

## DENSITOMETRIA OSSEA DEXA: LETTURA, INTERPRETAZIONE E TRABOCCHETTI

Responsabile Editoriale  
Vincenzo Toscano

### Introduzione

L'osteoporosi è una patologia di comune riscontro, associata ad aumento del rischio di frattura, aumento del tasso di morbilità e mortalità e aumento della spesa sanitaria (1). La determinazione della densità minerale ossea (BMD) rimane il punto chiave nella diagnosi del paziente affetto da osteoporosi. Sono oggi disponibili numerosi mezzi per la determinazione della BMD: la densitometria ossea di assorbimento a doppio raggio fotonico (DEXA), l'ultrasonografia quantitativa (QUS) e la tomodensitometria quantitativa (QCT).

In un recente sondaggio sulla percezione della qualità dei referti DEXA (2), la maggior parte dei medici (71%) e un ampio numero di tecnici (45%) ha riferito di vedere almeno un referto DEXA scorretto al mese. La quasi totalità dei medici (98%) ha riferito che referti DEXA di scarsa qualità sono dannosi al paziente, mentre i tecnici di radiologia hanno riferito che gli sbagli più frequenti si legano a errori di inserimento dei dati anagrafici del paziente (data di nascita e sesso). Dal momento che un esame non correttamente eseguito si accompagna a decisioni terapeutiche scadenti, **gli organi di controllo avanzano una sempre maggiore richiesta di precisi criteri di validazione dei risultati.**

Vogliamo qui focalizzare quali possono essere gli errori che si incontrano nell'esecuzione di un esame DEXA, ma anche mettere a fuoco quali sono gli *standard* di densitometria che assicurano un esame di alta qualità così da ottimizzarne l'esito clinico. Tutte le indicazioni che forniremo in seguito sono valide per le sole apparecchiature certificate dalla *Food and Drug Administration (FDA)*, che prevede una valutazione dell'apparecchiatura che va dal disegno/progettazione, all'acquisto delle parti, produzione, validazione dei valori di riferimento, installazione e servizi vari del singolo apparecchio, nonché tutti i possibili malfunzionamenti e i rischi a cui si sottopone il paziente. Tali normative non sono valide per le numerose altre apparecchiature DEXA che possono essere in uso in Italia.

### Scegliere il corretto strumento

Gli strumenti utilizzati per la valutazione della BMD sono vari e differiscono tra loro in molteplici caratteristiche (in particolare praticità di esecuzione, dose di radiazioni ionizzanti e costi delle apparecchiature e degli esami).

Diverse tipologie di apparecchiatura per la misurazione della BMD			
	DEXA	QUS	QCT
Diagnosi (classificazione WHO)	Sì	No	No
Valore predittivo del rischio di frattura	Sì	Sì	Sì
Monitoraggio nel tempo	Sì	No	No
Radiazioni ionizzanti	+	0	+++
Costi	++	+	+++

La DEXA è unanimamente riconosciuta come l'esame "*gold standard*" per la misurazione della BMD per numerosi motivi. È stata infatti dimostrata una correlazione tra la forza meccanica dell'osso e la misurazione della BMD tramite DEXA, mentre studi epidemiologici hanno documentato uno stretto rapporto tra il rischio di frattura e la valutazione della BMD tramite DEXA. Inoltre, la classificazione del WHO dell'osteoporosi si basa primariamente sui dati di riferimento ottenuti tramite DEXA.

Classificazione WHO dell'osteoporosi	
Classificazione	T-score
Normale	> -1.0
Osteopenia	-1.0 ÷ -2.5
Osteoporosi	< -2.5
Osteoporosi severa	< -2.5 con frattura da fragilità*

\*per frattura da fragilità si intende frattura senza trauma o frattura da trauma minimo, "non efficiente", frattura insorta in soggetto che va incontro a una caduta da altezza non superiore alla propria

La maggior parte degli studi clinici che documentavano riduzione del rischio fratturativo con la terapia hanno selezionato i pazienti basandosi su misurazioni DEXA; altri studi hanno dimostrato la relazione tra la riduzione del rischio fratturativo in terapia e l'incremento dei valori di BMD alla DEXA e infine, accuratezza e precisione della DEXA sono eccellenti e l'esposizione del paziente alle radiazioni è molto bassa. Per tutte queste considerazioni la **DEXA rimane l'esame di prima scelta nella valutazione della BMD** (3).

I criteri di rimborsabilità della DEXA, in Italia, sono definiti dai Livelli Essenziali di Assistenza (LEA) definiti a livello nazionale dal [Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri del 29 novembre 2001](#). La riforma del titolo V della Costituzione ha poi previsto per le Regioni la possibilità di utilizzare risorse proprie per garantire servizi e prestazioni aggiuntive (ma mai inferiori) a quelle incluse nei LEA. Questo comporta che i LEA possano essere diversi da Regione a regione (fermo restando che quelli definiti a livello nazionale vengono garantiti in tutto il territorio italiano).

#### Quando è appropriato eseguire una valutazione della densità minerale ossea?

Diverse Società Scientifiche hanno prodotto linee guida sull'indicazione all'esecuzione di una BMD, perlopiù con l'intenzione di selezionare gruppi di pazienti ad alto rischio (es. donne in post-menopausa con età > 65 anni o pazienti che stanno per iniziare terapia steroidea ad alte dosi per un periodo protratto). La posizione ufficiale della *International Society Of Clinical Densitometry* (ISCD) comprende la lista delle principali indicazioni (4).

Indicazioni dell'ISCD all'esecuzione di DEXA
Tutte le donne di età > 65 anni
Tutte le donne in menopausa di età < 65 anni con fattori di rischio per osteoporosi
Tutte le donne in periodo peri-menopausale con fattori di rischio clinici, quali basso peso corporeo, precedente frattura o utilizzatrici di farmaci ad alto rischio per osteoporosi
Maschi di età > 70 anni
Maschi di età < 70 anni con fattori di rischio per osteoporosi
Tutti gli adulti con precedente frattura da fragilità

#### In generale si raccomanda l'esecuzione di DEXA in:

- tutti gli adulti con una patologia o condizione fisica associate a ridotta massa ossea o a perdita di massa ossea;
- tutti gli adulti che assumono terapia associate a ridotta massa ossea o a perdita di massa ossea;
- tutti i soggetti per i quali si presuppone un trattamento farmacologico per l'osteoporosi;
- tutti i soggetti in trattamento farmacologico per l'osteoporosi per monitorare gli effetti della terapia;
- tutti i soggetti non in trattamento, nei quali l'eventuale riscontro di perdita di massa ossea indurrebbe l'inizio di una terapia per l'osteoporosi;
- tutte le donne al momento in cui interrompono la terapia estro-progestinica sostitutiva.

**La non prescrizione di un test di valutazione della BMD quando indicato significa il mancato riconoscimento di un paziente ad alto rischio di frattura e il suo non trattamento. Al contrario, prescrivere l'esame a un paziente in cui non c'è indicazione o in cui il trattamento non viene influenzato dal risultato dell'esame significa uno spreco di risorse per il Sistema Sanitario Nazionale.**

#### **Controindicazioni all'esecuzione di DEXA**

La DEXA è controindicata nelle donne che potrebbero essere gravide.

Se il paziente ha recentemente eseguito un esame con mezzo di contrasto radio-opaco o con sostanze radioattive (in particolare scintigrafia ossea con leucociti marcati o con tecnezio-99) la DEXA deve essere posticipata fino a che tale materiale non possa più essere un mezzo confondente.

#### **Manutenzione e cura dell'apparecchiatura DEXA**

La mancata manutenzione dell'apparecchiatura e la mancata esecuzione di controlli di qualità (come la calibrazione dell'apparecchiatura sul fantoccio) possono portare a errori non quantificabili. La valutazione sul fantoccio permette di identificare il peggioramento del funzionamento dell'apparecchiatura (prima che questo diventi clinicamente significativo) e la ricalibrazione dell'apparecchiatura (5).

Le apparecchiature DEXA vengono regolarmente sottoposte ad aggiornamenti dei *software*. Tali aggiornamenti non dovrebbero influire sulla misurazione della BMD, ma in ogni caso è sempre consigliabile eseguire il confronto tra 2 successive valutazioni della BMD utilizzando le variazioni come valore assoluto ( $\text{g}/\text{cm}^2$ ) più che come differenza percentuale in termini di T-score o Z-score (6).

Inoltre, anche se sono state calcolate delle formule di standardizzazione per confrontare esami eseguiti nelle stesse sedi ma con 2 diverse apparecchiature (GE-Lunar e Hologic), si è evidenziato che la variabilità che persiste **non rende affidabile il confronto di esami eseguiti con densitometri prodotti da aziende diverse.**

Va ricordato nuovamente che tutte queste indicazioni sono valide per le sole apparecchiature certificate dall'FDA (per la precisione: Hologic e Lunar) e non per le numerose altre apparecchiature DEXA che, anche se prive di parametri di qualità, sono in uso in Italia.

#### **Acquisizione dei dati DEXA**

Il **posizionamento corretto** del paziente è di importanza critica per ottenere una valutazione valida di BMD, e dipende in primo luogo dall'abilità del tecnico.

La colonna deve essere posizionata al centro del tavolo, parallela all'asse longitudinale con i segnalatori di posizione ben visibili, per aiutare a determinare i diversi corpi vertebrali. Lo spazio L4-L5 è di solito a livello della cresta iliaca e T12-L1 è di solito, ma non sempre, subito sotto l'ultima costa.

Il femore deve essere ruotato internamente di almeno 15°, come suggerito dalla visibilità della protuberanza del piccolo trocantere e l'asse del femore deve essere parallelo all'asse lungo del tavolo.

È fondamentale che il **paziente rimanga assolutamente fermo** durante l'esame.

#### **Analisi dei dati**

**Prima di effettuare l'esame**, il tecnico deve raccogliere una "storia dello scheletro" del paziente, inserirne correttamente i dati demografici e quindi eseguire la scansione. Infatti, la storia del paziente può essere fondamentale nel decidere quali siti scheletrici esaminare (ad esempio, se un paziente è portatore di protesi d'anca deve essere eseguita la scansione dell'altro femore), le informazioni demografiche devono essere corrette, in particolare la data di nascita e soprattutto il sesso, in quanto vengono utilizzati 2 database differenti per i 2 sessi.

La ISCD raccomanda di utilizzare un **database di riferimento** di giovani adulti sani (di razza caucasica) dove i pazienti sono confrontati per sesso nell'interpretazione del *T-score*, mentre per quanto attiene lo *Z-score* raccomanda di utilizzare un database con confronto per sesso, età ed etnia.

Il tecnico deve valutare, e se necessario correggere, le estremità ossee scelte dal computer di *default*, come pure l'identificazione delle regioni ossee di interesse (ROI). Modificazioni delle ROI devono però essere ben motivate, in quanto possono accompagnarsi a variazioni percentuali importanti della BMD (7).

La numerazione delle vertebre, la scelta degli estremi ossei, e il posizionamento delle linee negli spazi intervertebrali deve essere corretta e corrispondente ai precedenti esami. Minime modificazioni dell'ampiezza della finestra del rachide portano a variazioni della BMD, in quanto la misurazione è comunque influenzata dalla diversa attenuazione dei tessuti molli.

Allo stesso modo le estremità ossee del femore e le ROI devono essere corrette, con particolare attenzione al posizionamento del *box* della regione del collo del femore. Inoltre, una maggior ampiezza longitudinale della finestra del femore può accompagnarsi a un decremento della BMD totale, in quanto si includono nell'esame aree di osso a sempre minor densità ossea e aree di maggior spessore dei tessuti molli.

### Interpretazione dei dati e referto

Le responsabilità di colui che interpreta la DEXA, che la referta e che supervisiona il regolare e corretto svolgimento dell'esame, è di collaborare in pieno con il tecnico, per stabilire delle procedure *standard* da utilizzare nell'esecuzione delle densitometrie. Deve esserci una completa aderenza agli *standard* di esecuzione, interpretazione e refertazione, come indicati dalle Società Scientifiche.

Nella pratica clinica i valori assoluti di BMD (intesi come  $g/cm^2$ ) vengono utilizzati solo per il confronto tra 2 esami successivi, mentre, per refertare l'esame, si utilizzano i valori di *T-score* (numero di deviazioni standard rispetto ad una popolazione giovane sana di riferimento) e di *Z-score* (numero di deviazioni standard rispetto ad una popolazione di riferimento della stessa età).

Nell'interpretazione dei risultati della densitometria ossea, l'ISCD prescrive che:

- nelle donne in post-menopausa (e nel periodo peri-menopausale) e nei maschi di età > 50 anni si utilizzi il *T-score* e si applichino i criteri WHO;
- nelle donne in pre-menopausa e nei maschi di età < 50 anni si utilizzi lo *Z-score* invece del *T-score*:
  - con valori di *Z-score* < -2.0 si definisce "inferiore al *range* atteso per età";
  - con valori di *Z-score* > -2.0 si definisce "nel *range* atteso per età";
- nel bambino devono essere applicate delle correzioni legate al minor volume delle vertebre, viene utilizzato lo *Z-score* e si utilizza la definizione di "normale o ridotta densità minerale ossea in rapporto all'età cronologica".

Nella **donna nell'immediato post-menopausa** il sito di maggior interesse rimane la **colonna vertebrale**, in quanto l'osso trabecolare (maggiormente espresso in tale sito) risulta essere quello che maggiormente risente della riduzione del tasso estrogenico.

È invece noto che i soggetti anziani sono maggiormente predisposti a malattie degenerative del rachide (formazione di osteofiti, sclerosi dell'osso, riduzione degli spazi intervertebrali, spondilolistesi e fratture vertebrali). La presenza di tali patologie altera in maniera importante la misurazione della BMD a livello della colonna vertebrale, inducendo una sovrastima dei valori di densità dell'osso. Il femore sembra essere meno colpito dalle patologie dell'età evolutiva, per cui, **all'avanzare dell'età**, l'esame dell'anca ed in particolare la **valutazione del collo del femore** sono da prediligersi nella diagnosi di osteoporosi.

Nella refertazione dell'esame, il rischio di frattura, se indicato, deve essere espresso come probabilità di frattura a 10 anni, in accordo con l'algoritmo di rischio fratturativo del WHO (FRAX)(8).

<b>Errori comuni nell'esecuzione di una DEXA</b>	
<b>Indicazione all'esecuzione dell'esame</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mancata esecuzione dell'esame in paziente ad alto rischio fratturativo: tali dati vengono estrapolati dall'età del paziente e dalla presenza o meno di fattori di rischio, evidenziati ad una corretta anamnesi.</li> <li>• L'esame non va eseguito in pazienti in cui verosimilmente non verrà praticato alcun trattamento specifico o in cui non verrà modificato il trattamento in corso: ad esempio, pazienti in età pre-menopausale (in questo caso si applicano tutte le procedure di prevenzione possibili) o post-menopausa in terapia sostitutiva estro-progestinica (eseguiranno l'esame alla sospensione del trattamento).</li> </ul>
<b>Controllo di qualità</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mancata adesione alle raccomandazioni della ditta fabbricatrice dell'apparecchiatura nei sistemi di manutenzione e di calibrazione: in particolare si ricorda di eseguire con regolarità la scansione del fantoccio.</li> <li>• Errori di calibrazione legati alla mancata revisione della lettura del fantoccio e calcolo della variabilità individuale del singolo operatore.</li> </ul>
<b>Acquisizione</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Posizionamento scorretto del paziente: colonna vertebrale non posizionata parallela alla linea del tavolo o femore non sufficientemente intra-ruotato.</li> <li>• Errore di selezione di area di scansione o scansione di femore laddove c'è una protesi o valutazione della colonna con reggiseno o con <i>piercing</i> ombelicale.</li> <li>• Errore di registrazione di età o di sesso del paziente.</li> </ul>
<b>Analisi</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mancata revisione dell'esame eseguito in automazione dall'apparecchiatura, senza corretta identificazione delle estremità vertebrali e delle aree di interesse, ad esempio se sono inclusi osteofiti.</li> <li>• Errore di numerazione delle vertebre: marcatori di riferimento sono di solito la cresta iliaca (spazio inter-vertebrale L4-L5) e ultima costa (spazio inter-vertebrale T12-L1)</li> </ul>
<b>Interpretazione</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Applicazione scorretta dei criteri diagnostici del WHO e della posizione ufficiale dell'ISCD: ad esempio, utilizzare i criteri WHO nella donna in pre-menopausa.</li> <li>• Confronto fra 2 successive BMD non corretto: mancato calcolo della variabilità del singolo operatore, utilizzo di diverse apparecchiature, scansione di aree diverse, diversa numerazione delle vertebre, confronto tra femore destro e femore sinistro, confronto tra T-score invece che tra valori di BMD.</li> <li>• Rischio di frattura identificato in maniera scorretta, soprattutto laddove il paziente è un soggetto giovane.</li> </ul>

### Conclusioni

Visto che le scelte terapeutiche sul paziente si basano su misurazioni di BMD opportunamente validate, diventa più che mai importante che la densitometria ossea DEXA fornisca dati di alta qualità. Infatti, referti di scarsa qualità possono indurre decisioni terapeutiche inadeguate. I medici che refertano la DEXA devono essere adeguatamente istruiti e devono procedere a regolari aggiornamenti in materia.

### Take home messages

- La DEXA può essere utilizzata per diagnosticare osteoporosi, definire il rischio fratturativo e monitorare le modifiche di BMD nel tempo.
- Controllo di qualità, acquisizione, analisi, interpretazione e refertazione della DEXA richiedono formazione ed esperienza, sia per il tecnico di radiologia sia per il medico che interpreta l'esame.
- Per una maggior attendibilità del confronto quantitativo dei valori di BMD sullo stesso strumento, è sempre opportuno eseguire un calcolo di precisione e un calcolo della variabilità individuale del singolo operatore.
- Non possono essere eseguiti confronti quantitativi sui valori di BMD ottenuti tramite diversi strumenti, a meno che non sia stato fatto uno studio di *cross-calibrazione*, ed anche in questo caso i dati non sono pienamente attendibili.
- Referti DEXA di scarsa qualità possono indurre decisioni terapeutiche inadeguate, che possono anche essere costose per il Sistema Sanitario Nazionale e inutili o dannose per il paziente.

### Bibliografia

1. Brandi ML, Guglielmi G, Masala S, et al. When the government actively faces the burden of osteoporosis: the Italian experience. Arch Osteoporos [2012, 7: 21-4](#).
2. Lewiecki EM, Binkley N, Petak SM. DXA quality matters. J Clin Densitom [2006, 9: 388-92](#).
3. Lewiecki EM, Borges JL. Bone density testing in clinical practice. Arq Bras Endocrinol Metabol [2006, 50: 586-95](#).
4. Baim S, Binkley N, Bilezikian JP, et al. Official Positions of the International Society for Clinical Densitometry and executive summary of the 2007 ISCD Position Development Conference. J Clin Densitom [2008, 11: 75-91](#).
5. Bonnick SL. Bone Densitometry in Clinical Practice – Application and Interpretation, 2<sup>nd</sup> ed, Humana Press, Totowa, NJ, [2003](#).
6. Lenchik L, Kiebzak GM, Blunt BA; International Society for Clinical Densitometry Position Development Panel and Scientific Advisory Committee. What is the role of serial bone mineral density measurements in patient management? J Clin Densitom [2002, 5 Suppl: S29-38](#).
7. Trevisan C, Gandolini GG, Sibilla P, et al. Bone mass measurement by DXA: influence of analysis procedures and interunit variation. J Bone Miner Res [1992, 7: 1373-82](#).
8. Kanis JA, McCloskey E, Johansson H, et al. FRAX<sup>®</sup>) with and without bone mineral density. Calcif Tissue Int [2012, 90: 1-13](#).