



Denzitometrie

Doc.RNDr. Roman Kubínek, CSc.

Předmět: lékařská přístrojová technika



Denzitometrie

Hustota minerálů v kosti (Bone mineral density- BMD) je vyhodnocována především na základě množství kalcia v kostech. Většina metod je rychlá, neinvazivní, bezbolestná a realizovaná zvnějšku těla. Na základě jejího vyšetření se dá odhadnout riziko zlomení kostí.

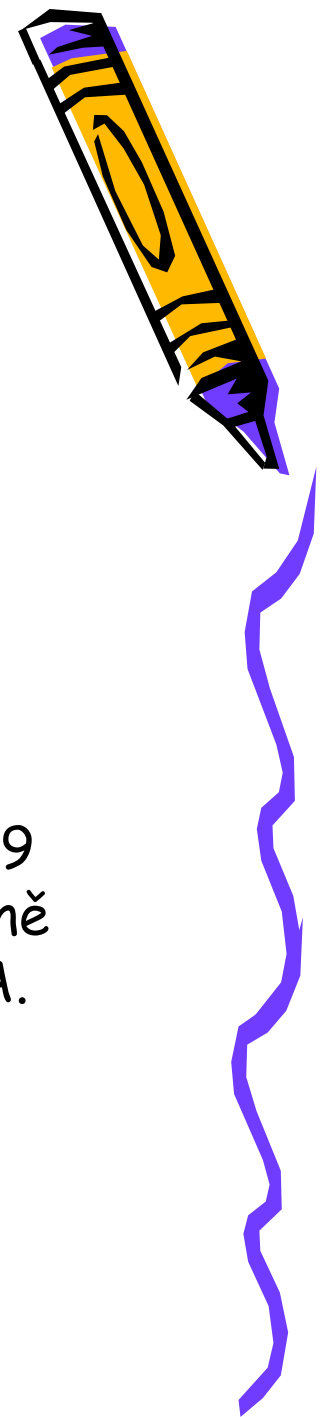


Pacienti určení k BMD

- Ženy po menopauze (v případě náhlých zlomenin)
- Ženy po hormonální léčbě
- Pacienti s osteoporózou

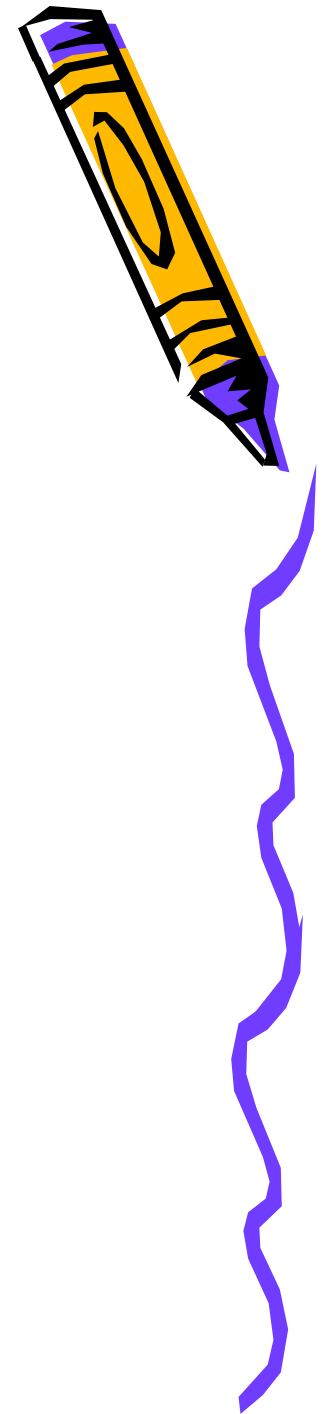
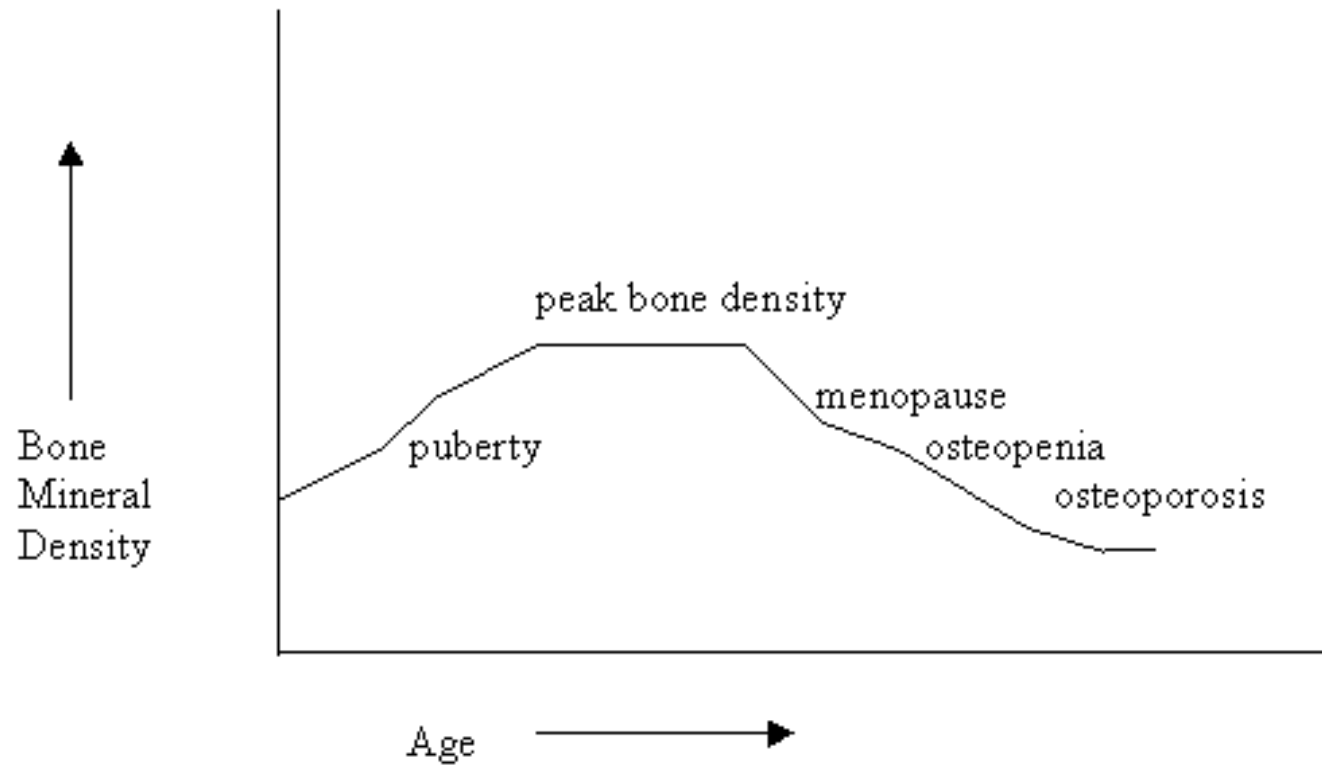
Přesnost denzitometrických metod

Přesnost denzitometrických metod je vysoká (85 až 99 %). Systém DEXA je nejrozšířenější, ultrazvuk nejméně přesný. QCT způsobuje větší radiační zátěž než DEXA.



Průběh BMD (ženy)

Bone Mineral Density Decreases at Menopause



Hodnoty BMD

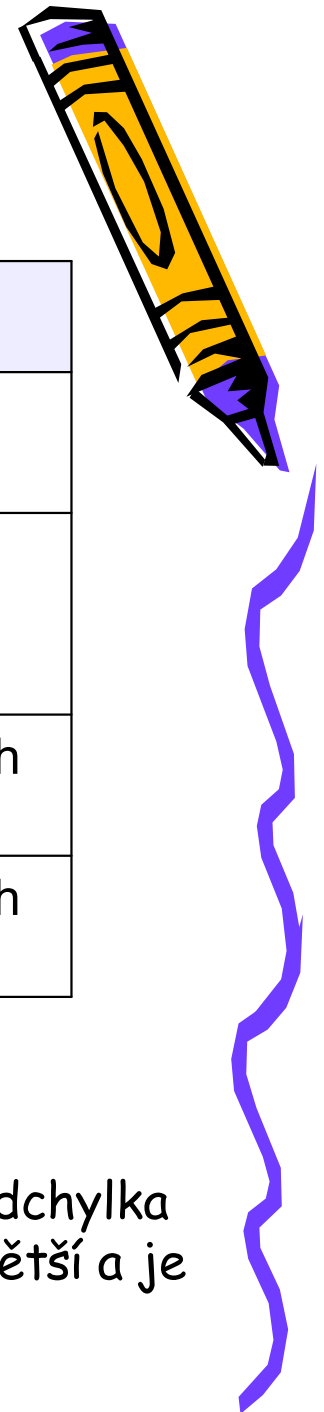
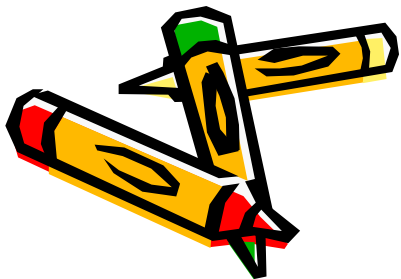
T-Score: WHO kritéria pro stanovení osteoporózy (u žen)	
Normál	BMD > -1.0 pod referenčním rozsahem mladých osob
Nižší hustota kostí (Osteopenia)	BMD je -1.0 to -2.5 SD pod referenčním rozsahem mladých osob
Osteoporosis	BMD < -2.5 SD pod referenčním rozsahem mladých osob
silná Osteoporosis	BMD < -2.5 SD pod referenčním rozsahem mladých osob (při jedné zlomenině)

Porozumění výsledkům BMD:

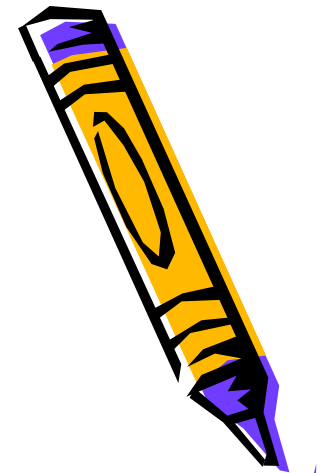
(T-score) T výsledek = $(BMD - YN) / SD$

YN - normál mladého člověka SD - standardní odchylka

Okolo 35. roku života je hustota kostní tkáně největší a je nejmenší riziko zlomenin.



Přehled metod pro zjišťování kostní hustoty (BMD)



- Ultrazvukové vyšetření paty
- DEXA (Dual Energy X-ray Absorptiometry) měřící páteř, kyčel nebo celé tělo.
- SXA (Single Energy X-ray Absorptiometry) měřící zápěstí nebo patu.
- PDXA (Peripheral Dual Energy X-ray Absorptiometry) měřící zápěstí, patu nebo prsty.
- RA (Radiography Absorptiometry) užívá rtg. záření a malé kovové klíny k výpočtu kostní hustoty.
- DPA (Dual Photon Absorptiometry) měřící páteř, kyčel, celé tělo.
- SPA (Single Photon Absorptiometry) měřící zápěstí.
- QCT (Quantitative Computed Tomography) měřící páteř nebo kyčel.



Využití rtg záření

Metoda nejstarší a nejjednodušší

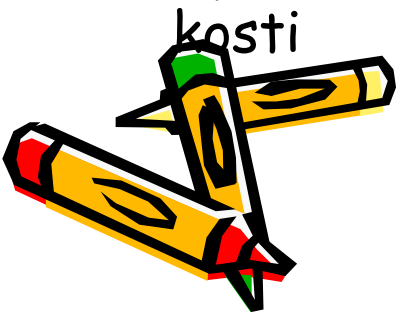
Posouzení hustoty kostní tkáně na základě zčernání rtg snímku (porovnání s kalibrovaným fantomem)

Vyvolávací automaty zajišťují velkou přesnost při standardních podmínkách

Při vyhodnocení rentgenologem subjektivní hodnocení (změny zřetelné až při úbytku 30-40% kostní tkáně), proto nutné využití fotometrických měření.

Projeví se zkreslení měkkými tkáněmi okolo kosti

Vhodná je digitalizace snímku a využití obrazové analýzy. Výsledkem je číslo vyjadřující plošnou hustotu kontrolované kosti



Jednofotonová absorpční fotometrie (SPA-Single Photon Absorptiometry)

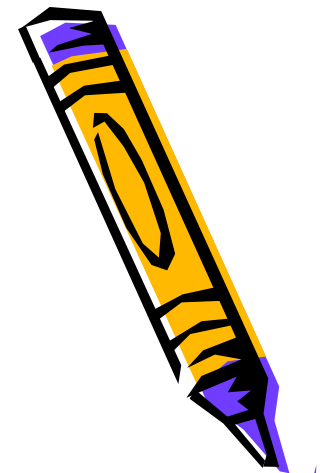
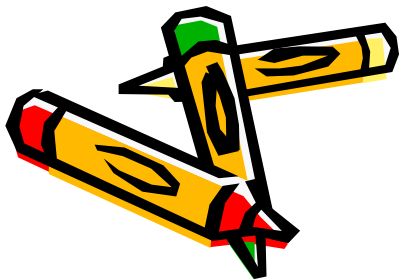
Zdroj záření - I125 (gama záření), $T_{1/2} = 60$ dní, $E = 35$ keV

Využívá se paprsek o jedné energii fotonů.

Projeví se vliv měkké tkáně obklopující kost. (V těchto oblastech ji nelze použít)

Používá se proto na předloktí, případně patní kosti.

Výsledkem je číslo udávající plošnou hustotu kontrolované kosti



Dvoufotonová absorpční fotometrie (DPA-Dual Photon Absorptiometry)

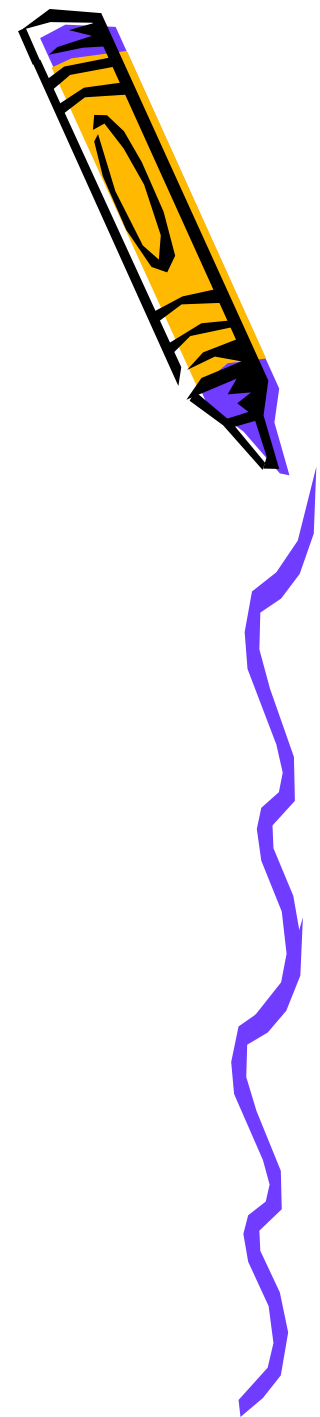
Užití záření se dvěma energiemi

Radionuklid Ga^{153} $T_{1/2} = 242$ dní, $E_1 = 44$ keV, $E_2 = 99$ keV

- nižší energie je snáze absorbována měkkými tkáněmi
- vyšší energie prochází snáze kostí

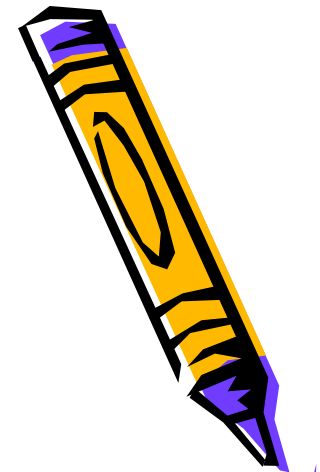
Metodami obrazové analýzy se „odečte“ vliv tkáně na výsledek

Podobně jako u SPA je nevýhoda ve vyšších nákladech na provoz (častá obměna zářiče)

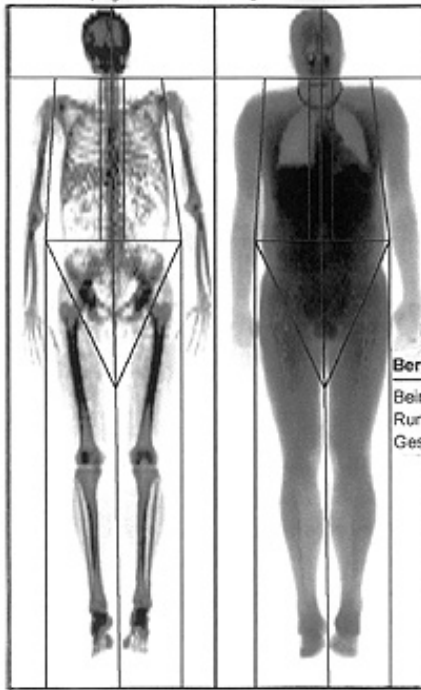


Dvoufotonová rtg absorpční fotometrie

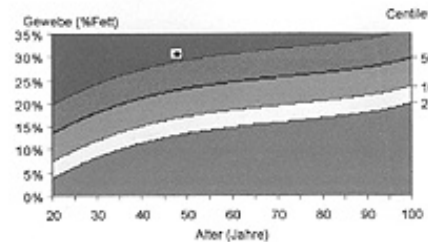
(DEXA-Dual Photon X-ray Absorptiometry)



Gesamte Körpergewebe-Quantisierung



Zusammensetzung, Referenz:
Gesamt



Bereich	Gewebe (%Fett)	Centile ^{2,3}	T.Masse (kg)	Fett (g)	Mager (g)	BMC (g)
Beine	24.9	-	-	6,841	20,664	1,164
Rumpf	37.3	-	-	16,897	28,416	937
Gesamt	30.8	95	88.7	26,459	59,337	2,912



Nejrozšířenější systém

Zdroj záření - rtg záření (výhoda v nižších provozních nákladech)

Použití dvou energií. Je možné volit větší odstup energií záření, což se projeví lepším zobrazením obrysů kostí



Metody

System DEXA (Dual Energy X-ray Absorptiometry) je nejrozšířenější metodou kostní denzitometrie. Metoda nevyžaduje injekční aplikaci, dávkování sedativ, speciální diety případně další přídatné vyšetření.

Pacient je během vyšetření položen na speciální lůžko, je oblečen, zatímco skener zachycuje jednu nebo více oblastí kosti (obvykle spodní část páteře nebo kyčel).

Kompletní procedura trvá několik minut. Ačkoliv DEXA užívá rtg. záření, dávka je nižší než při snímkování hrudi. Každý denzitogram je zaznamenán se srovnávacím denzitogramem a doplněn hodnocením lékaře - radiologa.

Standardně se pro zjišťování množství kolagenu, jako indikátoru řídnutí kosti, používají vzorky moče. Obvykle se tyto testy provádí současně s denzitometrií (DEXA) nebo jinými metodami k včasné diagnostice osteoporózy.

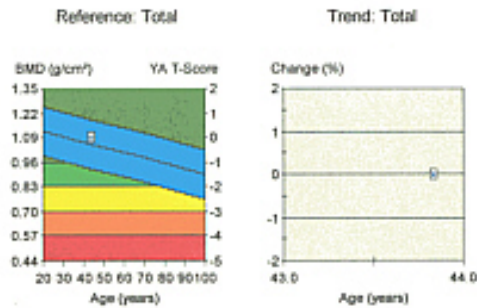
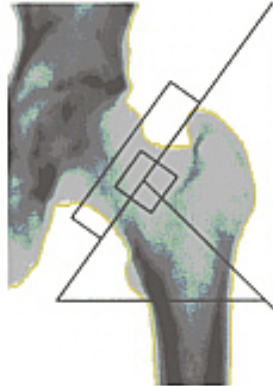


University Medical Associates
 1303 D'Antignac Street
 Augusta, GA 30901

DUALFEMUR BONE DENSITY

Facility ID:
 Birth Date: 43.8 (years)
 70.0 in. 175.0 lbs. White Male
 Physician:

Measured: 09/16/1999 1:57:13 PM (2.05)
 Analyzed: 09/16/1999 1:57:50 PM (2.05)
 Printed: 04/27/2001 2:41:26 PM (2.15)



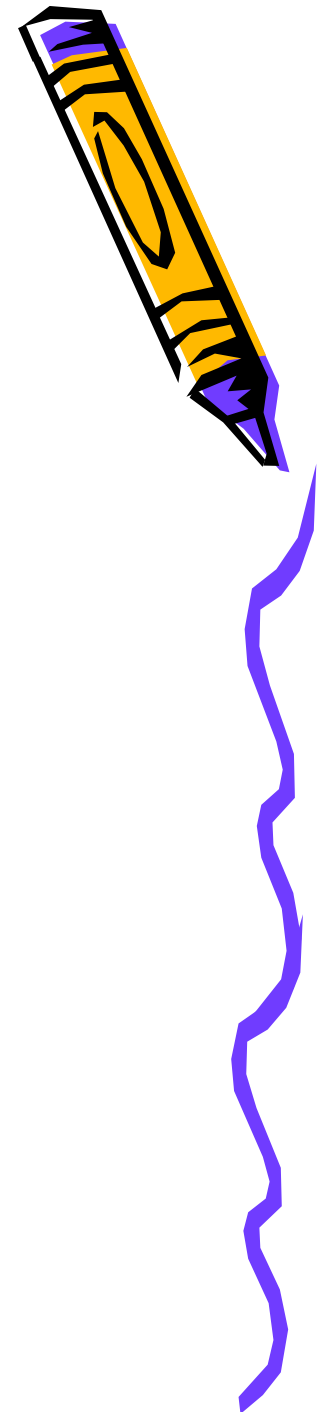
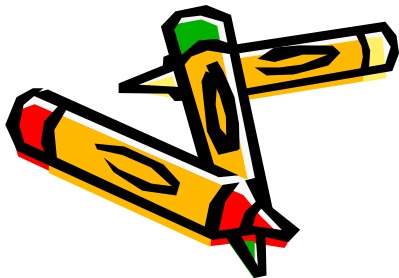
Region	¹ BMD (g/cm ³)	² Young-Adult T-Score	³ Age-Matched Z-Score
Neck	0.909	-1.2	-0.9
Wards	0.836	-1.0	-0.4
Troch	0.968	0.3	0.5
Shaft	1.286	-	-
Total	1.088	0.0	0.3

Region	Measured Date	¹ BMD (g/cm ³)	Change (%)	Age (years)
Total	09/16/1999	1.088	0.0	43.8

COMMENTS:

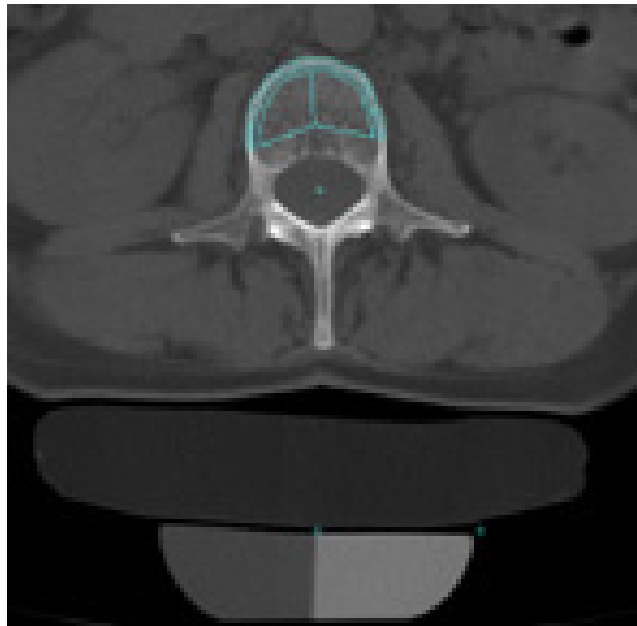
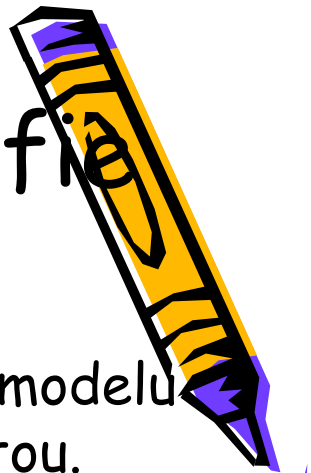
Image not for diagnosis
 78.3 00 50.00:12.0 0.00:11.70 0.60x1.05 14.9 %Fat=20.6%
 0 02 0 00 0 00 0 00
 Neck Angle (deg) = 54

- 1 - Statistically 68% of repeat scans fall within 1SD (± 0.020 g/cm³ for Total)
- 2 - USA, Femur Reference Population, Ages 20-40
- 3 - Matched for Age, Weight (males 25-100 Kg), Ethnic
- 11 - WHO has defined for white women that >-1.0 SD = normal; -1.0 to -2.5 SD = osteopenic; <-2.5 SD = osteoporosis



Kvantitativní počítačová tomografie

QCT- Quantitative CT



Denzitogram obratle (rtg)

CT kalibrováný pomocí fantomu - modelu kosti s přesně definovanou hustotou.

3D zobrazení umožňuje odlišit různé druhy kostí

Přesnost vysoká-odchylka pouze 0,3%

Nevýhodou je větší dávka ozáření pacienta

Využití: měření těl obratlů i periferních částí kostí (pQCT).

Jako výsledek se udává **objemová hustota tkáně** měřené kosti (jediná z metod)

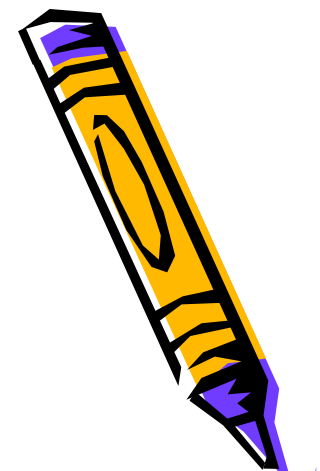


Ultrazvukové systémy

V současné době se rovněž rozvíjí ultrazvukové systémy pro denzitometrické vyhodnocení kostní hmoty. Tyto systémy jsou rychlejší a levnější než např. DEXA. Jsou vhodné pro testování končetin, speciálně paty. Pro denzitometrii páteře mají však zatím nezastupitelné místo rtg. metody.



Denzitometrie kotníku (uzv.)



Ultrazvuková denzitometrie (US densitometry)

Jako jediná není založena na ionizujícím záření

Výhoda: nízké pořizovací náklady,

přístroje jsou konstruovány jako přenosné (vhodné pro preventivní prohlídky).

Princip: útlum vyslané vlny závisí na hustotě prostředí, kterým uzv vlna prochází (velikost útlumu=hustota kosti)

Posuzuje se rovněž rychlost šíření (pro patní kost $v=1900$ m/s)

Referenční místo (bez měkké tkáně) patní kost.

Nové systémy: širokopásmový útlum uzv. vln (1984)

