

# VALUTAZIONE DELLE FRATTURE VERTEBRALI DA OSTEOPOROSI MEDIANTE STUDIO MORFOMETRICO

**Giuseppe Guglielmi<sup>1\*</sup>, Giacomo Scalzo<sup>2\*\*</sup>**

*\*Dipartimento di Diagnostica per Immagini, Università degli Studi di Foggia*

*\*\*Dipartimento di Radiologia, Ospedale IRCCS "Casa Sollievo della Sofferenza", San Giovanni Rotondo, Foggia*

L'osteoporosi è una malattia metabolica dell'osso caratterizzata da una graduale e progressiva riduzione di massa ossea e da conseguenti fratture da fragilità che interessano prevalentemente le vertebre ma anche il femore, l'omero e il polso causando dolore, disabilità e in alcuni casi decesso. Le fratture vertebrali hanno un'incidenza di circa 100.000 casi all'anno, con notevoli implicazioni per quanto riguarda i costi sociali e la qualità di vita dei pazienti [1, 2].

L'*International Osteoporosis Foundation* (IOF) stima che in Europa più del 40% delle donne di mezza età sarà interessato da una o più fratture vertebrali osteoporotiche nel corso della vita [3].

Le fratture vertebrali hanno l'incidenza maggiore e si manifestano più precocemente nel corso della vita rispetto alle altre fratture da osteoporosi, come ad esempio quelle a carico del collo femorale. La perdita ossea, infatti, pur essendo un fenomeno ubiquitario nello scheletro, in realtà colpisce maggiormente i siti più ricchi di osso trabecolare, più sensibili agli stimoli metabolici rispetto all'osso corticale. La colonna vertebrale, ricca di osso trabecolare, infatti, perde nelle donne fino al 5% annuo nei due anni che precedono e seguono la menopausa.

Le fratture vertebrali sono inoltre considerate il più alto fattore predittivo di fratture femorali, responsabili, quest'ultime, del maggiore rischio di decesso, specie nei soggetti anziani, indipendentemente dal valore della massa ossea. Tuttavia, diversamente da quelle femorali e del polso, le fratture vertebrali sono spesso asintomatiche e si realizzano anche in assenza di uno specifico ed efficiente evento traumatico, il che contribuisce al problema della ritardata diagnosi e del trattamento tardivo.

Per questo motivo è decisivo il ruolo dei clinici e dei medici radiologi nella diagnosi e nel trattamento precoce delle fratture vertebrali per evitare un'ulteriore progressione della patologia osteoporotica [5-7].

La diagnosi delle fratture vertebrali è richiesta sia negli studi clinici tendenti a valutare l'efficacia dei diversi presidi terapeutici sia negli studi epidemiologici per identificare i fattori di rischio e sviluppare strategie preventive. A fronte della necessità di fornire una corretta diagnosi delle fratture vertebra-

li, sta la difficoltà che si potrebbe incontrare nella loro identificazione sulla base della sola lettura qualitativa dei radiogrammi. Ciò deriva principalmente dall'aspetto anatomico-patologico delle fratture vertebrali, le quali si presentano, in realtà, come deformità del corpo vertebrale per riduzione di una delle sue altezze, in assenza di un'evidente rima di frattura [4].

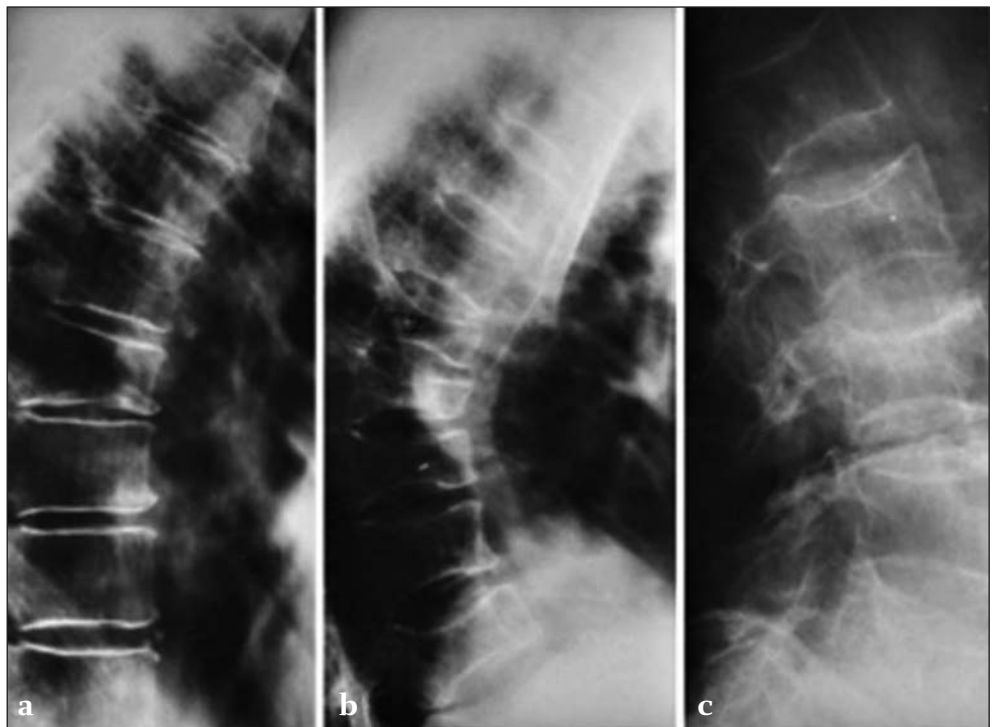
La lettura dei radiogrammi consente di identificare tre tipi di fratture vertebrali a seconda di quale altezza del corpo vertebrale si è ridotta: a cuneo, biconcava e collasso (*Figure 1, 2*). Per rendere più precisa l'identificazione delle fratture vertebrali sono stati proposti negli ultimi anni vari metodi in grado di fornire una valutazione più o meno quantitativa del rachide. Le fratture da fragilità possono dunque essere diagnosticate con il metodo semiquantitativo o quantitativo, cioè con la morfometria vertebrale [4, 8].

### METODO SEMIQUANTITATIVO

Questo metodo prevede che il radiologo, con la semplice valutazione visiva dei radiogrammi del rachide, identifichi le fratture vertebrali e assegni loro un punteggio in base al tipo e alla gravità della deformità del corpo vertebrale, senza comunque effettuare la misurazione delle dimensioni vertebrali. La classificazione delle fratture vertebrali attualmente utilizzata è quella descritta da Genant [9]. Il radiologo, una volta diagnosticata la natura osteoporotica della frattura vertebrale, esegue una valutazione visiva semiquantitativa dei radiogrammi del rachide, classificando le altezze vertebrali in normali o *border-line* e le fratture in lievi, moderate o gravi (*Tabella 1*). Questo metodo permette di raggiungere un'elevata concordanza di giudizio tra radiologi, dimostrandosi altamente riproducibile per la diagnosi delle fratture vertebrali. La precisione di questo metodo è tuttavia dipendente dall'esperienza del radio-













**FIGURA 1.**  
Fratture vertebrali multiple: collasso di T9;  
fratture biconcave di T10 e T11



**FIGURA 2.**  
Tipi di fratture vertebrali osteoporotiche: a) a cuneo; b) collasso; c) biconcava

**TABELLA 1. VALUTAZIONE SEMIQUANTITATIVA DELLE FRATTURE VERTEBRALI SECONDO GENANT**

Grado				Altezze vertebrali
0				Normali
0,5				Borderline
	<b>A cuneo</b>	<b>Biconcava</b>	<b>Collasso</b>	
1				Fratture lievi Riduzione del 20-25%
2				Fratture moderate Riduzione del 26-40%
3				Fratture gravi Riduzione superiore al 40%

logo e, comunque, diminuisce per l'identificazione delle fratture di grado lieve (*mild*). La diagnosi di queste lievi deformità vertebrali peraltro è molto importante, perché, pur essendo asintomatiche, sono comunque associate a riduzione della massa ossea e ad aumentato rischio di insorgenza di fratture vertebrali più gravi e sintomatiche [8].

### MORFOMETRIA VERTEBRALE

Al fine di rendere più obiettiva e riproducibile l'identificazione delle fratture vertebrali anche di grado lieve e asintomatiche viene utilizzata, da più di un decennio nella pratica clinica, la morfometria vertebrale, metodica di misurazione delle altezze (anteriore, centrale e posteriore) dei corpi vertebrali dei tratti dorsale e lombare del rachide.

Attualmente la morfometria vertebrale viene eseguita sulle immagini ottenute con apparecchio radiologico convenzionale, morfometria radiologica (MRX: *Morphometric X-ray Radiography*) oppure, più recentemente e solo in pochi centri specializzati per la diagnosi dell'osteoporosi, su quelle ottenute con apparecchio per densitometria DXA, morfometria assorbimetrica (MXA: *Morphometric X-ray Absorptiometry*).

#### Morfometria radiologica (MRX)

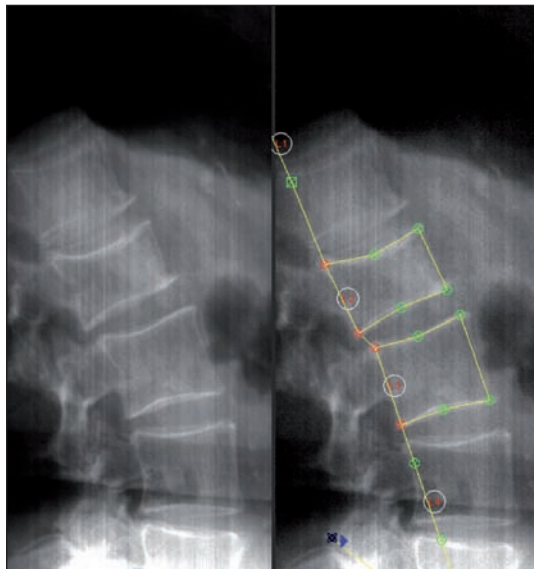
La MRX viene eseguita sulle immagini radiologiche dei segmenti toracico e lombare del rachide in proiezione laterale. La misura delle altezze vertebrali può essere manuale o computerizzata.

La prima si ottiene misurando, con l'ausilio di un apposito righello, le altezze di quella vertebra che visivamente sembra deformata (tale tecnica ha il vantaggio di essere facilmente applicabile nella pratica quotidiana, ma può risultare imprecisa, anche se eseguita da operatori esperti).

La misurazione computerizzata prevede la digitalizzazione mediante *scanner* delle radiografie del rachide e la successiva visualizzazione su *workstation* ad alta risoluzione. La necessità di limitare il più possibile gli errori operatore-dipendenti ha portato allo sviluppo di sistemi computer-assistiti. Quindi un *software* specifico permette dapprima un'elaborazione qualitativa delle immagini tendente a esaltare la visibilità delle limitanti vertebrali facilitando quindi il successivo posizionamento con il *mouse* da parte dell'operatore dei 6 punti su ciascuna vertebra da T4 a L4.

Una volta eseguita questa fase, il computer calcola le distanze tra i punti superiori e inferiori delle vertebre, cioè le altezze vertebrali e i rapporti tra di esse (*Figura 3*). I dati ottenuti vengono confrontati con quelli normali di una popolazione di riferimento inseriti nel programma. Quest'ultimo individua così, in base alla soglia di frattura prescelta, quale o quali vertebre siano fratturate [8, 10].

Affinché la MRX sia precisa è necessario che le radiografie siano eseguite in maniera corretta con adeguati parametri di esposizione. Per effettuare radiografie del rachide in proiezione laterale il paziente deve essere accuratamente posizionato in decubito laterale, in modo che per ciascuna vertebra sia visibile una sola limitante superiore e inferiore. Difficoltà nel posizionare correttamente il paziente possono derivare per esempio da obesità o scoliosi (angolo di Cobb > 15° nei radiogrammi acquisiti in antero-posteriore), condi-


**FIGURA 3.**

Morfometria vertebrale radiologica (MRX) computerizzata. Radiografia del rachide lombo-sacrale in proiezione laterale sulla cui immagine digitale è stata effettuata la misurazione delle altezze vertebrali che ha evidenziato una frattura biconcava di grado lieve del soma di L2

zioni che, nonostante l'uso di supporti correttivi, possono determinare una obliquità delle vertebre con doppia altezza posteriore.

Altre possibili fonti di errore sono: errata tecnica di esecuzione delle radiografie, errata identificazione dei livelli vertebrali, distorsione vertebrale dovuta alla geometria conica del fascio radiante ed errato posizionamento manuale dei 6 punti vertebrali [8, 11].

### Morfometria assorbimetrica (MXA)

La MXA prevede l'esecuzione della morfometria sulle immagini della colonna vertebrale ottenute mediante metodica DEXA (*Dual-Energy X-ray Absorptiometry*) con i modelli di apparecchi per densitometria di ultima generazione (*Figura 4*). Tali strumenti sono in grado di riprodurre in una singola immagine la colonna vertebrale dorsale e lombare in proiezione laterale, lasciando il paziente in posizione supina, grazie al movimento del tavolo e alla rotazione di 90° del sistema tubo radiogeno-rivelatori. Ottenuta l'immagine, un *software* specifico per la morfometria consente di identificare i livelli vertebrali e posiziona automaticamente i 6 punti per ciascuna vertebra da T4 a L4. Questo posizionamento automatico, non tenendo conto delle possibili variazioni morfologiche della colonna (scoliosi, anomalie vertebrali), richiede spesso l'intervento correttivo da parte dell'operatore. Terminata questa fase, il programma calcola le altezze vertebrali e i rapporti tra le altezze, dalla cui valutazione è possibile diagnosticare la presenza di fratture vertebrali [8, 10].

Possibili fonti di errore in MXA sono rappresentate da: una limitata risoluzione spaziale delle immagini, una limitata visualizzazione del rachide, un'elaborazione di immagini con elevato "rumore" o la presenza di scoliosi.

La MXA, rispetto alla MRX, ha il grande vantaggio della ridotta dose di radiazioni cui viene esposto il paziente durante l'esame (10-20 mSv vs 800-1200 mSv). L'immagine del rachide in proiezione laterale è acquisita lasciando il paziente in posizione supina ruotando il sistema tubo-rivelatori, il tutto in assenza della distorsione geometrica dell'immagine vertebrale e dell'ingrandimento dell'oggetto grazie alla geometria a ventaglio del fascio di raggi X [12, 13].



**FIGURA 4.** Analisi mediante morfometria vertebrale assorbimetrica (MXA) delle vertebre comprese tra T4-L4 in una donna osteoporotica di 65 anni. I risultati dimostrano due fratture vertebrali a cuneo: una frattura di grado lieve a carico del soma di T5 e una frattura moderata del soma di T12

### CONFRONTO TRA MRX E MXA

Entrambe le tecniche morfometriche sono dotate di una buona precisione. La MRX computerizzata, in virtù della maggiore risoluzione spaziale delle immagini, può raggiungere elevati livelli di precisione, purché le radiografie siano eseguite accuratamente secondo le procedure standardizzate.

Studi comparativi hanno dimostrato una buona correlazione della MXA con la MRX per l'identificazione delle fratture vertebrali, soprattutto per quelle di grado moderato e grave. Ne consegue che la scarsa visualizzazione del tratto toracico superiore del rachide nelle immagini usate nella MXA sembra non influire in maniera significativa sui dati riguardanti la prevalenza delle fratture vertebrali ottenuti con la MXA che risultano sovrapponibili a quelli ottenuti con la MRX.

Quindi la MXA, in considerazione della bassa dose di radiazioni erogata al paziente, potrebbe essere considerata la tecnica morfometrica da preferire rispetto alla MRX. In realtà si deve sottolineare che la morfometria, essendo un metodo quantitativo, non è in grado di distinguere deformità vertebrali osteoporotiche da quelle dovute ad altri fattori (anomalie congenite, acquisite o artefatti tecnici). Ovviamente non è assolutamente possibile ottenere questa diagnosi differenziale valutando le immagini della MXA a causa della loro bassa risoluzione spaziale. Al contrario, un'attenta lettura delle tradizionali immagini radiografiche ci può permettere di giungere a una diagnosi corretta della deformità vertebrale, prima di effettuare la morfometria [4, 14].



Quindi è da considerare che la MRX, nonostante la maggior dose di radiazioni, sia da preferire alla MXA per la diagnosi di prevalenza delle fratture vertebrali da osteoporosi. Una volta effettuata questa diagnosi, per il monitoraggio nel tempo del paziente a rischio di fratture da fragilità nonché per la diagnosi di incidenza delle fratture vertebrali, è preferibile utilizzare la MXA, sia per la bassa dose di esposizione sia per la maggior riproducibilità dovuta al più facile posizionamento del paziente [15-17].

### CONCLUSIONI

La diagnosi delle fratture vertebrali non dipende, a differenza di quella delle ossa lunghe, dalla visualizzazione della rima di frattura, ma dalla valutazione della deformità del corpo vertebrale. È quindi indispensabile una lettura preliminare dei radiogrammi da parte del medico radiologo al fine di escludere le varie cause di deformità vertebrale: congenite (vertebra a farfalla, displasia epifisaria), acquisite (malattia di Scheuermann) o da artefatti tecnici (proiezione laterale non corretta per errato posizionamento del paziente o per grave scoliosi). Da ciò la necessità di disporre di radiografie del rachide eseguite correttamente, secondo criteri standardizzati [8, 18].

Inoltre, per giungere alla diagnosi di deformità vertebrale di natura osteoporotica si devono poter escludere, con la collaborazione del medico clinico, le altre possibili cause patologiche (per esempio neoplasie) del coinvolgimento vertebrale, soprattutto nel caso di deformità medio-gravi. Dopo questa valutazione qualitativa preliminare dei radiogrammi, per poter considerare come fratture le deformità dei corpi vertebrali è necessaria una valutazione quantitativa, che si ottiene effettuando la morfometria vertebrale con tecnica radiologica e/o assorbimetrica. Tuttavia, in considerazione della migliorata risoluzione spaziale degli *scanner* DEXA di ultima generazione, della bassa dose di esposizione e della possibilità di valutare in contemporanea la densità minerale ossea (BMD), la MXA è stata proposta come metodica di primo livello in grado di classificare i pazienti come normali se tutte le vertebre sono visualizzate e risultano normali, viceversa è indicato eseguire la MRX se con la MXA non tutte le vertebre sono visualizzate e se sono identificate una o più deformità vertebrali.

Questo approccio permette l'identificazione del maggior numero di fratture vertebrali osteoporotiche, comprese quelle asintomatiche, in pazienti con bassi valori di BMD, migliorando la selezione dei candidati ai differenti trattamenti terapeutici [19].

## Bibliografia

1. Gehlbach SH, Burge RT, Puleo E, Klar J (2003) Hospital care of osteoporosis-related vertebral fractures. *Osteoporos Int* 14:53-60
2. Finnen HW, Sykes DP (2003) The hospital cost of vertebral fractures in the EU: estimates using national datasets. *Osteoporos Int* 14:429-436
3. O'Neill TW, Cockerill W, Matthis C et al (2004) Back pain, disability and radiographic vertebral fracture in European women: a prospective study. *Osteoporos Int* 15:760-765
4. Diacinti D, Guglielmi G, Tomei E et al (2001) Vertebral morphometry: evaluation of osteoporosis-caused fractures. *Radiol Med* 101:140-144
5. Link TM, Guglielmi G, van Kuijk C, Adams JE (2005) Radiologic assessment of osteoporotic vertebral fractures: diagnostic and prognostic implications. *Eur Radiol* 15:1521-1532
6. Ross PD (1997) Clinical consequences of vertebral fractures. *Am J Med* 103:S30-S43
7. Kado DM, Browner WS, Palermo L et al (1999) Vertebral fractures and mortality in older women: a prospective study. Study of Osteoporotic Fractures Research Group. *Arch Intern Med* 159:1215-1220
8. Guglielmi G, Diacinti D, van Kuijk C et al (2008) Vertebral morphometry: current methods and recent advances. *Eur Radiol* 18:1484-1496
9. Genant HK, Wu CY, van Kuijk C, Nevitt MC (1993) Vertebral fracture assessment using a semiquantitative technique. *J Bone Miner Res* 8:1137-1148
10. Guglielmi G, Palmieri F, Placentino MG et al (2009) Assessment of osteoporotic vertebral fractures using specialized workflow software for 6-point morphometry. *Eur J Radiol* 70:142-148
11. Guglielmi G, Stoppino LP, Placentino MG (2009) Reproducibility of a semi-automatic method for 6-point vertebral morphometry in a multi-centre trial. *Eur J Radiol* 69:173-178
12. Lewis MK, Blake GM (1995) Patient dose in morphometric X-ray absorptiometry (letter). *Osteoporos Int* 5:281-282
13. Njeh CF, Fuerst T, Hans D et al (1999) Radiation exposure in bone mineral density assessment. *Appl Radiat Isot* 50:215-236
14. Genant HK, Jergas M, Palermo L et al (1996) Comparison of semiquantitative visual and quantitative morphometric assessment of prevalent and incident vertebral fractures in osteoporosis. The Study of Osteoporotic Fractures Research Group. *J Bone Miner Res* 11:984-996
15. Rea JA, Li J, Blake GM et al (2000) Visual assessment of vertebral deformity by X-ray absorptiometry: a highly predictive method to exclude vertebral deformity. *Osteoporos Int* 11:660-668
16. Mazzuoli GF, Diacinti D, Acca M et al (1998) Relationship between spine bone mineral density and vertebral body heights. *Calcif Tissue Int* 62:486-490
17. Genant HK, Jergas M (2003) Assessment of prevalent and incident vertebral fractures in osteoporosis research. *Osteoporos Int* 14[Suppl. 3]:43-55
18. Diacinti D, Acca M, D'Erasmo E et al (1995) Aging changes in vertebral morphometry. *Calcif Tissue Int* 57:426-429
19. Kanis JA, Black D, Cooper C et al (2002) A new approach to the development of assessment guidelines for osteoporosis. *Osteoporos Int* 13:527-536