

**ДВОЙНОЕНЕРГИЙНАТА РЕНТГЕНОВА АБСОРБЦИОМЕТРИЯ –
НОВИ ПРИЛОЖЕНИЯ ОТВЪД ИЗМЕРВАНЕТО НА КОСТНАТА
МИНЕРАЛНА ПЛЪТНОСТ****М. Боянов***Клиника по ендокринология, Катедра по вътрешни болести,
УМБАЛ „Александровска“, Медицински университет – София*

Резюме. Двойноенергийната рентгенова абсорбциометрия (DXA) на прешленните тела и бедрената шийка в предно-задна проекция се утвърди като основно инструментално средство за поставяне на диагноза за остеопороза, за оценка на фрактурния риск и проследяване на ефекта от антиостеопорозното лечение. С развитието на методиката в клиничната практика все по-често се използват и някои специални приложения на методиката DXA – морфометрия на прешленните тела и бедрената шийка, изследване на телесния състав и костното минерално съдържимо на цялото тяло и в отделни негови области, изследване на костта около изкуствени стави и други. Обзорът е посветен на съвременните възможности за използване на DXA отвъд рутинното измерване на костната минерална плътност.

Ключови думи: *двойноенергийна рентгенова абсорбциометрия, специални приложения*

М. Boyanov. DUAL-ENERGY X-RAY ABSORPTIOMETRY – NEW APPLICATIONS BEYOND BONE MINERAL DENSITY MEASUREMENTS

Summary. The dual-energy X-ray absorptiometry (DXA) at the lumbar spine and femoral neck in the anterior-posterior position is now the standard tool for the diagnosis of osteoporosis, fracture risk assessment and monitoring of the antiosteoporotic treatment. While developing, some special new DXA applications become more often used in clinical practice – vertebral body and femoral neck morphometry, body composition and regional bone mineral content analysis, periprosthetic bone loss analysis and others. The present review is focused on the up-to-date application of DXA beyond the routine bone mineral density measurements.

Key words: *dual-energy X-ray absorptiometry, special applications*

Двойноенергийната рентгенова абсорбциометрия (DXA) на прешленните тела и бедрената шийка в предно-задна проекция се утвърди като основно инструментално средство за поставяне на диагнозата остеопороза, за оценка на фрактурния риск и проследяване на ефекта от антиостеопорозното лечение. С развитието на методиката в клиничната практика все по-често се използват и някои специални приложения на методиката DXA – морфометрия на прешленните тела и бедрената шийка, изследване на телесния състав и костното минерално съдържимо на цялото тяло и в отделни негови области, изследване на костта около изкуствени стави и други. Тези приложения се инсталират в остеодензитометрите от висок клас, например на фирма Hologic модели QDR 4500 или Discovery, или на фирма GE Lunar – модели Prodigy или iDXA.

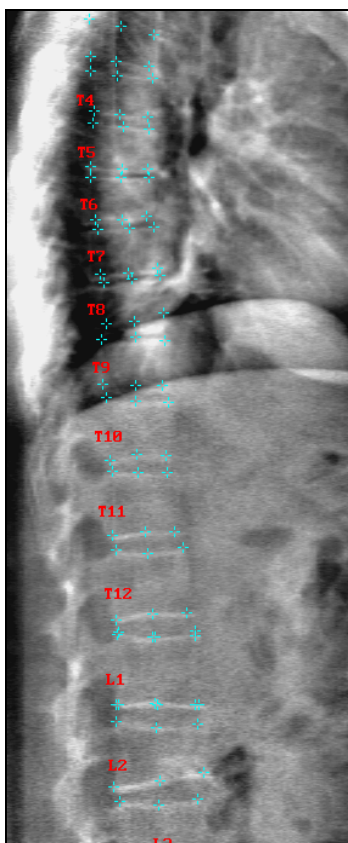
Морфометрия на прешленни тела с DXA (рентгено-абсорбционна морфометрия или Lateral vertebral assessment)

Вертебралната морфометрия представлява **описание на формата на прешленните тела въз основа на профилни рентгенографски образи на торакалния и лумбалния гръбнак**. Целта е да се даде количествена оценка на типа и степента на прешленните деформации. В миналото това е ставало след осъществяване на 2 профилни рентгенограми – на торакалния и лумбалния гръбнак. Днес това може да стане и с използване на методиката DXA. Количествената морфометрична методика се обозначава с термина MXA (morphometric X-ray absorptiometry), а полуколичествената – с термина VFA (vertebral fracture assessment) [2, 3]. След изобразяване на торакалния и лумбалния гръбнак с DXA всяко прешленно тяло се очертава с помощта на 6 точки: 4 от тях, разположени по ръбовете му, и 2 точки – в средата на кортикалните пластинки (фиг. 1). Тези точки позволяват да се сравняват предните, средните и задните височини на прешленните тела помежду им, както и със съседните прешлени.

В края на миналото столетие се залагаше на количествените морфометрични техники (на McCloskey, Eastell и други), но в ежедневноста клинична практика се ползва въведеният от Н.

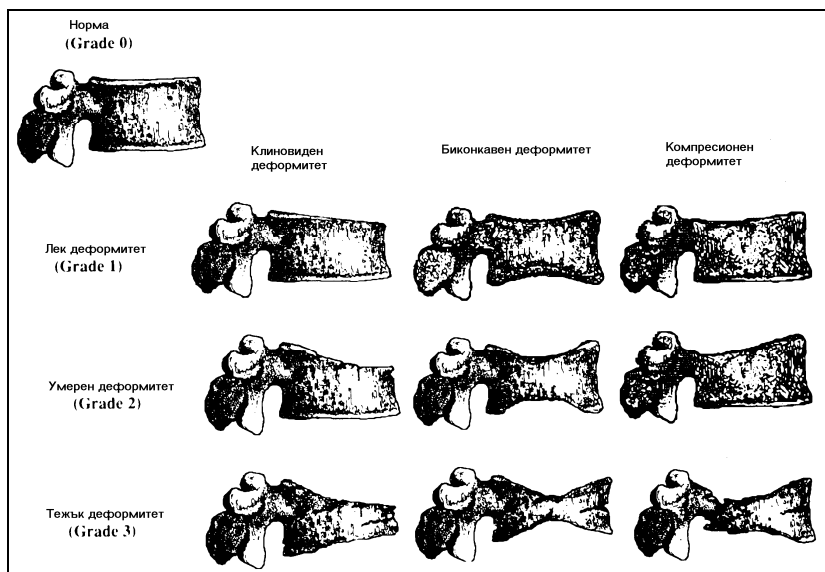
Genant и сътр. полуколичествен морфометричен метод [6]. Той разчита на зрителната оценка и класификацията от лекаря специалист. Всеки прешлен от T₄ до L₄ се класифицира като:

- нормален – степен 0,
- леко деформиран – I степен: намаление с 20-25% на предната, средната или задната височина,
- средно тежко деформиран – II степен: 25-40% намаление на която и да е височина),
- тежко деформиран – фрактура III степен: > 40% спад във височината.



Фиг. 1. Разположение на точките по очертанията на прешленните тела при вертебрална морфометрия [по 9]

Класификацията на Н. Genant и сътр. е представена на фиг. 2. Общият фрактурен сбор се разделя на броя на оценяваните прешлени и се изчислява гръбначният фрактурен индекс (spinal deformity index, SDI). Описаният метод включва експертна оценка, но същевременно генерира количествена величина, която да послужи за точна оценка и детайлно наблюдение на изследваните лица.



Фиг. 2. Полуколичествена вертебрална морфометрия по Harry Genant [6]

Днес предложената от Genant и сътр. методика е „златен стандарт” за оценка на вертебралните фрактурни деформации.

В предпоследното си становище Международното дружество по клинична денситометрия (ISCD) преименува този метод във **Vertebral Fracture Assessment (VFA)**. Използват се все още и други наименования – LVA (Lateral Vertebral Assessment) или IVA (Instant Vertebral Assessment) [4].

Новости при изследване на проксималния фемур

Новостите в остеодензитометрията на проксималния фемур се свеждат до 4 **основни нововъведения: оценка на дължината и ъгъла на бедрената шийка, едновременна оценка на двете бедрени шийки, изследване на нови зони на интерес и софтуерни подобрения за морфометрична оценка на получения образ** [4].

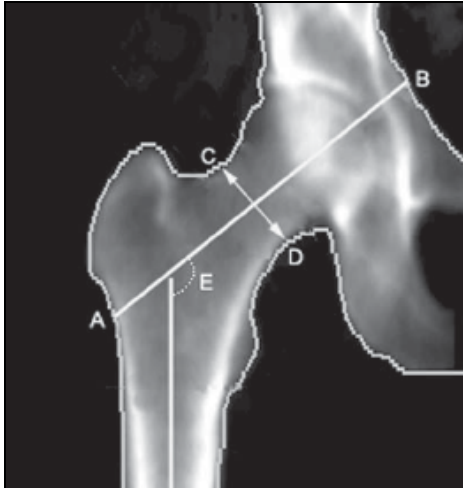
Връзката между геометрията на бедрената шийка и фрактурния риск изглежда вече доказана – **всеки допълнителен сантиметър дължина на бедрената шийка увеличава фрактурния риск с 10-20%**. Определянето на hip axis length е вече рутинна процедура при по-новите модели остеодензитометри (фиг. 3).

Друг подход е **едновременното измерване на двата проксимални фемура (DualFemur)**, което намалява грешката на възпроизводимостта и помага особено в случаите на гранични стойности на КМП. Такова осреднение намира място в проследяването на костните промени под влияние на възрастта, заболявания или лекарства.

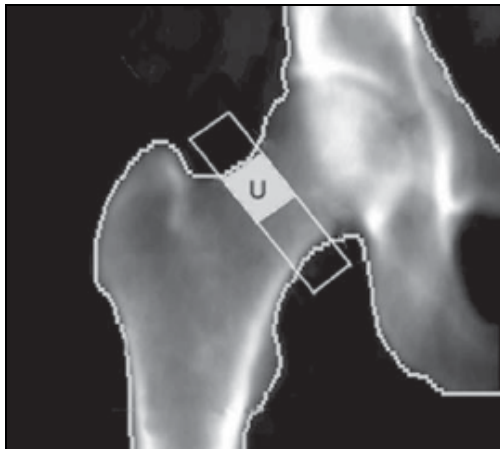
Трети подход за увеличаване чувствителността на остеодензитометрията на проксималния фемур е въвеждането на **специфични кортикални и трабекуларни зони на интерес**. Предлагат се различни нови зони на интерес: трабекуларна, която представлява вписана в проксималната феморална метафиза окръжност; и кортикална, която представлява правоъгълник, разположен хоризонтално във феморалното стъбло, непосредствено под малкия трохантер. От всички зони на интерес трабекуларната зона се асоциира с най-висок релативен риск (odds ratio) за фрактури на бедрената шийка. Кортикалната зона пък дава информация за носещ тежестта на тялото костен участък. Друго предложение е да се ползва **външната (горната) половина на правоъгълния участък на бедрената шийка (femoral neck)**, тъй като това е зона с повишено трабекуларно съдържание (фиг. 4). Това е и зоната, от която често започва фрактурната линия по бедрената шийка.

Различни **подобрения по анализа** са вградени в софтуера на последните модели апарати за DXA. Те позволяват да се разглежда образът на бедрената шийка пиксел по пиксел и така да се изработи специфична карта на разпределението на костната плътност. С това

се цели откриване на „слаби зони”, които са най-податливи на фрактури. От друга страна, въвеждат се и различни изчисления на хипотетичната издръжливост на измерената кост – **cross-sectional moment of inertia, bone surface cross-sectional area** и др.



Фиг. 3. Изчисляване на дължината и ъгъла на бедрената шийка – hip axis geometry analysis



Фиг. 4. Нови зони на интерес – външна (горна) половина на правоъгълния участък на бедрената шийка

Оценка на телесния състав и регионалната КМП

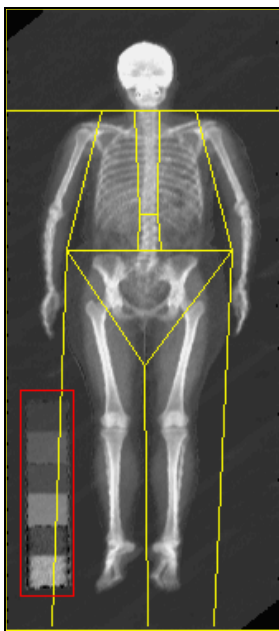
Изследването на телесния състав при живи хора е привлякано отдавна вниманието на медиците. Проучванията в области като нарушения на растежа, затлъстяване и кахексия, стареене, невромускулни промени и спортна медицина често фокусират интереса си върху промените в отделните телесни съставки (компартименти) [5, 8]. Фармацевтичната промишленост използва изследването на телесния състав за оценка на ефективността на медикаментите за редукция на телесното тегло, както и при разработването на подобрени хранителни продукти за бебета и деца. Използваната в миналото двойнофотонна абсорбциометрия днес е изцяло изместена от рентгеновата ѝ модификация – DXA. При съвременното изследване на телесния състав с DXA се използва 3-компартиментен модел, който включва следните съставки:

• мастна тъкан (fat mass) – количеството триглицериди в тялото,

• lean body mass – немастната тъкан, която може да включи минералния скелет (обикновено той се разглежда отделно),

• костно минерално съдържимо (КМС).

Полученият образ се анализира полуавтоматично. Типичното разположение на зоните на интерес при изследване на телесния състав на остеоденситометър Hologic QDR 4500 A е показано на фиг. 5. Типична разпечатка на резултатите от такъв анализ е показана на фиг. 6.



Фиг. 5. Зони на интерес при изследване на телесния състав с DXA – от проксимално към дистално: глава, лява и дясна ребрена зона, торакален и лумбален гръбнак, таз, леви и десни ръце и крака

DUB ALEKSANDROVSKA K-KA ENDOKRINOLOGIJA

Hologic QDR-4500A (S/N 45654)
Whole Body Fan Beam V8.26a:3*
013.Feb.2001 11:08

TBAR1209 - 1
F.S. 68.00% 0(10.00)%

D02130108 Tue 13.Feb.2001 11:02

Name: [REDACTED]
Comment: [REDACTED] HRT
I.D.: m0056 Sex: F
S.S.#: - - Ethnic: W
ZIPCode: Height: 155.00 cm
Operator: MB Weight: 60.00 kg
BirthDate: [REDACTED] Age: 54
Physician: [REDACTED]

Region	BMC (grams)	Fat (grams)	Lean (grams)	Lean+BMC (grams)	Total (grams)	% Fat (%)
L Arm	171.5	1355.0	1789.6	1961.2	3316.2	40.9
R Arm	148.1	1263.5	1951.8	2099.9	3363.4	37.6
Trunk	507.5	10137.3	19465.1	19972.6	30109.9	33.7
L Leg	334.9	4388.7	5338.2	5673.1	10061.8	43.6
R Leg	346.1	4359.9	5608.4	5954.5	10314.4	42.3
SubTot	1508.0	21504.4	34153.2	35661.3	57165.6	37.6
~ Head	472.8	817.9	2826.9	3299.7	4117.6	19.9
TOTAL	1980.8	22322.2	36980.2	38961.0	61283.2	36.4

~assumes 17.0% brain fat
LDM 73.2% water



Фиг. 6. Разпечатка от изследване на телесния състав с DXA – апарат Hologic QDR 4500 A

Изследването на телесния състав с DXA е на път да заеме място сред “златните стандарти” при изучаване на *затлъстяването* и ефекта от антиобезните медикаменти. Възможно е оценката на разпределението на телесните масти да се превърне в неотменна част от оценката на общия *сърдечно-съдов риск*. Телесното разпределение е от голям интерес при изследвания върху *спортисти* [7]. Изследване на телесния състав с DXA се прилага при редица *хронични заболявания*, каквито са захарният диабет, терминалната бъбречна недостатъчност на хемодиализа, хроничната обструктивна белодробна болест, синдромът на придобит имунна недостатъчност и др. Целотелесният скен намира сериозно приложение в *неонатологичната и педиатричната практика*, тъй като стандартните софтуерни програми за оценка на КМП на предмишницата, бедрената шийка или прешленните тела при такива пациенти се оказват неприложими [8]. От особен интерес е целотелесното сканиране с DXA и за *менопаузалната*

и гериатричната медицина – проследяване на натрупване на мастна тъкан и намалението на мускулната маса с възрастта (т.нар. саркопения). Целотелесното сканиране с DXA тепърва ще намира място в широки *епидемиологични изследвания* върху телесния състав в здравата популация и промените му в хода на съвременния нездравословен начин на живот и хранене [1]. Възможно е DXA да добави изключително полезна информация към широко практикуваните в тези случаи антропометрични изследвания.

Изследване с DXA на перипротезното костно минерално съдържимо

Методиката DXA се използва все по-широко и в травматологичната практика. Става дума за приложението на специфични програми по типа на **hip prosthesis analysis** (анализ на тазобедрените протези). Съхранената кост около имплантата се изследва и полученият образ се разделя на поредица от зони на интерес (зони на Gruen), които позволяват да се премахне наслагването на метала, да се прави сравнение с КМП на аналогичните зони на здравата бедрена кост, както и да се проследи КМП във времето. Това изследване е от особено значение при оценка на перипротезната остеопороза и опасността от разхлабване на имплантата. У нас все още липсва достатъчно опит с тази методика.

В заключение, методиката DXA днес предлага редица медицински приложения отвъд стандартното измерване на КМП.

Библиография

1. Боянов, М., Ж. Бонева и Е. Харангозо. Изследване на телесния състав с двойно-енергийна рентгенова абсорбциометрия. – Съвр. мед., **53**, 2002, № 5, 47-54.
2. Боянов, М. Вертебрална морфометрия с двойно-енергийна рентгенова абсорбциометрия. – Рентгенол. и радиол., **41**, 2002, № 3, 186-191.
3. Blake, G. M., J. A. Rea et al. Fogelman. Vertebral morphometry studies using dual x-ray absorptiometry. – In: The Evaluation of Osteoporosis. Dual-energy X-ray Absorptiometry and Ultrasound in Clinical Practice. G. M. Blake, H. W. Wahner et I. F. Fogelman (Eds.). London, Martin Dunitz, 1999, 429-459.
4. Bonnick, S. L. New applications for DXA. – In: Bone Densitometry in Clinical Practice, Application and Interpretation. 3d edition. S. L. Bonnick. (Ed.). Totowa, (NJ.), Humana Press, 297-356.

5. Formica, C. A. Total body bone mineral and body composition by absorptiometry. – In: The Evaluation of Osteoporosis: Dual-energy X-ray Absorptiometry and Ultrasound in Clinical Practice. G. M. Blake, H. W. Wahner et I. Fogelman. (Eds.). Martin Dunitz, London, 1999, 313-342.
6. Genant, H. K. et al. Vertebral fracture assessment using a semi-quantitative technique. – J. Bone Miner. Res., **8**, 1993, № 10, 1137-1148.
7. Hammami, M. et al. Regional bone mass measurement from whole-body dual-energy X-ray absorptiometry scan. – J. Clin. Densitometry, **4**, 2001, № 2, 131-136.
8. Harcke, H. T. DXA in the growing skeleton. – In: The Evaluation of Osteoporosis: Dual-energy X-ray Absorptiometry and Ultrasound in Clinical Practice. G. M. Blake, H. W. Wahner, I. Fogelman. (Eds.). London, Martin Dunitz, 1999, 348-360.
9. Jiang, G. et al. Comparison of methods for the visual identification of prevalent vertebral fracture in osteoporosis. – Osteoporos. Int., **15**, 2004, № 11, 887-896.

✉ *Адрес за кореспонденция:*

Доц. д-р Михаил Боянов
Клиника по ендокринология
УМБАЛ „Александровска”
ул. „Св. Г. Софийски” № 1
1431 София

☎ 92-30-784