

RADIOLOGICZNE ASPEKTY OSTEOPOROZY

Dr hab. med. Edward Czerwiński
Collegium Medicum Uniwersytetu Jagiellońskiego
ul. Śniadeckich 16, 31-501 Kraków
Krakowskie Centrum Medyczne
ul. Kopernika 32, 31-501 Kraków, kcm@kcm.pl, www.kcm.pl

Streszczenie

W pracy przedstawiono zasady diagnostyki radiologicznej osteoporozy. Omówiono cechy zmian osteoporotycznych w kości korowej i beleczkowej. Szczegółowo opisano zasady oceny radiogramów kręgosłupa, ramienia, i szyjki kości udowej. Przedstawiono zasady diagnostyki złamań kręgosłupa oraz wykonywania pomiarów morfometrycznych. Artykuł podsumowuje diagnostyka różnicowa obrazów radiologicznych.

Słowa kluczowe

Osteoporoza, kość korowa, kość beleczkowa, radiogram, złamanie, struktura, diagnostyka

Wprowadzenie

Wysoka zawartość minerałów powoduje, że kości są dokładnie uwidaczniane w standardowym badaniu radiologicznym. Ocena obrazu radiologicznego pozwala na pośrednią ocenę procesów przebudowy, ponieważ powodują one zmiany zawartości minerałów i struktury wewnętrznej kości. Obraz radiologiczny kości korowej (zbitej) i beleczkowej (gąbczastej) jest całkowicie odmienny. Wynika to z zasadniczych różnic w zawartości minerałów, budowy mikroskopowej, aktywności biologicznej i funkcji biomechanicznych. Z kości korowej zbudowane są trzony i częściowo przynasady kości długich, blaszki graniczne trzonów kręgowych i kości płaskich. Kręgosłup, nasady i przynasady zbudowane są przede wszystkim z kości beleczkowej. Kość korowa jest bardzo silnie zmineralizowana, zawiera 3-krotnie więcej minerałów niż kość beleczkowa (średnio $0,76\text{g/cm}^3$; $0,417\text{-}1,01\text{g/cm}^3$) i zawiera znikomą liczbę komórek kostnych – osteocytów, zorganizowanych w systemach Haversa. Na radiogramie kość korowa prezentuje się jako lity cień o równych, wyraźnych obrysach.

Kość beleczkowa, natomiast, charakteryzuje się dużą zawartością tkanek miękkich (szpik czerwony) i stanowi 75% aktywnej biologicznie powierzchni szkieletu. Metabolizm kości beleczkowej jest 8-krotnie szybszy niż kości korowej.

Przebudowa kości, której efekty możemy obserwować na radiogramie, odbywa się tam, gdzie funkcjonują komórki. Zatem w kości korowej będzie ona przebiegać głównie pod okostną, na powierzchni zewnętrznej kości (periosteum) i od strony jamy szpikowej (endosteum) oraz śródkostnie poprzez aktywację osteocytów. Przebudowa kości beleczkowej odbywa się na całej powierzchni beleczek kostnych, zatem w kości beleczkowej będą pojawiać się najwcześniej zmiany zanikowe w osteoporozie, będą one najbardziej zaawansowane, ale i tutaj możemy też spodziewać się najwcześniej efektów leczenia [1,2,3,4,5].

Radiogramy kości

Niezbywalnym kanonem badania radiologicznego kośćca jest wykonanie radiogramu w dwu projekcjach, z przestrzeganiem odpowiedniej techniki wykonania. Oceniający lekarz z kolei powinien każdy radiogram oglądać zawsze na negatoskopie, unikając zbytecznego ryzyka przeoczenia istotnych szczegółów. Analizując na radiogramie obraz kości zawsze oceniamy jej kształt i strukturę:

Kość korowa:

kształt: obrysy trzonu i grubość warstwy korowej kości długich
 obrysy powierzchni zewnętrznej (periostealnej) i wewnętrznej (endostealnej)
struktura: powinna być niewidoczna, może pojawić się zgębczenie

Kość beleczkowa:

kształt: obrysy trzonów kręgowych, wgniecenie blaszek granicznych,
 złamanie trzonów
struktura: obraz beleczkowania: scieżnienie, pogrubienie, rozmycie, zmiana ułożenia
 przestrzennego

Cechą zmian osteoporotycznych jest uogólniony i jednorodny zanik kości beleczkowej i korowej. Stopień nasilenia tych zmian zależy od aktywności resorpcyjnej kości i lokalnych czynników biomechanicznych. Nieuchronnym następstwem zaawansowanych zmian osteoporotycznych są złamania, które pojawiają się najczęściej w kręgosłupie, nasadzie kości promieniowej, bliższym końcu kości udowej.

Wskazania do badania radiologicznego w osteoporozie:

- diagnostyka różnicowa,
- podejrzenie złamania kręgow (obniżenie wzrostu o więcej niż 4.1 cm),[6]
- zespoły bólowe kręgosłupa lub inne,
- diagnostyka i leczenie złamań pozakręgowych.

Najczęściej w diagnostyce osteoporozy wykonujemy radiogramy:
kręgosłupa, rąk, szyjki kości udowej (bliższego końca kości udowej - bkk udowej).

Radiogram kręgosłupa

Wykonujemy zawsze radiogram kręgosłupa piersiowego i lędźwiowego w projekcji AP i bocznej. Technika wykonania radiogramów powinna być zgodna z wymogami określonymi dla morfometrii [7,8]. W projekcji AP na cień trzonów kręgowych nakłada się rzut tylnych struktur kręgosłupa (łuki kręgow, wyrostki ościste), zatem do oceny zmian osteoporotycznych nadaje się radiogram w pozycji bocznej. W projekcji AP natomiast oceniamy obecność zmian zwyrodnieniowych i ewentualne skrzywienie boczne. Trzon kręgowy zbudowany jest z 66% z kości beleczkowej, która na zewnątrz ograniczona jest cienką warstwą kości korowej [3]. Kość ta tworzy blaszkę górną i dolną graniczącą z dyskami kręgowymi. Beleczkowanie trzonów ma formę kratownicy, której układ daje 16-krotny wzrost ich wytrzymałości. W przebiegu osteoporozy obserwujemy najpierw zanikanie beleczkowania poziomego, a następnie pionowego. (Ryc. 1). Zmiany dotyczą również kości korowej - blaszek granicznych, które w osteoporozie stają się cieńsze, ale za to lepiej widoczne skutkiem kontrastu wywołanego zanikiem struktury kości beleczkowej. Powstaje obraz „pustego”, „obramowanego” kręgu. Ocena gęstości mineralnej kręgosłupa na podstawie badania radiologicznego jest niemożliwa. Cień kręgosłupa u tego samego pacjenta może prezentować całkowicie odmienną gęstość optyczną w różnych warunkach ekspozycji. Dopiero 40% ubytek minerałów manifestuje się na obrazie radiologicznym [9,10].

Złamania kręgosłupa

Zanik kości beczkowej powoduje osłabienie wytrzymałości mechanicznej trzonu i stopniowe obniżanie się jego wysokości. Deformacje te przebiegają powoli i bezobjawowo. Mogą też być wynikiem złamania powstałego bez urazu lub po minimalnym zwiększeniu nacisku na kręgosłup, jak wstawanie z pozycji leżącej, czy nawet kichnięcie. Złamania te pojawiają się najczęściej w L1,Th12,L2 (Ryc. 2) [11]. Życiowe ryzyko złamania kręgosłupa u kobiety wynosi 15.6%. Po 50 roku życia złamanie stwierdza się u 24 % kobiet, a po 70. u 80% [12,13].

Na podstawie obrazu radiologicznego odróżniamy złamania klinowe, dwuwklęsłe i zmiżdzeniowe. Najczęściej występują złamania klinowe odznaczające się obniżeniem przedniej wysokości trzonu. Z kolei złamania dwuwklęsłe są skutkiem uwypuklenia się dysków międzykręgowych w obrębie trzonów. Zapadnięcie kręgu na całej szerokości oznacza złamanie zmiżdzeniowe. W klasyfikacji złamań kręgosłupa stosuje się powszechnie półilościową metodę Genanta [14]. Klasyfikacja ta uwzględnia rodzaj złamania oraz stopień deformacji przyjmując za schematem przedstawionym na ryc. 3 następujące kategorie:

- prawidłowy (stopień 0)
- niewielka deformacja - stopień 1; około 20-25% obniżenia wysokości trzonu; ok. 10-20% zmniejszenie powierzchni
- umiarkowana deformacja - stopień 2; 25-40% obniżenie wysokości i zmniejszenie powierzchni o 20-40%
- ciężka deformacja - stopień 3; ok. 40% obniżenie wysokości i powierzchni

Przykładowe zastosowanie klasyfikacji Genanta przedstawiono w ocenie złamań kręgosłupa ilustrowanych na ryc. 2.

Ilościową ocenę złamań kręgosłupa umożliwia morfometria radiologiczna (*MRX Morphometric radiography*), czyli pomiary trzonów. Pomiaru dokonuje się w trzech miejscach określając wysokość: przednią (Ha), środkową (Hm) i tylną (Hp) (Ryc. 4). Do pomiarów wystarcza zwyczajny przymiar szkolny. Procent obniżenia poszczególnych wysokości obliczamy w stosunku do wysokości tylnej. Złamanie klinowe – wysokość przednia, złamanie dwuwklęsłe – wysokość środkowa, złamanie zmiżdzeniowe – wszystkie wysokości. Przy obniżeniu wysokości tylnej (złamanie zmiżdzeniowe) bierzemy pod uwagę wysokość tylną kręgu prawidłowego powyżej lub poniżej.

Obliczanie obniżenia wysokości trzonu:

- obniżenia wysokości przedniej $(\%) = (H_p - H_a) / H_p \times 100$
- obniżenia wysokości środkowej $(\%) = (H_p - H_m) / H_p \times 100$
- obniżenia wysokości tylnej $(\%) = (H_{p_{krąg\ prawidłowy}} - H_{p_{k. oceniany}} / H_{p_{k. prawidłowy}}) \times 100$.

Najczęściej przyjmuje się, że krąg jest złamany, gdy jedna z jego wysokości jest obniżona o 20% [15,16]. Schemat pomiarów morfometrycznych wraz ze szczegółowymi wynikami przedstawia ryc. 4.

W badaniach naukowych popularność zdobywają pomiary morfometryczne oparte na zasadzie obliczania wskaźników „T” złamania, analogicznej jak w ocenie densytometrycznej. Podstawą obliczeń są pomiary wysokości trzonów w populacji osób zdrowych i określenie tzw. „normy” a następnie porównanie do nich pomiarów u danej pacjentki. Metoda ta pozwala na uniknięcie wielu błędów powodowanych przez zmienne: populacji, budowy osobniczej, budowy na różnych poziomach kręgosłupa. Zaletą tej metody jest również możliwość porównania wyników pomiarów pomiędzy różnymi grupami badanych nawet w odmiennych populacjach [17,18].

Radiogram ręki i dalszej nasady kości promieniowej

Radiogram ręki i dalszej przynasady kości promieniowej z racji cienkiej warstwy tkanek miękkich daje bardzo dobry obraz kości korowej i beleczkowej. Kości śródrezcza i paliczków palców są z definicji kośćmi długimi, jakkolwiek w stosunku np. do kości udowej mają bardzo drobne wymiary. Przedstawiane są dokładnie obrazy kości korowej trzonów i kości beleczkowej w przynasadach i nasadach. Granica pomiędzy przynasadami a nasadami zaznacza obecna w czasie wzrostu chrząstka wzrostowa (nasadowa). Obraz prawidłowy kości długiej oraz jej zmiany w osteoporozie pomenopauzalnej i starczej przedstawia rycina (Ryc. 5). W osteoporozie pomenopauzalnej z racji nasilonych procesów niszczenia kości dochodzi do resorpcji śródkostnej dającej obraz zgąbczenia warstwy korowej. Cechą osteoporozy starczej jest resorpcja endostalna ze ścięciem warstwy korowej kości, a resorpcja subperiostalna jest charakterystyczna dla nadczynności przytarczyc.

Grubość warstw korowej możemy bardzo łatwo zmierzyć obliczając wskaźniki Nordina [19]. Pomiarów możemy dokonywać na II kości śródrezcza, ale każda inna kość długa ręki jest również przydatna. Mierzymy linijką lub suwmiarką grubość kości (AB) oraz szerokości jamy szpikowej (CD). Na podstawie tak prostych pomiarów można następnie obliczać szereg wskaźników masy kości korowej jak:

1. Grubość warstwy korowej kości (AB-CD).

2. Wskaźnik korowy = $\frac{AB-CD}{AB} \times 100$

3. Powierzchnia korowa = $AB^2 - CD^2$

Interpretacja obrazu kości beleczkowej na radiogramie jest subiektywna i dość trudna, pomimo tego, że na obrazach paliczków i dalszej nasady kości promieniowej jest ona dobrze widoczna. Należy podkreślić, że beleczki opisywane na radiogramie nie są identyczne z beleczkami histologicznymi. Beleczki kostne (histologicznie) mają wymiary od 160µm do 245µm, a odległość między nimi wynosi średnio 250µm. Natomiast na obraz kości beleczkowej przynasady kości promieniowej składa się rzut cienia kilkunastu beleczek histologicznych, przez co jej wymiary wynoszą 400-620µm. Wiemy, że w osteoporozie dochodzi do ścięcia beleczek kostnych, poszerzenia odległości między nimi i utraty łączliwości. Sumaryczny obraz tych zmian na radiogramie może być różnorodny, od zaniku beleczkowa radiologicznego, do pogrubienia i rozproszenia. [20,21]. Obecnie możliwy jest pomiar cech struktury kości beleczkowej na radiogramie przy pomocy odpowiednich programów komputerowych. Pozwalają one określić średnie wymiary beleczek radiologicznych, jak szerokość, grubość itp. [2]

Radiogram szyjki kości udowej

W diagnostyce, osteoporozy rutynowo oceniamy obraz obu szyjek kości udowych (bliższych końców kości udowych) na wykonanym radiogramie miednicy w projekcji AP. Promień centralny lokalizujemy na szerokości dwu palców ponad spojeniem łonowym. W przypadku podejrzenia złamania wykonujemy dodatkowo radiogram celowany na staw biodrowy w projekcji AP oraz osiowej.

Radiogram szyjki kości udowej uwidacznia charakterystyczny układ beleczkowania odpowiadający liniom przebiegającym tu sił. (Ryc. 6). Największym obciążeniem mechanicznym odpowiada grupa beleczek kompresyjnych, biegnąca od górnego kwadrantu głowy kości udowej do łuku Adamsa (pogrubiona, przyśrodkowa część szyjki kości udowej).

Uzupełnia je wtórna grupa kompresyjna przebiegająca od łuku Adamsa w kierunku krętarza większego. Belecзки rozciągające bieżną w lustrzanym odbiciu od dolnego kwadrantu głowy naprzeciw łuku Adamsa. Pomiędzy tymi grupami beleczek, gdzie obciążenie mechaniczne jest niewielkie znajduje się trójkąt Warda. W tym też miejscu zanik beleczkowania pojawia się najwcześniej [5,14] (Ryc.6).

Postępujący w osteoporozie zanik beleczkowania jest podstawą ilościowej oceny osteoporozy - wskaźnik Singha [22]. Metoda ta określa zanik kości w stopniach 1-6, a właściwie to 6-1:

- stopień 6 - struktura idealna z obecnością wszystkich grup beleczkowania
- stopień 5 - pojawia się zanik w trójkącie Warda,
- stopień 4 – zanika wtórne beleczkowanie kompresyjne, nieprzerwane pasmo beleczek rozciągowych,
- stopień 3 – osteoporoza, przerwane beleczkowanie rozciągowe, ale jeszcze zauważalne,
- stopień 2 - osteoporoza; brak beleczkowania rozciągowego,
- stopień 1 - Osteoporoza, resztki beleczkowania kompresyjnego.

Doniesienia o korelacji pomiędzy wskaźnikiem Singha, a wynikami pomiarów densytometrycznych są rozbieżne. Podstawą rozpoznania pozostaje zawsze badanie densytometryczne.

Diagnostyka różnicowa osteoporozy

Badanie radiologiczne dostarcza wiele informacji o zmianach w kości beleczkowej i korowej oraz stopniu ich nasilenia. Zależnie od pierwotnej przyczyny zmiany te będą przebiegały w sposób różnorodny przyczyniając się do poszerzenia diagnostyki różnicowej.

Osteomalacja

Osteomalacja nie różni się w obrazie radiologicznym od osteoporozy. W przeciwieństwie do osteoporozy w osteomalacji dochodzi do opóźnienia mineralizacji osteoidu bez zmiany masy kostnej. Zasadniczą przyczyną zmian są zaburzenia metabolizmu wit. D jak: zespoły złego wchłaniania, niewydolność nerek, schorzenia wątroby. W kości korowej obserwujemy resorpcję śródkostną. Obraz beleczkowania jest poszerzony i nieostry. W kręgosłupie zmiany postępują szybko prowadząc do złamań dwuwklesłych. Typowymi są strefy Loosera-Milkmana prowadzące do złamań zmęczeniowych przede wszystkim kości łonowych miednicy.

Choroba Cushinga

Pierwotny zespół Cushinga jest skutkiem nadczynności kory nadnerczy lub też powikłaniem przewlekłego podawania hormonów sterydowych. Zespół charakteryzuje przebiegający gwałtownie zanik kości beleczkowej. Powstają dwuwklesłe złamania trzonów z charakterystyczną kondensacją brzeżną. Nierzadkie są złamania bezobjawowe żeber z nadmiernym tworzeniem kostniny. Jednym z powikłań leczenia hormonami sterydowymi jest martwica głowy kości udowej.

Nadczynność przytarczyc

Obraz radiologiczny w nadczynności przytarczyc może być różnorodny. Dominuje osteopenia, ale może pojawić się uogólniona osteosklerozą. Typowym objawem jest odokostnowa resorpcja kości korowej, jakkolwiek resorpcja śródkostna może być również obecna. W przypadkach zaawansowanych można obserwować tzw. „guzy brązowe”. Często

są one mylone ze zmianami nowotworowymi, stąd zasłużyły sobie na nazwę „wielkiego imitatora”. W chrząstkach stawowych i łątkach może pojawić się chodrokalcynoza - zwapnienia z powodu odkładania się kryształów pirofosforanów. Zalecane jest wykonanie radiogramów dłoni i czaszki.

Nadczynność tarczycy

Osteoporoza zaznaczona zwłaszcza w szkielecie osiowym. Występują wczesnie złamania dwuwklęsłe trzonów, śródkostna resorpcja kości korowej.

Osteodystrofia nerkowa

Na obraz radiologiczny zmian w osteodystrofii nerkowej nakładają się cechy wtórnej nadczynności przytarczyc, osteomalacji, osteoporozy, a czasami nawet osteosklerozy.

Podsumowanie

Badanie radiologiczne dostarcza niezbędnych informacji do diagnostyki różnicowej oraz jest nieodzowne w rozpoznawaniu złamań. Jest ono również sposobem weryfikacji skuteczności leczenia.

Piśmiennictwo

1. Dempster D.W.: Bone remodeling w: Riggs B.L., Melton L.J.III.: Osteoporosis. Etiology, Diagnosis and management. Second Editors. Raven Pres, New York, 1995, s.67-92
2. Czerwiński E.: Ilościowa ocena zmian występujących pod wpływem fluoru w kości korowej i gąbczastej oraz ich znaczenie diagnostyczne. Rozprawa Habilitacyjna. Coll. Med. Uniwersytetu Jagiellońskiego, Kraków 1994
3. Meunier P.J.: Osteoporosis: diagnosis and management. Martin Dunitz Ltd 1998
4. Badurski J., Sawicki A., Boczoń S.: Osteoporoza. Osteoprint, Białystok 1994
5. Seeman E: Pathogenesis of bone fragility in women and men. Lancet 2002, Vol. 359, May 25, 1841 – 1848
6. Jacques P. Brown, Robert G. Josse and The Scientific Advisory Council of the Osteoporosis Society of Canada. 2002 clinical practice guidelines for the diagnosis and management of osteoporosis in Canada. CMAJ • November 12, 2002; 167 (90100)
7. Czerwiński E.: Diagnostyka radiologiczna w osteoporozie. pod red. Lorenca R. Diagnostyka osteoporozy 2000. Osteoforum, Warszawa 2000; 55-78
8. Czerwiński E., W. Pawlik: Ocena złamań kręgosłupa w osteoporozie. Postępy Osteoartrologii 1996, 8: 73-88
9. Duthie R.B., Benthey G.: Orthopaedic Surgery. Frome and London: Butler and Tanner Ltd 1983: 610-717
10. Eastell R., Mosekilde Li., Hodgson SF., Riggs BL.: Proportion of human vertebral body bone that is cancellous. J Bone Miner Res. 1990; 5: 1237-41
11. Nevitt MC, Ross PD, Palermo L, Musliner T, Genant HK, Thompson DE.: Association of prevalent vertebral fractures, bone density, and alendronate treatment with incident vertebral fractures: effect of number and spinal location of fractures. The Fracture Intervention Trial Research Group. 1999 Nov;25(5):613-9 (FIT)
12. Kanis J.A., Pitt F.A.: Epidemiology of osteoporosis. Bone 1992; 13: 7-15
13. Cummings SR, Melton III LS: Epidemiology and outcomes of osteoporotic fractures. Lancet 2002, Vol. 359, May 25, 1761 – 1767

14. Kuijk van C., Genant H.K.: Radiological aspects. w: Riggs B.L., Melton L.J.III.: Osteoporosis. Etiology, Diagnosis and management. Second Editors. Raven Pres, New York, 1995, s.249-274
15. Riggs B.L., Melton L.J.III.: Osteoporosis. Etiology, Diagnosis and management. Raven Pres, New York, 1988
16. Melton L.J.III.: Epidemiology of Fractures. W: Riggs B.L., Melton L.J.III.: Osteoporosis. New York: Lippincott-Raven Publishers 1995: 225-248
17. McCloskey E.V., Spector T.D., Eyres K.S., i in: The assessment of vertebral deformity: a method for use in population studies and clinical trials. Osteoporosis Int. 1993; 3: 138-147
18. Sogaard GH., Hermann AP., Hasling C., Mosekilde Li., Mosekilde Le.: Spine deformity index in osteoporotic women: relations to forearm and vertebra bone mineral measurements and to iliac crest ash density. Osteoporosis Int. 1994; 4: 211-215
19. Nordin B.E.C. Peacock M., Aaron J.E., i in: Osteoporosis and osteomalacia. Clin. Endocrinol. Metabol. 1980: 177-205
20. Meunier P.J.: Bone Histomorphometry. w Riggs B.L., Melton L.J.III.: Osteoporosis. Etiology, Diagnosis and management. Second Editors. Raven Pres, New York, 1995
21. Sawicki A: Trepanobiopsja kości i histomorfometria tkanki kostnej w diagnostyce chorób kości. w: „Diagnostyka osteoporozy 2000”, red. Lorenc R.S.. Osteoforum Warszawa 2000
22. Singh M., Nagrath A.R. i wsp.: Changes in trabecular pattern of the upper end of the femur as an index of osteoporosis. J.Bone Joint Surg. 1970, 52A, 457-461

Dr hab. med Edward Czerwiński
RADIOLOGICZNE ASPEKTY OSTEOPOROZY

Spis ilustracji

Ryc. 1

Radiogram boczny trzonu kręgosłupa lędźwiowego L2.

Widoczny zanik beleczkowania poziomego ze wzmocnieniem beleczkowania pionowego. Względne wzmocnienie cienia blaszek granicznych, „krąg obramowany”.

Ryc. 2

Radiogram AP i boczny kręgosłupa lędźwiowego chorej J.B., lat 83.

Analizując ten radiogram zauważamy złamania trzonów kręgów L1, L2, L4. Po wykonaniu morfometrii okazuje się, że obniżenie wysokości powyżej 20% dotyczy praktycznie wszystkich kręgów. Zatem prawidłowy opis uwzględniający również klasyfikacje Genanta powinien brzmieć:

- L1-klinowe ciężkie
- L2-dwuwklesłe umiarkowane
- L3-dwuwklesłe umiarkowane
- L4-zmiażdżeniowe ciężkie
- L5-dwuwklesłe niewielkie

Ryc. 3

Schemat półilościowej oceny złamań kręgosłupa w osteoporozie wg H.K. Genanta. (Przedruk na podstawie osobistej zgody Autora)

Ryc. 4

Przykładowa interpretacja pomiarów morfometrycznych kręgu L2 wybranego z Ryc. 2. Zaznaczono punkty pomiarów wysokości tylnej (Hp) środkowej (Hm) przedniej (Ha). Bezpośrednie wyniki pomiarów oraz obliczonego obniżenia wysokości trzonów. Wysokość przednia obniżona o 13%, środkowa 40%, tylna 0.0%. Rozpoznanie: złamanie dwuwkłęśle.

Miejsce pomiaru	Hp	Hm	Ha	Hp-Ha	obniżenie Ha	Hp-Hm	obniżenie Hm	Hp4-Hp3	obniżenie Hp
	m	mm	mm	mm	%	mm	%	mm	%
Wysokość trzonu	30	18	26	4	13	12	40	0,00	0.0

Tabela 1

Wyniki pomiarów morfometrycznych radiogramu chorej B.J., lat 83 dla poszczególnych kręgów. Zaszarżono obniżenie wysokości $\geq 20\%$.

Krąg	Obniżenie wysokości		
	Przednia	Środkowa	Tylna
Lokalizacja	%	%	%
L1	29	43	10
L2	13	40	7
L3	7	27	0
L4	20	48	20
L5	4	24	17

Ryc. 5

Zmiany osteoporotyczne w kości korowej i beleczkowej paliczków ręki

- Chora l. 55, osteoporoza pomenopauzalna (10 lat po radykalnym zabiegu ginekologicznym). Widoczny zanik beleczkowania obu przynasad, zgąbczenie warstwy korowej kości.
- Kobieta l.45, prawidłowy radiogram. Wyraźne beleczkowanie, lity cień kości korowej nie przejawiający żadnej struktury.
- Mężczyzna l. 75, osteoporoza starcza; uogólnione zanik beleczkowania scieńczenie warstwy korowej.

Ryc. 6

Radiogram bliższego końca kości udowej chorego 54 letnia.

Wyraźnie widoczne: beleczkowanie kompresyjne (**bk**) biegnące od łuku Adama do głowy szyjki; nieco słabiej zaznaczone beleczkowanie rozciągowe (**br**). Wyraźny zanik wtórnego beleczkowania kompresyjnego (**bwk**) i struktury w obrębie trójkąta Warda (**W**).

Stoień 5 wg Singha.