wskazano na znaczne zmniejszenie się dolegliwości bólowych, które na początku badania oceniono na 80mm, a po

upływie miesiąca średni wynik zmniejszył się do 37 mm. Średni wynik w badaniu kontrolnym przeprowadzonym w okresie od 12-84 miesięcy wyniósł 34 mm. Również Cortet i wsp. [47] stwierdzili znaczne zmniejszenie odczuwanego przez chorych bólu z tendencją zmniejszania oceny wraz z upływem czasu (3, 30, 90 i 180 dni po wykonanej wertybroplastyce). Badania własne polegały na długoterminowej ocenie skuteczności wertybroplastyki w zmniejszeniu dolegliwości bólowych. Przeprowadzono ocenę w wizualnej analogowej skali bólu przed wertybroplastyką oraz w badaniu kontrolnym w okresie od 4 do 24 miesięcy. Wartość wskaźnika VAS w badaniu kontrolnym uległa zmniejszeniu do 2,23 mm w porównaniu do wartości 6,23 mm w badaniu przedoperacyjnym. Grupa jednorodnie zareagowała na wertybroplastykę, jako metodę obniżającą odczuwany ból. Odchylenie standardowe wyniosło 1,25. Długoterminowa obserwacja przeprowadzona na grupie polskich chorych wykazała podobny stopień zmniejszenia bólu jak podano w badaniach Corteta [47] oraz Grados [41].

6.6.5. Ocena jakości życia chorych według skali jakości życia Oswestry

W wyniku operacji, w analizowanej grupie doszło do istotnego zmniejszenia liczby chorych z ciężkim i bardzo ciężkim stopniem niepełnosprawności ocenianym wg kwestionariusza Oswestry. Przed wertybroplastyką u 28 chorych stwierdzono w stopniu ciężki i bardzo ciężki stopień, u 18 średni i lekkim według wskaźnika ODI.

U większości chorych po przeprowadzonej operacji w badaniu kontrolnym stopień niepełnosprawności znajdował się w przedziale nieznacznym (19 chorych) lub lekki i średni (33 chorych). Zebrane wyniki jednoznacznie potwierdzają skuteczność wertybroplastyki w zmniejszeniu stopnia niepełnosprawności chorych w obserwacjach długoterminowych (2 miesiące – 4 lata). Głównym czynnikiem decydującym o niepełnosprawności chorych

jest ból wywołany złamaniem trzonu kręgowego [68]. W badaniach zauważono wyraźną korelację między zmianą wskaźnikiem VAS analogowej skali bólu a wskaźnikiem ODI kwestionariusza Ostwestry.

6.6. Powikłania

Przypadki choroby zakrzepowo-zatorowej obserwowano głównie u chorych z chorobą nowotworową. Choroba zakrzepowo-zatorowa praktycznie nie występowała u osób z osteoporozą [35, 40, 41] Opisane w literaturze zgony po przeprowadzonej wetebroplastyce wynikały z następstw choroby podstawowej, a nie z przeprowadzonej operacji [35].

Opisane we wstępie pracy doniesienia o powikłaniach będących następstwem wycieku cementu są częstsze po operacjach przeprowadzanych u chorych z przerzutami nowotworowymi (ok. 10%) [44]. Może to wynikać z większej destrukcji struktury tkanki kostnej i bogatszego unaczynienia nowotworowego w tej grupie chorych w porównaniu do pacjentów ze złamaniami osteoporotycznymi [45]. Stosunkowo małe objętości cementu, które są potrzebne do stabilizacji złamania kręgu osteoporotycznego zmniejszają ryzyko powikłań związanych z wyciekiem cementu poza obrys trzonu [66]. Starsze badania kliniczne wykazują znacznie większą liczbę powikłań związanych z wyciekiem cementu niż najnowsze badania kliniczne, których autorzy zalecają podawanie o ponad połowę mniejszej objętości cementu [41,42] niż podczas opisywanych kilkanaście lat temu pierwszych prób zastosowania tej metody.

W badaniach własnych nie zaobserwowano zgonów, porażień i innych przejściowych lub trwałych ubytków neurologicznych. W analizowanej grupie nie zaobserwowano również powikłań naczyniowych i zatorów.

Objętości podawanego cementu w badanej grupie były zgodne z zalecanymi w najnowszych publikacji na ten temat [41,42].

Najczęstszym powikłaniem w przeprowadzonych badaniach był wyciek

cementu do okolicy międzykręowej. Powikłanie to wystąpiło u 9% pacjentów poddanych wertybroplastyce. Nie zaobserwowano jednak zależności między wystąpieniem wycieku do przestrzeni międzykręowej a wynikiem klinicznym czy radiologicznym.

Przypuszcza się, że wyciek cementu do przestrzeni międzykręowej spowodowany był najczęściej naruszeniem blaszki granicznej, która uległa złamaniu, tworząc szczelinę, przez którą mógł wydostawać się cement podczas jego podawania do trzonu [40].

Inni autorzy również nie zaobserwowali konsekwencji wycieku cementu do przestrzeni międzykręowej [40, 41, 42].

Drugim powikłaniem były złamania żeber, które wystąpiły u 4 spośród 47 chorych. Złamania te wynikają głównie z zaawansowania osteoporozy i ułożenia chorego podczas zabiegu. Złamania te często są bezobjawowe [41]. Także podczas wprowadzania troakaru podczas wertybroplastyki u chorych z bardzo nasiloną osteoporozą może dojść do złamania głowy i szyi żebra [40, 41].

U sześciu spośród czterdziestu siedmiu chorych zaobserwowano przejściowe dolegliwości bólowe kręgosłupa w okolicy segmentu poddanego wertybroplastyce, dolegliwości te ustępowały całkowicie w ciągu 7-14 dni.

7. WNIOSKI

- 1. Vertebroplastyka jest skuteczną metodą w leczeniu złamań trzonów kręgów w przebiegu osteoporozy. Vertebroplastyka powoduje zmniejszenie dolegliwości bólowych, poprawia znacząco jakość życia, obniża stopień niepełnosprawności chorych w odległej obserwacji.**
- 2. U części chorych poddanych vertebroplastyce dochodzi do nieznacznego odtworzenia wysokości trzonów kręgowych. W badaniu kontrolnym nie stwierdzono dalszego zapadania się trzonu kręgowego poddanego vertebroplastyce.**
- 3. Nie zaobserwowano istotnie statystycznego związku między stopniem odtworzenia wysokości trzonu kręgowego ocenianego radiologicznie a wynikami klinicznymi w obserwacji długo i krótkoterminowej.**
- 4. Ustabilizowanie złamania kręgu potwierdzonego klinicznie i radiologicznie oraz ustąpienie dolegliwości bólowych kręgosłupa potwierdza skuteczność zastosowanej vertebroplastyki.**

8. STRESZCZENIE

Wartebroplastyka jest bardzo skuteczną metodą leczenia złamań kręgow w przebiegu osteoporozy. Wszystkie operacje były przeprowadzone w Poznńskiej Klinice Chirurgii Kręgosłupa, Ortopedii Onkologicznej i Traumatologii Uniwersytetu Medycznego w Poznaniu. Leczeniu operacyjnemu poddano 47 chorych u których jednoznacznie potwierdzono osteoporozę na podstawie badania densytometrycznego szyjki kości udowej (T Score <2,5). Skąpe doniesienia w krajowej literaturze specjalistycznej i stosunkowo małe rozpowszechnienie tej metody w naszym kraju skłoniło mnie do przeprowadzenia własnych badań wykazujących skuteczność metody. Badania kliniczne i radiologiczne chorych wskazywały, że złamania kompresyjne kręgu, nieskutecznie leczone zachowawczo przez co najmniej 6 tygodni.

Odczucie bólu zobjektywizowano stosując analogową skalę jego oceny (VAS). Do analizy pozostałych wykładników klinicznych użyto: skali niepełnosprawności Ostwestry oraz skali oceny jakości życia RAND-36 przed operacją oraz w odległym badaniu kontrolnym w okresie od 2 miesięcy do 4 lat po wykonanej wertebroplastyce. Na podstawie wnikliwej analizy radiologicznej oceniono także wysokość trzonów kręgowych oraz kąty lordozy i kifozy zaangażowanych segmentów. Szczegółowo opisano także wskazania do operacji, samą technikę chirurgiczną oraz powikłania. Zaobserwowano znaczne zmniejszenie dolegliwości bólowych u chorych, poprawę ich jakości życia oraz niepełnosprawności po wykonanej wertebroplastyce w okresie od 2 miesięcy do 4 lat. U niektórych chorych zaobserwowano także nieznaczne odtworzenie wysokości trzonu kręgowego bezpośrednio po wykonaniu wertebroplastyki. Wykazano skuteczność wertebroplastyki w przeciwdziałaniu dalszemu zapadaniu się złamanego trzonu kręgowego. W przeprowadzonych badaniach nie zauważono istotnej statystycznie korelacji między wiekiem chorych, stopniem nasilenia

osteoporozy a wynikami klinicznymi i radiologicznymi. Wykazano także, że stopień odtworzenia wysokości złamanego trzonu kręgowego poddanego wertybroplastyce zbadany na podstawie zdjęć radiologicznych nie wykazuje istotnego statystycznie powiązania z wynikami badań klinicznych chorych. Ustabilizowanie złamania kręgu potwierdzonego klinicznie i radiologicznie oraz ustąpienie dolegliwości bólowych kręgosłupa potwierdza skuteczność zastosowanej wertybroplastyki.

9. SUMMARY

The effectiveness of the vertebroplasty in the treatment of the osteoporotic vertebral fractures

Dissertation describes the use of vertebroplasty as an effective method to treat osteoporotic vertebral changes. Scant reports in the literature of national expertise and low penetration of this method in Poland has led the author to conduct their own research demonstrating the effectiveness of the method on the basis of treatments performed in Spine Surgery, Oncology Orthopedics and Traumatology Department W. Dega at University Hospital Poznań, Poland and to collect literature describing the topic. 47 patients were enrolled unambiguously confirmed osteoporosis (T score <2.5) on the basis of Dual energy X-ray absorptiometry (DXA) of the femoral bone. Clinical and radiological examination confirmed the compression fracture of the vertebrae, which was not effectively treated conservatively for at least 6 weeks.

The pain was objectified as a major factor in the deteriorating quality of life using an analog scale for assessing pain VAS. To evaluate other clinical indices there were used: scale of disability due to back pain named Ostwestry and scale for assessing quality of life RAND-36 before surgery and long-term testing of the period from 2 months to 4 years after vertebroplasty. On the basis of a comprehensive radiological assessment of the vertebral height and the angle formed by lines of adjacent vertebral median - the angle of lordosis and kyphosis. Describes the method, indications for surgery and the technique of surgery and possible complications. It was observed a significant reduction in pain of patients, improving quality of life and disability in the testing of the vertebroplasty. Also it was observed a slight reduction of the collapsed vertebrae in some patients immediately after vertebroplasty. Proved the efficiency of the vertebroplasty in preventing further collapsing of further fractured vertebrae.

10. PIŚMIENICTWO

1. White III.A., Panjabi M.M. : Clinical Biomechanics of the Spine, 2nd Edition, Lippincot-Raven Publishers, Philadelphia 1990.
2. Nowakowski A. Wpływ rozległości stabilizacji wielosegmentowej tylnej na pooperacyjną kompensację kręgosłupa w skoliozie idiopatycznej. Rozprawa habilitacyjna 2003, 12-13
3. Nicoll E.A.: Fractures of the dorsolumbar spine. J. Bone. Joint. Surg. Br., 1949; 31(3): 376-394.
4. Roaf R.: A study of the mechanics of spinal injuries. J. Bone. Joint. Surg. Br., 1960; 42: 810.
5. Holdsworth F.W.: Fractures, dislocations, and fracture-dislocations of the spine. J. Bone. Joint. Surg. Br., 1963; 45(1): 6-20.
6. Denis F.: The three column spine and its significance in the classification of acute thoracolumbar spinal injuries. Spine, 1983; 8(8): 817-831.
7. Louis R.: Spinal stability as defined by the three-column spine concept. Anat. Clin., 1985; 7:33-42.
8. Panjabi M.M., Oxland T.R., Lin R.M., McGowen T.W.: Thoracolumbar burst fracture. A biomechanical investigations of the spine. Spine, 1994; 19: 578-585
9. Dolan P, Torgerson DJ. The cost of treating osteoporotic fractures in the United Kingdom female population. Osteoporos Int 2000;11:551-2.
10. Cummings SR, Melton III LJ. Epidemiology and outcomes of osteoporotic fractures. Lancet 2002;359:1761-7
11. Compston JE. Sex steroids and bone. Physiol Rev 2001;81:419-47.
12. Riggs B.L, Melton L.J.: The worldwide problem of osteoporosis: insights afforded by epidemiology. Bone, 1995; 17 (Suppl 5):S 505-511.
13. Kanis J.A., Johnellm O., Oden A. i wsp.: Ten year probabilities of osteoporotic fractures according to BMD and diagnostic thresholds. Osteoporos Int, 2001; 12, 989-995.
14. Hozowski K., Gawron J., Korczyk P. i wsp.: Analiza czynników ryzyka i częstości występowania osteoporozy kręgosłupa w próbie populacji

mieszkańców Warszawy powyżej 50. roku życia. Pol. Tyg. Lekarski, 1993; 18, supl. 3, 31-35.

15. Melton L.J. 3rd.: Epidemiology of hip fractures: implications of the exponential increase with age. Bone, 1996; 18(3 Suppl), 121S-125S.

16 . Browner W.S., Pressman A.R., Nevitt M.C. i wsp.: Mortality following fractures in older women. The study of osteoporotic fractures. Arch Intern Med., 1996; 156(14),1521-1525.

17. Tylman D., Dziak A.: Traumatologia narządu ruchu. Wydawnictwo lekarskie PZWL. Warszawa 1996.

18. Cooper C., Melton L.J. III.: Epidemiology of osteoporosis. Trends Endocrinol. Metab., 1992; 314, 224-229.

19. Youm T, Koval K.J., Kummer F.J. i wsp.: Do all hip fractures result from a fall? Am J Orthop., 1999; 28, 190–19.

20. Chapuy M.C., Meunier P.J.: Pathophysiology and prevention of hip fractures in elderly people. (w:) Osteoporosis - diagnosis and management. Meunier PJ (red.). Martin Duniz Ltd London 1998; 191-209.

21. Apple D.F. Jr., Hades W.C.: Prevention of falls and hip fractures in the elderly. American Academy of Orthopaedic Surgeon , Rosemont, 1993.

22. Cooper C., Atkinson E,J., Jacobsen S.J. i wsp.: Population-based study of survival after osteoporotic fractures. Am J Epidemiol., 1993; 137, 1001-1005.

23. Cummings S.R., Kelsey J. L., Nevitt M. i wsp.: Epidemiology of osteoporosis an osteoporotic fractures. Epidemiol Rev, 1985; 7, 178-208.

24. Meunier PJ. Osteoporosis: diagnosis and management. Martin Duniz. 1998.

25. Czerwiński E, Sawiec A, Działak P, Kołacz M. Leczenie Osteoporozy. Ortopedia, Traumatologia, Rehabilitacja 2002; 4:507-15.

26. A. G. HADJIPAVLOU, M.N.TZERMIADIANOS, P. G. KATONIS, M. SZPALSKI Percutaneous vertebroplasty and balloon kyphoplasty for the treatment of osteoporotic vertebral compression fractures and osteolytic tumours THE JOURNAL OF BONE AND JOINT SURGERY VOL. 87-B, No. 12, DECEMBER 2005

27. Frost H.M.: Personal Experience in Managing Acute Compression

Fractures, their Aftermath, and the Bone Pain Syndrome, in Osteoporosis. *Osteoporos Int*, 1998; 8, 13-15.

28. Belkoff S.M., Mathis J.M., Jasper L.E. I wsp. The Biomechanics of Vertebroplasty. *Spine* 2001;26; 1537-1541.

29. Galibert P, Deramond H, Rosat P, Le Gars D. Preliminary note on the treatment of vertebral angioma by percutaneous acrylic vertebroplasty [in French]. *Neurochirurgie* 1987;33:166–168

30. Jensen ME, Evans AJ, Mathis JM, Kallmes DF, Cloft HJ, Dion JE. Percutaneous polymethylmethacrylate vertebroplasty in the treatment of osteoporotic vertebral body compression fractures: technical aspects. *AJNR Am J Neuroradiol* 1997;18:1897–1904

31. Trojanowski T, Kamiński S, Janczarek M, Trojanowska M. Methyl methacrylate embolisation and stabilisation of vertebral haemangioma. *Zentrabl. Neurochirurg* 1998 (Suppl); 154S.

32. Gangi A, Kastler BA, Dietemann JL. Percutaneous vertebroplasty guided by a combination of CT and fluoroscopy. *AJNR Am J Neuroradiol* 1994;15:83–86

33. Cotten A, Dewatre F, Cortet B, et al. Percutaneous vertebroplasty for osteolytic metastases and myeloma: effects of the percentage of lesion filling and the leakage of methyl methacrylate at clinical follow-up. *Radiology* 1996;200:525–530

34. Deramond H, Depriester C, Toussaint P, Galibert P. Percutaneous vertebroplasty. *Semin Musculoskel Radiol* 1997;1:285–295

35. Padovani B, Kasriel O, Brunner P, Peretti-Viton P. Pulmonary embolism caused by acrylic cement: a rare complication of percutaneous vertebroplasty. *AJNR Am J Neuroradiol* 1999;20: 375–377

36. Gangi A, Kastler BA, Dietemann JL. Percutaneous vertebroplasty guided by a combination of CT and fluoroscopy. *AJNR Am J Neuroradiol* 1994;15:83–86

37. Mathis JM, Maroney M, Fenton DC, Belkoff SM. Evaluation of bone cements for use in percutaneous vertebroplasty In: *Proceedings of the 13th Annual Meeting of the North American Spine Society (San Francisco, CA, October 28–31, 1998)*. Rosemont, IL: North American Spine Society;1998:210–211

38. Heini PF, Walchli B, Berlemann U. Percutaneous transpedicular vertebroplasty with PMMA: operative technique and early results. *Eur Spine J* 2000;9:445-50.
39. Perez-Higueras A, Alvarez L, Rossi RE, Quinones D, Al-Assir I. Percutaneous vertebroplasty, long-term clinical and radiological outcome. *Neuroradiology* 2002;44:950-4.
40. Kevin D. Harrington Major Neurological Complications Following Percutaneous Vertebroplasty with Polymethylmethacrylate *J Bone Joint Surg Am.* 2001;83:1070-1073.
41. Grados F, Depriester C, Cayrolle G, Hardy N, Deramond H, Fardellone P. Long-term observations of vertebral osteoporotic fractures treated by percutaneous vertebroplasty. *Rheumatology* 2000;39:1410-4.
42. Ratliff J, Nguyen T, Heiss J. Root and spinal cord compression from methylmethacrylate vertebroplasty. *Spine* 2001;26:E300-2.
43. Jang JS, Lee SH, Jung SK. Pulmonary embolism of polymethylmethacrylate after percutaneous vertebroplasty .A report three cases. *Spine* 2002;27:E416-8.
44. Douglas A, Linville II. Vertebroplasty and Kyphoplasty. *South Med J* 2002;95:583-7.
45. Watts NB, Harris ST, Genant HK. Treatment of painful osteoporotic vertebral fractures with percutaneous vertebroplasty or kyphoplasty. *Osteoporosis Int* 2001;12:429-37.
46. Czerwiński E., Zemankiewicz S., Osieleniec J.: kifoplastyka i wertebroplastyka w leczeniu złamań osteoporotycznych kręgosłupa. *Ortopedia, Traumatologia, Rehabilitacja.* 2003, 5, 1; 40-47
47. Cortet B, Cotten A, Boutry N i wsp. Percutaneous vertebroplasty in the treatment of osteoporotic vertebral compression fractures: an open prospective study. *J Rheumatol* 1999; 26: 2222-8.
48. Uppin AA, Hirsch JA, Centenera LV, Pfeifer BA, Pazianos AG, Choi IS. Occurrence of new vertebral body fracture after percutaneous vertebroplasty in patients with osteoporosis. *Radiology* 2003;226:119-24.
49. Barr JD, Barr MS, Lemley TJ, McCann RM. Percutaneous vertebroplasty for pain relief and spinal stabilization. *Spine* 2000;25:923-928.gg
50. Cyteval C, Sarrabere MP, Roux JO i wsp. Acute osteoporotic vertebral

collapse: open study on percutaneous injection of acrylic surgical cement in 20 patients. *AJR Am J Roentgenol* 1999;173:1685-90.

51. Martin JB, Jean B, Sugi K i wsp. Vertebroplasty, clinical experience and followup results. *Bone* 1999;25 (suppl):11S-5S.

52. Belkoff SM, Fenton DC, Scribner RM, Reiley MA, Talmadge K, Mathis JM. An in vitro biomechanical evaluation of an inflatable bone tamp used in the treatment of compression fracture. *Spine* 2001;26:151–156

53. Bostrom MP, Lane JM. Future directions: augmentation of osteoporotic vertebral bodies. *Spine* 1997;22:38S–42S

54. Dahl OE, Garvik LJ, Lyberg T. Toxic effects of methylmethacrylate monomer on leukocytes and endothelial cells in vitro [published erratum appears in *Acta Orthop Scand* 1995;66: 387]. *Acta Orthop Scand* 1994;65:147–153

55. Jasper LE, Deramond H, Mathis JM, Belkoff SM. The effect of monomer-to-powder ratio on the material properties of cranioplastic. *Bone* 1999;25:27S–29S

56. Jensen ME, Evans AJ, Mathis JM, Kallmes DF, Cloft HJ, Dion JE. Percutaneous polymethylmethacrylate vertebroplasty in the treatment of osteoporotic vertebral body compression fractures:technical aspects. *AJNR Am J Neuroradiol* 1997;18:1897–1904

57. San Millan RD, Burkhardt K, Jean B, et al. Pathology findings with acrylic implants. *Bone* 1999;25:85S–90S

58. Jefferiss CD, Lee AJC, Ling RSM. Thermal aspects of self-curing polymethylmethacrylate. *J Bone Joint Surg* 1975;57B:511–518

59. Deramond H, Wright NT, Belkoff SM. Temperature elevation caused by bone cement polymerization during vertebroplasty. *Bone* 1999;25:17S–21S

60. Eriksson RA, Albrektsson T, Magnusson B. Assessment of bone viability after heat trauma: a histological, histochemical and vital microscopic study in the rabbit. *Scand J Plast Reconstr Surg* 1984;18:261–268

61. Rouiller C, Majno G. Morphologische und chemische untersuchung an knochen nach hitzeinwirkung. *Beitr Pathol Anat AllgPathol* 1953;113:100–120

62. .De Vrind HH, Wondergem J, Haveman J. Hyperthermia-induced damage

to rat sciatic nerve assessed in vivo with functional methods and with electrophysiology. *J Neurosci Methods* 1992; 45:165–174

63. Tohmeh AG, Mathis JM, Fenton DC, Levine AM, Belkoff SM. Biomechanical efficacy of unipedicular versus bipedicular vertebroplasty for the management of osteoporotic compression fractures. *Spine* 1999;24:1772–1776

64. Cotten A, Dewatre F, Cortet B, et al. Percutaneous vertebroplasty for osteolytic metastases and myeloma: effects of the percentage of lesion filling and the leakage of methyl methacrylate at clinical follow-up. *Radiology* 1996;200:525–530

65. Mathis JM, Petri M, Naff N. Percutaneous vertebroplasty treatment of steroid-induced osteoporotic compression fractures. *Arthritis Rheum* 1998;41:171–175

66. Belkoff S, Deramond H, Mathis J, Jasper L. Vertebroplasty: the biomechanical effect of cement volume (abstract). *Trans Orthop Res Soc* 2000;25:356

67. Tohmeh AG, Mathis JM, Fenton DC, Levine AM, Belkoff SM. Biomechanical efficacy of unipedicular versus bipedicular vertebroplasty for the management of osteoporotic compression fractures. *Spine* 1999;24:1772–1776

68. Barr JD, Barr MS, Lemley TJ, Mc Cann RM. Percutaneous vertebroplasty for pain relief and spinal stabilization. *Spine* 2000; 25:923–928

69. Evans AJ et al, Vertebral Compression Fractures: Pain Reduction and Improvement in Functional Mobility after Percutaneous Polymethylmethacrylate Vertebroplasty— retrospective report of 245 Cases, *Radiology* 2003; 366-372

70. Fairbank J.: Use of Oswestry Disability Index (ODI), 1995; *Spine*, 20(13): 1535-1537.

71. Fairbank J.C., Pynsent P.B.: The Oswestry Disability Index. *Spine*. 2000; 25(22): 2940-2952.

72. 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): 2139-2143.

73. Frobin W., Brinckmann P., Biggemann M. Tillotson M., Burton K.:

Precision measurements of disc height, vertebral height and sagittal plane displacement from lateral radiographic views of the lumbar spine. *Clin. Biomech.*, 1997, 12; 1: 1-72

74. Ware J.E., Sherbourne C.D. The MOS 36-item short-form health survey (SF-36) 1: conceptual framework and item selection. *Med Care* 1992; 30: 473-483

75. Fairbank JC, Davies JB, Couper J, O'Brien JP. The Oswestry low back pain disability questionnaire. *Physiotherapy* 1980; 66: 271-273.

76. Visschedijk M.A., Uitdehaag B.M., Klein M. i wsp. Value of health-related quality of life to predict disability course in multiple sclerosis. *Neurology* 2004; 63: 2046-2050

77. T. Perneger, J. Etter, A. Rougemont *Journal of Epidemiology and Community Health* 1997; 51: 320-325

78. Jan Tylka, Ryszard Piotrowicz *Kwestionariusz oceny jakości życia SF-36 – wersja polska* *Kardiologia Polska* 2009; 67: 1166-1169

79. Van Osch S.M., Stiggelbout A.M.: Understanding VAS valuations: qualitative data on the cognitive process. *Qual Life Res.* 2005; 14(10): 2171-2175.

80. McGrath P.A., Seifert C.E., Speechley K.N., Booth J.C., Stitt L., Gibson M.C.: A new analogue scale for assessing children's pain: an initial validation study. *1996 Pain*; 64(3): 435-443.

81. Anagnostis C., Gatchel R.J., Mayer T.G.: The pain disability questionnaire: a new psychometrically sound measure for chronic musculoskeletal disorders. *2004 Spine*, 15; 29(20): 2290-302.

82. Wilfred C. G. Peh, Gilula D. Peck. *Percutaneous Vertebroplasty for Severe Osteoporotic Vertebral Body Compression Fractures* *Radiology* April 2002

83. Alvarez L. *Functional Improvement in Patients With Osteoporotic Compression Fractures* *SPINE* Volume 31, Number 10, pp 1113-1118

84. Kaufmann T. *Age of Fracture and Clinical Outcomes of Percutaneous Vertebroplasty* *AJNR Am J Neuroradiol* 22:1860-1863, November/December 2001

85. Carlier R. *Osteoporotic Vertebral Collapse: Percutaneous Vertebroplasty*

and Local Kyphosis Correction Radiology December 2004

86. Maynard A. Value of Bone Scan Imaging in Predicting Pain Relief from Percutaneous Vertebroplasty in Osteoporotic Vertebral Fractures; *AJNR Am J Neuroradiol* 21:1807–1812, November/December 2000.
87. Heini PF Augmentation of mechanical properties in osteoporotic vertebral bones –a biomechanical investigation of vertebroplasty efficacy with different bone cements *Eur Spine J* (2001) 10 :164–171
88. Jun Jae Shin Percutaneous vertebroplasty for the treatment of osteoporotic burst fractures; *Acta Neurochir* (2009) 151:141–148
89. Dere K., Akbas M. Percutaneous Vertebroplasty *Journal of Chinese Clinical Medicine* Volume 3/6/2008
99. Cotten A, Dewatre F, Cortet B, et al. Percutaneous vertebroplasty for osteolytic metastases and myeloma: effects of the percentage of lesion filling and the leakage of methyl methacrylate at clinical follow-up. *Radiology* 1996;200:525–530
100. McGraw JK, Lippert JA, Minkus KD, et al. Prospective evaluation of pain relief in 100 patients undergoing percutaneous vertebroplasty: results and follow-up. *J Vasc Interv Radiol* 2002;13:883–886
101. Evans AJ, Jensen ME, Kip KE, et al. Vertebral compression fractures: pain reduction and improvement in functional mobility after percutaneous polymethylmethacrylate vertebroplasty: retrospective report of 245 cases. *Radiology* 2003;226:366–372
102. Huy M. Do, Brian S. Kim, Mary L. Marcellus, Lisa Curtis, and Michael P. Marks Prospective Analysis of Clinical Outcomes after Percutaneous Vertebroplasty for Painful Osteoporotic Vertebral Body Fractures *AJNR Am J Neuroradiol* 26:1623–1628, August 2005.
103. Bains MS, McCormack P. Treatment of neoplastic epidural cord compression by vertebral body resection and stabilization. *J Neurosurg* 1985; 63: 676-684.