Sygnatura: Pol J Radiol, 2003; 68(2): 39-42

Polish Journal of Radiology
www.PolRadiol.com
ORIGINAL ARTICLE

Otrzymano: 2003.02.20
Zaakceptowano: 2003.04.25

Pomiary morfometryczne trzonów kręgowych oraz II-giej kości śródręcza u chorych na astmę oskrzelową

Morphometry of the spinal column and the second metacarpal bone in asthma patients

Wojciech Pluskiewicz[1], Tomasz Legaszewski[2], Jan Głowacki[2], Małgorzata Wojtanowska-Dilling[1], Marcin Skiba[1]

[1] Zakład Chorób Metabolicznych Kości przy Katedrze i Klinice Chorób Wewnętrznych, Diabetologii i Nefrologii, ul. 3 Maja 13/15, 41-800 Zabrze
[2] Katedra i Zakład Radiologii Śl. A. M. w Zabrzu, ul. 3 Maja 13/15, 41-800 Zabrze

Adres autora: Dr hab. n. med. Wojciech Pluskiewicz, Kierownik Zakładu Chorób Metabolicznych Kości, ul. 3 Maja 13/15, 41-800 Zabrze, , email: osteolesna@poczta.onet.pl

Summary

Background: Corticosteroids used in patients with bronchial asthma may cause secondary, steroid-induced osteoporosis. The aim of the study was to evaluate the occurrence of corticosteroid-induced osteoporosis using morphometry of the spinal column and the second metacarpal bone.

Material/Methods: The study was conducted in 84 patients (mean age 42,5±24 years). Among them, 48 were asthma patients and 36 healthy controls. Patients and controls were divided into subgroups (females before and after menopause, and males) matched for age and body size. Corticosteroids were used in a dose equivalent to prednison 8±2 mg daily; mean time of the therapy was 5,5±6,7 years. The bone status was evaluated based on X-ray film measurement of Th8-L5 vertebra (crush and wedge coefficient) and the second metacarpal bone (cortical thickness, area of cortical bone, cortical bone mass, and Nordin-Barnett index).

Results: Menstruating women did not differ significantly from controls. In women after menopause the differences in wedge coefficient for the last thoracic vertebra and for lumbar 2, 4 and 5 vertebrae were statistically significant. In males, differences were noted for wedge coefficient at last lumbar vertebra, cortical thickness, and the area of cortical bone and Nordin-Barnett index. In the whole group of patients wedge coefficient at the first lumbar vertebra correlated significantly with the area of cortical bone ($r=-0,4$, $p<0,01$). The following parameters were significantly influenced by the duration of the therapy: wedge coefficient at Th8 ($r=-0,31$, $p<0,05$), crush coefficient at L1 ($r=-0,41$, $p<0,01$), cortical thickness ($r=-0,37$, $p<0,01$), cortical bone mass ($r=-0,37$, $p<0,01$), Nordin-Barnett index ($r=-0,39$, $p<0,001$).

Conclusion: The morphometric measurements of the second metacarpal bone and the spinal column show small utility in assessment of bone loss due to prolonged administration of corticosteroid in asthma patients.

key words: bronchial asthma • corticosteroids • osteoporosis • morphometry

PDF file: http://www.polradiol.com/pub/pjr/vol_68/nr_2/3494.pdf

Wstęp

Ciężka postać astmy oskrzelowej wymaga stosowania wielokierunkowej terapii, w tym także kortykosteroidów (KS). Mimo coraz powszechniejszego stosowania postaci wziewnej tych leków niejednokrotnie występuje konieczność podawania postaci doustnych lub parenteralnych KS w celu opanowania objawów choroby. Taka droga podawania KS wiąże się niestety z występowaniem licznych powikłań, wśród których jednym z najpoważniejszych, metabolicznych zaburzeń jest osteoporoza posteroidowa (OP) [1]. Przyczyny występowania OP wiążą się z wpływem KS na gospodarkę wapniową na poziomie jelita (zmniejszenie wchłaniania wapnia), nerek (wzrost kalciurii) i kości (hamowanie kościotworzenia i stymulacja resorpcji kostnej) [2–4]. Te mechanizmy mogą prowadzić do wystąpienia wtórnej nadczynności przytarczyc, jako mechanizmu regulującego prawidłową kalcemię. Zwykle OP bardziej jest wyrażona w kościach zawierających głównie kość beleczkową, gdyż jest ona około 8-krotnie bardziej aktywna metabolicznie niż kość zbita [5]. Typową manifestacją jest osteoporoza kręgosłupa. Mniej jednoznaczne jest znaczenie utraty kości zbitej – istnieją na ten temat rozbieżne poglądy. Z patofizjologicznego punktu widzenia można oczekiwać utraty kości zbitej, jako konsekwencję wtórnej nadczynności przytarczyc. Z tego powodu uzasadniona jest próba oceny stopnia zaawansowania OP zarówno w kościach bogatych w kość beleczkową (trzony kręgowe), jak i w kościach o przewadze kości zbitej np. kości śródręcza. Aktualnie najlepszą metodą oceny zaawansowania osteoporozy jest densytometria [6], ale należy pamiętać, że jest to metoda droga i nie zawsze dostępna.

W oparciu o takie realia naszej praktycznej działalności lekarskiej sformułowano cel pracy, którym jest ocena zagrożenia wystąpienia OP u chorych na astmę oskrzelową przewleke stosujących KS przy zastosowaniu łatwo dostępnych badań radiologicznych kręgosłupa oraz dłoni.

Materiał i Metody

Badaniom poddano 84 osoby, w tym 48 chorych na astmę oskrzelową stosujących przewlekle KS, przez okres co najmniej 1 roku poprzedzającego badanie, w dawce 8±2 mg w przeliczeniu na prednison (średni czas kortykoterapii wyniósł 5,5±6,7 lat) oraz 36 zdrowych osób tworzących grupę kontrolną. Zarówno wśród chorych, jak i w grupie kontrolnej, na podstawie dokładnego badania podmiotowego i przedmiotowego nie stwierdzono obecności innych czynników lub chorób o znanym wpływie na metabolizm tkanki kostnej (np. nadczynności tarczycy lub przytarczyc, przewlekłych chorób nerek i wątroby, operacji żołądkowo-jelitowych), jak również nie stosowano leków (poza KS u chorych na astmę) mogących spowodować wystąpienie obniżenia masy kostnej (hormony tarczycy, leki uspokajające, leki zobojętniające sok żołądkowy, diuretyki pętlowe, heparyna). Chorzy na astmę zostali wyłonieni spośród pacjentów Poradni Alergologicznej w Zabrzu, a grupa kontrolna została stworzona przez zdrowych ochotników. Na badania wyraziła zgodę Komisja Etyczna przy Śląskiej Akademii Medycznej. Charakterystyka kliniczna została podana w tabeli 1. dla całej grupy badanej oraz dla 3 podgrup: kobiet przed menopauzą, po menopauzie oraz mężczyzn. Chorzy nie różnili się pod względem wieku, wzrostu, masy ciała oraz wskaźnika masy ciała w stosunku do odpowiednich podgrup kontrolnych.

W pracy zastosowano następujące metody badawcze: zdjęcie boczne kręgosłupa piersiowo-lędźwiowego obejmujące cały odcinek lędźwiowy i odcinek piersiowy od 8-go kręgu (Th8) oraz zdjęcia prawej dłoni. Przy pomocy cyrkla liniowego z dokładnością do 0,1 mm mierzono na zdjęciach kręgosłupa wysokość przednią i tylną trzonów kręgowych Th8-L5. Na podstawie tych pomiarów obliczono współczynniki sklinowacenia (wedge variable) i zgniecenia (crush variable) tych trzonów kręgowych według następujących wzorów podanych przez Davies i wsp. (7):

- współczynnik sklinowacenia = (wysokość przednia kręgu – wysokość tylna kręgu)/wysokość tylna kręgu wzór dla wszystkich kręgów
- współczynnik zgniecenia = (wysokość tylna kręgu – wysokość tylna kręgu wyższego)/wysokość tylna kręgu wyższeg owzór dla Th8 - L3
- współczynnik zgniecenia = wysokość tylna L4/(wysokość tylna L2 + wysokość tylna L3 + wysokość tylna L4) wzór dla L4
- współczynnik zgniecenia = (wysokość tylna L5 – wysokość tylna L4)/wysokość tylnaL4 wzór dla L5

Na zdjęciach dłoni mierzono w połowie długości drugiej kości śródręcza odległość pomiędzy zewnętrznymi brzegami kości (D), wymiar wewnętrzny (d) oraz długość tej kości (L). Zgodnie z propozycją Meema i Meema (2), na podstawie tych

Tabela 1. Charakterystyka kliniczna badanych osób.
Table 1. Clinical characteristic of investigated patients.

	Wiek [lata]	Wzrost [cm]	Masa ciała [kg]	Wskaźnik masy ciała [kg/cm²]	Czas KS-terapii [lata]
Całość n=84	49,5±14,3	1,59±0,26	68,0±16,6	26,0±3,8	5,5±6,7
Kobiety chore miesiączkujące, n=16	42,0±7,5	1,59±0,04	66,0±11,9	26,1±4,5	7,7±5,3
Kobiety zdrowe miesiączkujące, n=13	37,7±7,1	1,6±-0,05	66,7±8,6	25,9±2,7	–
Kobiety chore niemiesiączkujące, n=14	59,0±3,9	1,59±0,04	64,0±7,0	25,0±2,4	10,2±8,4
Kobiety zdrowe niemiesiączkujące, n=10	59,3±5,8	1,43±0,5	60.0±24,0	26,3±-3,6	–
Mężczyźni chorzy, n=18	49,9±20,8	1,69±6,3	76,1±14,9	26,7±4,6	10,7±5,3
Mężczyźni zdrowi, n=13	52,7±14,9	1,6±0,48	71,3±25,7	25,7±4,5	–

Nie zanotowano znamiennych statystycznie różnic między odpowiednimi podgrupami osób chorych i zdrowych

pomiarów obliczono następujące wskaźniki: grubość warstwy korowej (D - d), powierzchnię warstwy korowej (D^2-d^2), masę kości (D^2-d^2 / D^2 gi), oraz wskaźnik Barnetta-Nordina (D^2-d^2/D x L). Powtarzalność wykonywanych pomiarów obliczono na podstawie pomiarów powtarzanych pięciokrotnie u 10 osób. Powtarzalność obliczono zgodnie z wzorem CV%=odchylenie standardowe/średnia x 100. CV% dla pomiarów kręgosłupa wyniosła 4,5%, a dla pomiarów kości śródręcza 3,2%. Wszystkie pomiary wykonała 1 osoba.

Obliczenia statystyczne wykonano przy pomocy programu Statistica for Windows. Istotność różnic średnich wartości obliczono testem t-Studenta, a korelacje pomiędzy badanymi parametrami stosując prostą regresję liniową.

Wyniki

Tabela 2 przedstawia wyniki pomiarów morfometrycznych. Wśród kobiet miesiączkujących nie wykazano różnic dla mierzonych parametrów w porównaniu z grupą kontrolną, dla kobiet po menopauzie zanotowano różnice statystycznie istotne współczynników sklinowacenia trzonów kręgowych Th12, L2, L4, L5, a wśród mężczyzn różnice dotyczyły współczynnika sklinowacenia dla ostatniego kręgu lędźwiowego, grubości warstwy korowej, masy kości korowej i wskaźnika Nordina-Barnetta. W całej grupie chorych analiza korelacji parametrów kręgosłupowych i kości śródręcza wykazała znamienną korelację współczynnika sklinowacenia dla kręgu L1 z powierzchnią warstwy korowej (r=-0,4 p<0,01). Czas trwania kortykosteroidoterapii znamiennie wpływał na: współczynnik sklinowacenia kręgu Th8 (r = -0,31, p<0,05), współczynnik zgniecenia kręgów L1 (r=-0,41, p<0,01) i L3 (r=-0,32, p<0,05) oraz na następujące pomiary kości śródręcza: grubość warstwy korowej (r=-0,37, p<0,01), masę kości (r=-0,37, p<0,01), wskaźnika Nordina-Barnetta (r=-0,39, p<0,001).

Dyskusja

Zmniejszanie się masy kostnej w wyniku przewlekłego stosowania KS stanowi poważne zagrożenie zdrowotne u chorych na astmę oskrzelową. Gdy weźmiemy pod uwagę, że chorzy ci ze względu na ciężki przebieg schorzenia niejednokrotnie nie mogą prowadzić aktywnych ćwiczeń fizycznych, które stanowią jeden z najważniejszych elementów profilaktyki, to oczywiste jest zagrożenie osteoporozą w tej grupie osób. Obserwacje Luengo i wsp. [3], którzy porównywali zagrożenie złamaniami osteoporotycznymi u astmatyków oraz w osteoporozie inwolucyjnej wskazują, że astma *per* se może zwiększać zagrożenie złamanami. W tych badaniach zanotowano liczne złamania trzonów kręgowych przy wyższych wartościach masy kostnej niż w przypadku osteoporozy inwolucyjnej. Może to przemawiać za większym zmniejszeniem się wytrzymałości tkanki kostnej niż wynikać z samego zmniejszenia się masy kostnej. Znajduje to odzwierciedlenie w badaniach innych autorów wykazujących, że terapia KS może powodować pewne zaburzenia nie tylko ilościowe, ale i jakościowe tkanki kostnej [8]. Zmiany te dotyczą kości beleczkowej prowadząc do spadku liczby beleczek o 10% i zmniejszenia ich grubości o 30%.

Tabela 2. Średnie wartości parametrów morfometrycznych w badanych podgrupach.
Table 2. Mean values of morphometric parameters in investigated subgroups.

Średnie wartości (±SD)	Kobiety miesiączkujące				Kobiety niemiesiączkujące				Mężczyźni			
	Chore n=16		Zdrowe n=13		Chore n=14		Zdrowe n=10		Chorzy n=18		Zdrowi n=13	
Współczynnik sklinowacenia												
Th8	–0,09	(0,05)	–0,1	(0,04)	–0,11	(0,09)	–0,05	(0,08)	–0,11	(0,07)	–0,11	(0,06)
Th9	–0,06	(0,06)	–0,08	(0,05)	–0,06	(0,08)	–0,05	(0,06)	–0,09	(0,1)	–0,09	(0,04)
Th10	–0,01	(0,06)	–0,04	(0,03)	–0,007	(0,06)	–0,03	(0,05)	–0,09	(0,12)	–0,02	(0,09)
Th11	–0,04	(0,06)	–0,05	(0,04)	–0,01	(0,07)	–0,01	(0,06)	–0,09	(0,09)	–0,04	(0,09)
Th12	–0,05	(0,08)	–0,08	(0,1)	0,04	(0,11)	–0,05	(0,03)*	–0,07	(0,07)	–0,09	(0,11)
L1	0,001	(0,06)	–0,04	(0,05)	0,05	(0,1)	–0,02	(0,05)	–0,1	(0,14)	–0,08	(0,7)
L2	0,03	(0,05)	–0,01	(0,07)	0,05	(0,06)	– 0,03	(0,08)	–0,05	(0,06)	–0,05	(0,04)
L3	0,02	(0,06)	0,02	(0,06)	0,05	(0,08)	0,02	(0,06)	–0,02	(0,09)	–0,02	(0,04)
L4	0,03	(0,06)	0,06	(0,09)	0,07	(0,08)	–0,03	(0,1)*	0,05	(0,08)	0,05	(0,08)
L5	0,22	(0,9)	0,21	(0,09)	0,24	(0,09)	0,08	(0,14)	0,21	(0,11)	0,12	(0,11)*
Współczynnik zgniecenia												
Th9	0,01	(0,05)	0,01	(0,04)	0,02	(0,03)	0,03	(0,06)	0,05	(0,1)	–0,01	(0,05)
Th10	0,01	(0,06)	0,03	(0,05)	0,04	(0,05)	0,03	(0,07)	0,02	(0,08)	–0,03	(0,06)
Th11	0,03	(0,28)	–0,004	(0,3)	0,04	(0,08)	0,05	(0,08)	–0,09	(0,43)	–0,12	(0,41)
Th12	–0,28	(0,53)	–0,11	(0,42)	–0,33	(0,53)	–0,23	(0,54)	–0,09	(0,38)	–0,12	(0,48)
L1	–0,18	(0,43)	–0,03	(0,35)	0,06	(0,1)	0,12	(0,09)	0,07	(0,12)	0,05	(0,41)
L2	0,07	(0,06)	0,03	(0,04)	0,06	(0,06)	0,05	(0,05)	0,03	(0,09)	0,03	(0,06)
L3	0,02	(0,06)	0,03	(0,0)	0,03	(0,08)	–0,002	(0,03)	–0,001	(0,06)	–0,01	(0,03)
L4	–0,03	(0,05)	–0,04	(0,04)	–0,03	(0,07)	–0,2	(0,42)	–0,03	(0,05)	–0,05	(0,03)
L5	–0,17	(0,23)	–0,18	(0,27)	–0,14	(0,26)	–0,7	(0,03)	–0,1	(0,09)	–0,13	(0,27)
Grubość warstwy korowej [mm]	4,3	(0,85)	4,5	(0,45)	3,8	(0,9)	4,4	(0,8)	4,0	(0,9)	5,0	(0,96)*
Powierzchniawarstwy korowej [mm^2]	49,5	(8,9)	52,3	(5,6)	48,4	(10,9)	48,5	(7,8)	57,8	(12,4)	65,4	(9,7)
Masa kości	0,77	(0,01)	0,8	(0,08)	0,69	(0,1)	0,75	(0,09)	0,67	(0,11)	0,79	(0,12)
Wskaźnik Nordina-Barnetta	0,09	(0,01)	0,1	(0,07)	0,08	(0,01)	0,09	(0,01)	0,08	(0,01)	0,1	(0,01)

Nie zanotowano znamiennych statystycznie różnic między odpowiednimi podgrupami osób chorych i zdrowych

Nasze badania wykazały słaby i niejednorodny wpływ stosowanych KS na kości w zależności od miejsca pomiarów morfometrycznych, płci oraz stanu czynnościowego jajników. Okazało się, że młode, miesiączkujące kobiety mimo stosowanego leczenia KS nie wykazywały istotnych różnic w stosunku do odpowiedniej grupy kontrolnej. Nieco inny obraz dało porównanie w grupie chorych kobiet po menopauzie, gdzie zanotowano pewne różnice dotyczące pomiarów trzonów kręgowych, co sugeruje iż łączny wpływ braku czynności hormonalnej jajników oraz KS-terapia mogą stanowić zagrożenie wystąpieniem osteoporozy. Inny obraz dostarczyły dane pomiarów u mężczyzn; tu zanotowano różnice dla pomiarów ostatniego kręgu lędźwiowego oraz różnice w zakresie pomiarów drugiej kości śródręcza. Korelacja uzyskanych parametrów morfometrycznych z czasem trwania KS-terapii, przeprowadzona ze względu na małą liczebność podgrup w całej grupie chorych, wykazała, że kością bardziej wrażliwą na działanie KS jest kość zbita, reprezentowana przez drugą kość śródręcza. W astmie oskrzelowej przy stosowaniu KS należy raczej spodziewać się zmian w obrębie trzonów kręgowych, bogatych w aktywną metabolicznie kość beleczkową [1]. Można zatem wysunąć hipotezę, że większy wpływ KS-terapii na kość śródręcza przypuszczalnie wiąże się z wtórną nadczynnością przytarczyc. Bez oznaczenia surowiczego stężenia parathormonu nie można tej tezy jednoznacznie udowodnić. Stanowi to ważne ograniczenie naszej pracy i będzie przedmiotem dalszych badań. W badaniach innych autorów nie zanotowano wpływu czasu trwania KS-terapii na wartości masy kostnej [9,10], co jest odmiennym spostrzeżeniem w stosunku do naszych obserwacji. Wśród innych ograniczeń pracy należy podnieść stosunkowo małą badaną grupę oraz przekrojowy, a nie prospektywny charakter badań. Uzyskane wyniki badań wskazują, że pomiary morfometryczne tylko w niewielkim stopniu są zdolne odzwierciedlić zaburzenia dotyczące stopnia mineralizacji szkieletu u chorych na astmę oskrzelową. Najpewniej niewielkie różnice pomiędzy chorymi osobami a grupą kontrolną można wiązać także z faktem stosowania niewielkich dawek kortykosteroidów. Słabe, ale znamienne korelacje obserwowane pomiędzy niektórymi pomiarami a czasem trwania kortykosteroidoterapii wskazują na obecność negatywnych skutków tej terapii w zakresie tkanki kostnej. Te zależności są zbyt słabe aby stanowić podstawę do samodzielnych i ostatecznych wniosków klinicznych; wydaje się jednak, że proste do wykonania pomiary morfometryczne mogą wnosić istotne dane uzupełniające w procesie diagnostycznym chorego z astmą oskrzelową w trakcie stosowania kortykosteroidów. Aby móc zweryfikować te hipotezę niezbędne jest wykonanie równoległych badań densytometrycznych. Interesujących danych dostarczają badania innych autorów oceniających przydatność pomiarów morfometrycznych drugiej kości śródręcza, także w zestawieniu z innymi metodami, między innymi pomiarami masy kostnej [4,11–13]. Grubość warstwy korowej drugiej kości śródręcza była istotnie mniejsza u chorych na osteoporozę w porównaniu do osób zdrowych [13] i u kobiet po menopauzie względem kobiet przed menopauzą [4]. Oceniając przydatność pomiarów morfometrycznych należy także przytoczyć wyniki badań kilku innych autorów, którzy oceniali przydatność pomiarów masy kostnej paliczków dłoni w ocenie zaawansowania osteoporozy i ryzyka złamań osteoporotycznych [14–16]. Paliczki dłoni ze względu na lokalizację anatomiczną oraz proporcję kości zbitej i gąbczastej odzwierciedlają w podobny sposób zmiany szkieletu związane z procesem inwolucji czy np. podawania KS, jak druga kość śródręcza. Najważniejsze doniesienie na poparcie tej tezy dostarczyły badania Mussolino i wsp. [15], którzy poddali badaniom ogromną, bo liczącą 3481 osób, grupę oceniając masę kostną paliczków na bazie standardowego zdjęcia dłoni metodą radiograficzną. W prospektywnej analizie trwającej 16 lat stwierdzono, że pomiary masy kostnej paliczków stanowią istotną przesłankę w ocenie ryzyka złamania kości udowej, a więc najpoważniejszego złamania w przebiegu osteoporozy.

Wniosek

Pomiary morfometryczne II-giej kości śródręcza oraz trzonów kręgowych wykazują niewielkiego stopnia przydatność w ocenie stopnia zaawansowania utraty masy kostnej w wyniku przewlekłej kortykosteroidoterapii u chorych na astmę oskrzelową.

Piśmiennictwo

1. Adinoff AD, Hollister RD: Steroid-induced fractures and bone loss in patients with asthma. N Engl J Med, 1983; 309: 265-269
2. Meema HE, Meema S: Postmenopausal osteoporosis: a simple screening method for diagnosis before structure failure. Radiology, 1987; 164: 405-409
3. Luengo M, Picado C, Rio L: Vertebral fractures in steroid dependent asthma patients and involutional osteoporosis: a comparative study. Thorax, 1991; 46: 803-809
4. Reid MC, Evans DJ, Watts TS: Bone mineral density of the proximal femur and lumbar in glucocorticoid-treated asthmatic patients. Osteopor Int, 1992; 2: 103-110
5. Cummings S, Black D, Nevitt M: Appendicular bone density and age predict hip fracture in women. JAMA, 1990; 263: 665-668
6. Eastell R, Reid DM, Compston JA: UK Consensus Group on management of glucocorticosteroid-induced osteoporosis: an update. J Internal Med, 1998; 244-271
7. Davies KM, Recker RR, Heaney RP: Revisable criteria for verterbral deformity. Osteopor Int, 1993; 3: 265-270
8. Ledford D, Apter A, Manon A: Osteoporosis in the corticosteroid-treated patients with asthma. J Allergy Clin Immunol, 1998; 102: 353-358
9. Kanis JA, Gluer CC: An update on the diagnosis and assessment of osteoporosis with densitometry. Osteopor Int, 2000; 11: 192-202
10. Reid IR, Veale AG, France JT: Glucocorticoid osteoporosis. J Asthma, 1994; 31: 7-13
11. Aguado F, Revilla M, Hernandez ER et al: Dual enery X-ray absorptiometry total body bone mineral content, ultrasound bone velocity, and computed metacarpal radiogrammetry, with age, gonadal status, and weight in healthy women. Investigative Radiol, 1996; 31: 218-222
12. Czerwiński E: Diagnostyka radiologiczna w osteoporozie. W: Diagnostyka osteoporozy 2000. Red. Lorenc RS. Osteoforum. Warszawa, 2000; 55-78
13. Rico H, Revilla M, Villa LF: Comparison between metacarpal bone measurements by computarized radiogrammetry and total body DEXA in normal and osteoporotic women. Clin Rheumatol, 1994; 13: 593-597
14. Mussolino ME, Looker AC, Madans JH et al: Phalangeal bone density and hip fracture risk. Arch Intern Med, 1997; 157: 433-438
15. Wasnich RD: Prespective on fracture risk and phalangeal bone mineral density. J Clin Densitom, 1998; 1: 259-268
16. Yang SO, Hagiwara S, Engelke K: Radiographic absorptiometry for bone mineral measurement of the phalanges: precision and accuracy study. Radiology, 1994; 192: 857-859