

La Radiologia Medica - Radiol Med 101: 140-144, 2001  
Edizioni Minerva Medica - Torino

## Morfometria vertebrale: valutazione delle fratture da osteoporosi

Daniele DIACINTI - Giuseppe GUGLIELMI\*\*  
Ernesto TOMEI - Emilio D'ERASMO  
Salvatore MINISOLA - Cristina VALENTINI\*  
Vincenzo DAVID\*

**Scopo.** Determinare la prevalenza delle fratture vertebrali da osteoporosi confrontando la lettura visiva dei radiogrammi con la loro valutazione quantitativa mediante la morfometria vertebrale computerizzata.

**Pazienti e metodi.** Su 473 donne in menopausa pertinenti al nostro Centro per l'Osteoporosi sono state eseguite radiografie del rachide dorsale e lombare e la densitometria lombare con tecnica DXA. La diagnosi di osteoporosi è stata effettuata secondo i criteri della World Health Organization (WHO). Le radiografie sono state dapprima valutate visivamente da due radiologi e la diagnosi di frattura vertebrale è stata basata sul giudizio concorde di entrambi i radiologi. Quindi le radiografie sono state digitalizzate e con l'ausilio di uno specifico software è stata eseguita la morfometria vertebrale, calcolando automaticamente le altezze vertebrali ed i loro rapporti. Come soglia di frattura è stata considerata una riduzione di 4 mm (20%) di una delle tre altezze vertebrali rispetto ai corrispondenti valori normali di donne fertili.

**Risultati.** Alla lettura dei radiogrammi sono risultate fratturate 45/473 (9.5%) donne, mentre la morfometria ne ha rivelate 65/473 (13.7%); la differenza è risultata statisticamente significativa ( $p < 0.001$ ). Il numero delle donne con fratture vertebrali aumenta progressivamente con l'età, raggiungendo la massima percentuale, 26,3% visivamente e 36,8% morfometricamente, nel gruppo di 75-80 anni. 34 donne fratturate sono risultate osteoporotiche alla densitometria; le altre 11 fratturate secondo la lettura dei due radiologi e le altre 31 fratturate secondo la morfometria avevano osteopenia.

**Conclusioni.** Questo studio ha dimostrato che la morfometria vertebrale permette di identificare un maggior numero di fratture rispetto alla lettura radiologica, con una differenza statisticamente significativa. Quindi per ottenere una diagnosi corretta delle fratture vertebrali da osteoporosi è ormai necessario utilizzare la morfometria vertebrale, metodica che dovrebbe sempre affiancare la densitometria nella valutazione del paziente osteoporotico.

**PAROLE CHIAVE:** Fratture vertebrali - Osteoporosi postmenopausale - Fratture vertebrali, radiografie - Fratture vertebrali, morfometria.

### Vertebral morphometry: assessment of osteoporotic fractures

**Purpose.** To compare visual reading of spine radiographs and quantitative morphometric approach for assessing the prevalence of vertebral fractures in postmenopausal osteoporosis.

**Material and methods.** In 473 postmenopausal women afferent to our Centre of Osteoporosis under-went lateral thoracic and lumbar spine radiograph to identify vertebral fractures and dual energy X-ray absorptiometry (DXA) to measure bone mineral density (BMD) of the lumbar spine (L1-L4). Osteoporosis was defined according to the World Health Organization (WHO) guidelines. To identify vertebral fractures the radiographs were visually analyzed by two radiologists; a woman was judged as fractured only if both readers independently found at least one vertebral fracture on her films. Then the spine radiographs were digitized by means of a scanner to perform quantitative vertebral morphometry (QVM) using specific software. An expert operator manually located the calipers on the vertebral bodies from T4 to L5 and the computer automatically calculated the anterior, middle and posterior vertebral heights and their ratios. A vertebral fracture was defined by morphometry as a reduction by at least 20%, with an absolute decrease of at least 4 mm, in one of three height ratios of any vertebral body compared to the corresponding reference ratio for fertile women.

**Results.** Visual reading by radiologists detected 9.5% (45/473) women with vertebral fractures and QVM detected 13.7% (65/473) with statistical significance ( $p < 0.001$ ). In the 75-80 years age group the prevalence of vertebral fractures reaches the maximum value, 26.3% by visual reading and 36.8% by QVM. Among fractured women, 34 were osteoporotic by DXA; 11 women found fractured by visual reading and 21 by QVM were osteopenic women, with bone mineral densities between -1 and -2.5 SD of the T-score.

**Conclusion.** This study showed that quantitative assessment of spine radiographs by vertebral morphometry is an objective method that allows to identify a larger number of vertebral fractures compared to visual inspection. This is very important not only for epidemiological studies, but also for clinical use because a previous vertebral fracture increases the risk of subsequent fractures significantly. Therefore, to improve the risk assessment of vertebral fractures for osteoporotic patients it is necessary to combine the use of QVM and BMD.

**KEY WORDS:** Vertebral fractures - Postmenopausal osteoporosis - Vertebral fractures, radiographs - Vertebral fractures, morphometry.

## Introduzione

Le fratture vertebrali sono le più comuni tra tutte le fratture osteoporotiche rappresentando un grave problema di salute pubblica, con elevati costi medico-sociali [3, 6, 27,

32, 37]. La diagnosi delle fratture vertebrali è richiesta al Radiologo sia negli studi clinici tendenti a valutare l'efficacia dei diversi presidi terapeutici [5, 17, 31] sia negli studi epidemiologici per identificare fattori di rischio di frattura e sviluppare strategie preventive [19, 35]. A fronte della

Dipartimento di Scienze Cliniche - \*Dipartimento di Medicina Sperimentale e Patologia - Università degli Studi di Roma La Sapienza - Roma - \*\*Dipartimento di Radiologia - IRCCS Casa Sollievo e Cura della Sofferenza - San Giovanni Rotondo (Foggia).

Pervenuto alla Redazione il 19.12.2000; revisionato il 27.12.2000; accettato per la pubblicazione il 27.12.2000.

Indirizzo per la richiesta di estratti: Dott. D. Diacinti - Policlinico Umberto I - Dipartimento di Scienze Cliniche - Viale del Policlinico 155 - 00161 Roma - Tel. 06/49970911 - Fax 06/49970524 - E-mail: daniele.diacinti@uniroma1.it

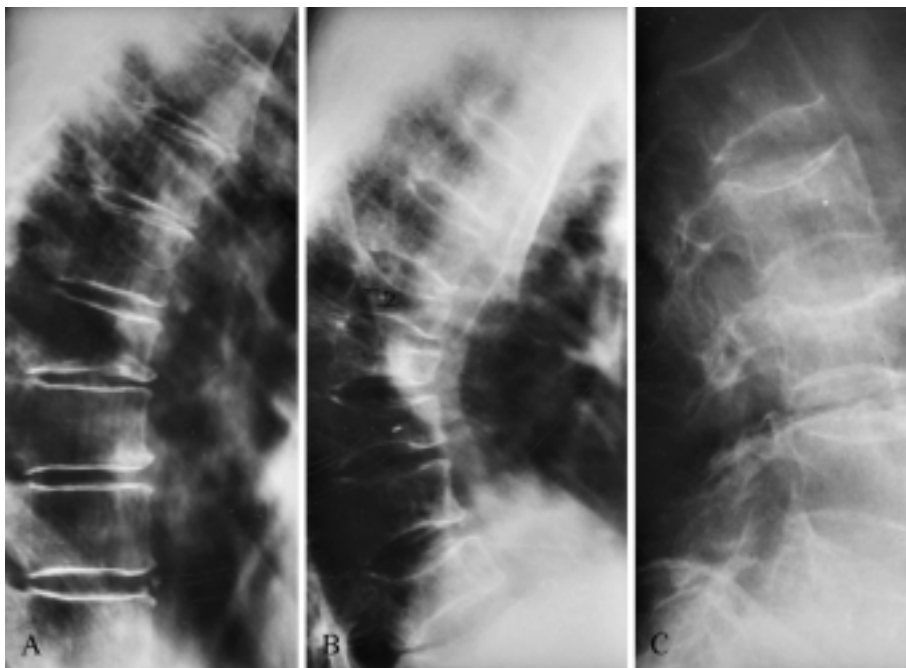


Fig. 1. — Tipi di fratture vertebrali osteoporotiche: A) a cuneo; B) collasso; C) biconcavità.  
Types of osteoporotic vertebral fractures: A) wedging; B) crushing; C) biconcavity.

necessità di fornire una corretta diagnosi delle fratture vertebrali, sta la difficoltà che potrebbe incontrare il Radiologo 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 deformazioni del corpo vertebrale in assenza di un'evidente rima di frattura [38]. A seconda dell'altezza vertebrale ridotta, si distinguono tre tipi di deformazioni, a cuneo, biconcava o collasso totale (fig. 1). Si consideri, inoltre, che tali deformazioni sono spesso di grado lieve, asintomatiche e non correlate ad un evento traumatico determinante e quindi la loro identificazione come fratture da osteoporosi può spesso generare disaccordo tra due o più radiologi [16].

Per questo è stata introdotta ormai da un decennio in Centri Specialistici per lo Studio dell'Osteoporosi la morfometria vertebrale, metodica che, basata sulla misura delle altezze dei corpi vertebrali, fornisce una valutazione quantitativa e quindi oggettiva delle fratture vertebrali [8, 11, 28, 29, 36]. Scopo di questo studio è stato quello di valutare la prevalenza delle fratture vertebrali in una popolazione di donne in menopausa confrontando il metodo tradizionale della lettura dei radiogrammi con la loro valutazione quantitativa ottenibile con la morfometria vertebrale.

## Materiale e metodi

Lo studio è stato condotto su un campione locale di 473 donne in menopausa (età 46-80 anni; età media  $66 \pm 10$ ) afferenti al nostro Centro per lo Studio dell'Osteoporosi. In tutte le donne sono state eseguite radiografie del rachide dorsale e lombare in proiezione laterale, utilizzando sempre lo stesso tubo radiogeno (DFP=cm 115) e con l'incidenza del raggio centrale su T7 e su L3.

Le radiografie sono state dapprima valutate separatamente da due radiologi: una vertebra è stata considerata fratturata sulla base del giudizio concorde di entrambi i radiologi.

Successivamente sui radiogrammi digitalizzati mediante scanner è stata effettuata la morfometria vertebrale di 14 corpi vertebrali, da T4 a L5, secondo uno specifico software, già precedentemente descritto [9]. Per la diagnosi di frattura vertebrale è stato utilizzato il criterio della riduzione di una delle tre altezze vertebrali di mm 4 (20%) rispetto ai corrispondenti valori normali ottenuti da una popolazione di riferimento, composta di donne fertili [25]. Una volta misurate le altezze vertebrali, il software confronta i valori della colonna vertebrale in esame con quelli di riferimento precedentemente inseriti nel computer discriminando così, sulla base della soglia di frattura scelta, le vertebre fratturate da quelle normali. In tutte le donne in studio è stata eseguita la densitometria ossea lombare (LS-BMD) con metodica a raggi X (DXA) usando apparecchio Hologic 4500 Plus (Hologic Inc., Waltham, USA). La diagnosi di osteoporosi è stata effettuata secondo i criteri del World Health Organization (WHO) elencati in tabella I.

## Risultati

In figura 2 sono riportati i risultati delle valutazioni visiva e morfometrica sulla prevalenza delle donne con fratture vertebrali nella popolazione da noi studiata suddivisa in gruppi di età.

La lettura dei radiogrammi ha trovato concordi i due radiologi nel considerare fratturate 45/473 (9,5%) donne, mentre con la morfometria sono risultate fratturate 65/473 (13,7%) donne, cioè 20 donne in più rispetto all'esame visivo. Di queste 20, in 10 c'era stato disaccordo tra i due radiologi,

TABELLA I. — Diagnosi densitometrica di massa ossea in T-score (WHO).

*Densitometric diagnosis of bone mass by T-score (WHO).*

T-score	Diagnosi
>-1 SD	Normale
Da -1 a -2,5 SD	Osteopenia
<2,5 SD	Osteoporosi
<2,5 SD con frattura ossea	Osteoporosi complicata

mentre le restanti 10 erano state considerate non fratturate da entrambi i radiologi.

La differenza tra la percentuale di donne risultate fratturate con la lettura radiologica e quella ottenuta con la valutazione morfometrica è statisticamente significativa ( $p < 0,001$ ).

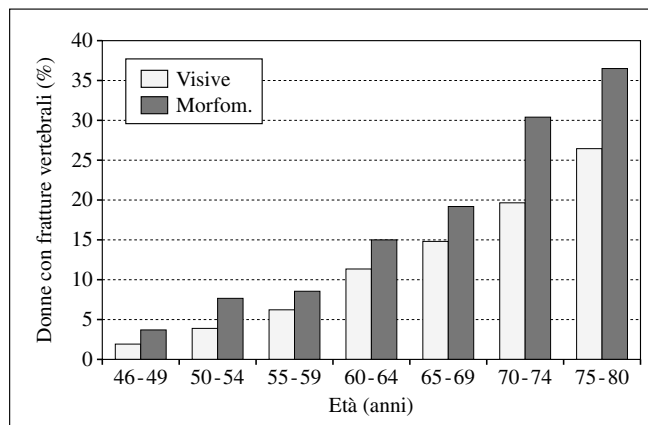
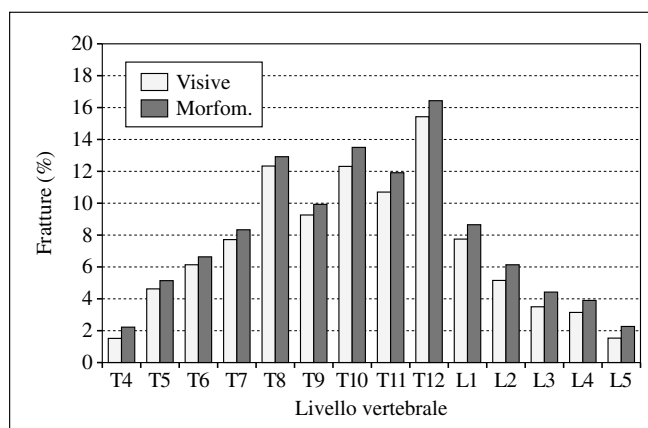
Con entrambe le metodiche la prevalenza delle donne con fratture vertebrali è risultata aumentare progressivamente con l'età, raggiungendo la massima percentuale, 26,3% all'esame visivo e 36,8% con la morfometria, nel gruppo di donne più anziane (75-80 anni) da noi studiate.

Delle 45 donne giudicate fratturate con la lettura dei radiogrammi, 34 sono risultate osteoporotiche con la densitometria lombare. Le altre 11 donne fratturate visivamente e le 31 donne definite fratturate con la morfometria avevano massa ossea ridotta nei limiti dell'osteopenia, secondo la definizione della WHO.

In figura 3 è rappresentata la distribuzione percentuale delle fratture per livello vertebrale considerando che 15 donne all'esame visivo e 19 donne alla morfometria avevano fratture vertebrali multiple. In totale, quindi, le vertebre fratturate sono risultate 65 visivamente e 90 morfometricamente.

## Conclusioni

La diagnosi delle fratture vertebrali non dipende, a differenza delle ossa lunghe, dalla visualizzazione della rima di frattura, ma dalla valutazione della deformazione del corpo vertebrale. È quindi indispensabile una preliminare lettura dei radiogrammi da parte del Medico Radiologo al fine di escludere le varie cause di deformazione vertebrale, congenite (la vertebra a farfalla, la displasia epifisaria) o acquisite, come la malattia di Scheuermann o da artefatti tecnici, quali la proiezione laterale non corretta per errato posizionamento del paziente o per grave scoliosi (angolo di Cobb > 15°). Da ciò la necessità di avere radiografie del rachide eseguite correttamente, secondo criteri standardizzati [23]. Inoltre, per giungere alla diagnosi di deformazione vertebrale di natura osteoporotica si devono poter escludere, con la collaborazione del Medico Clinico, le altre possibili cause patologiche (ad es. neoplasie) del coinvolgimento vertebrale, soprattutto nel caso di deformazioni medio-gravi. Dopo questa valutazione qualitativa preliminare dei radiogrammi, per poter considerare come «fratture» le «deformazioni» dei corpi vertebrali è necessaria una valutazione quantitativa che si ottiene effettuando la morfometria vertebrale. Pertanto, la diagnosi di frattura vertebrale osteoporotica è basata sull'accertamento della riduzione di una o più altezze vertebrali

Fig. 2. — Prevalenza di donne post-menopausali con fratture vertebrali. *Prevalence of postmenopausal women with vertebral fractures.*Fig. 3. — Percentuale delle fratture a seconda del livello vertebrale. *Percentage of fractures versus vertebral level.*

li oltre un determinato valore, scelto come «soglia di frattura» [21]. Considerando che spesso le deformazioni vertebrali osteoporotiche sono di grado lieve e che l'entità della riduzione rispetto ai valori normali delle altezze vertebrali necessaria per superare la soglia di frattura è piccola (4 mm), appare evidente la necessità di utilizzare la morfometria per ottenere una diagnosi corretta delle fratture vertebrali (fig. 4).

In questo studio abbiamo dimostrato come la valutazione morfometrica sia in grado di riconoscere un maggior numero di fratture vertebrali rispetto alla lettura radiologica, con una differenza statisticamente significativa ( $p < 0,001$ ). Questo dato non ha solo un significato statistico ai fini puramente epidemiologici, bensì riveste una notevole importanza nella pratica clinica quotidiana. Infatti è noto che la presenza di una frattura vertebrale anche lieve aumenta di 4-5 volte il rischio di una nuova frattura vertebrale e raddoppia il rischio di frattura del collo del femore, indipendentemente dall'età e dalla massa ossea [21, 34]. Inoltre anche il numero e la gravità delle fratture vertebrali preesistenti contribuiscono ad aumentare il rischio per ulteriori fratture non solo a carico del rachide, ma anche in altri siti scheletrici.

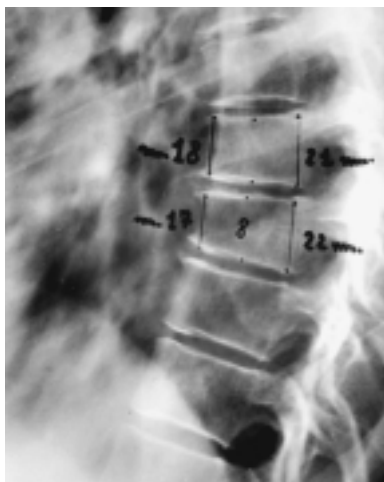


Fig. 4. — Frattura a cuneo anteriore di T8 per riduzione dell'altezza anteriore oltre 4 mm rispetto alla altezza posteriore. Deformazione di T7 per lieve riduzione di 3 mm dell'altezza anteriore.

*Wedging of T8 with reduction >4 mm of anterior height (with respect to posterior height). Deformity of T7 with a mild reduction (3 mm) of anterior height.*

Per esempio la presenza di 3 fratture vertebrali aumenta di 11 volte il rischio di sviluppare una nuova frattura vertebrale e di 3 volte il rischio di frattura di femore [7, 21]. Infine la presenza di una frattura vertebrale aumenta la velocità di insorgenza di una nuova frattura vertebrale che può formarsi nell'arco di 12 mesi con un rischio del 20% [1]. Considerando che oggi esistono farmaci in grado di prevenire l'insorgenza di ulteriori, spesso più gravi, fratture [5, 10], è evidente la grande rilevanza clinica che può assumere il riconoscere o meno come frattura una deformazione anche lieve di una vertebra.

Alcuni autori [30] sostengono che la definizione quantitativa delle fratture vertebrali così come viene ottenuta con

la morfometria vertebrale comprenda un elevato numero di falsi positivi, in quanto considera fratture tutte le deformazioni vertebrali che abbiano superato un certo valore soglia. A tal proposito studi comparativi sulla prevalenza ed incidenza delle fratture vertebrali [2, 14, 15] hanno dimostrato che può essere migliorata la specificità della diagnosi radiologica delle fratture vertebrali se la morfometria viene preceduta dalla interpretazione visiva e semiquantitativa dei radiogrammi da parte del radiologo. Nel nostro studio abbiamo seguito questo iter diagnostico con il risultato che le 20 donne definite fratturate solo con la morfometria, pur non essendo osteoporotiche, avevano comunque una massa ossea ridotta al livello di osteopenia, e quindi erano da considerare a rischio per l'insorgenza di fratture, che in realtà avevano già, sia pure con l'aspetto di deformazioni vertebrali di grado lieve.

In conclusione la morfometria vertebrale dovrebbe essere sempre affiancata alla densitometria per valutare il rischio di frattura da osteoporosi in donne in menopausa. Infatti, se è vero che la riduzione della massa ossea è il maggior fattore di rischio per le fratture vertebrali, è anche noto [13, 18, 26] che non tutte le donne fratturate sono osteoporotiche secondo i criteri della WHO. Anche nel nostro studio, infatti, solo 34/65 donne fratturate, pari al 52,3%, sono risultate osteoporotiche alla densitometria lombare. Attualmente gli strumenti per densitometria di ultima generazione sono in grado di fornire, con dose di esposizione estremamente bassa (<10 Sv), immagini del rachide dorsale e lombare, che, pur avendo una risoluzione inferiore a quella delle radiografie, possono, tuttavia, essere utilizzate per effettuare la morfometria vertebrale con buona precisione [4, 12, 24, 33]. L'uso di queste apparecchiature non esclude, comunque, la necessità di eseguire, almeno una volta nella donna in menopausa, le radiografie del rachide, la cui lettura da parte del Medico Radiologo rappresenta tuttora la prima ed irrinunciabile tappa nell'iter diagnostico delle fratture vertebrali da osteoporosi, così come raccomandato dalle linee guida internazionali [20] per la valutazione del paziente con osteoporosi.

## Bibliografia

- Black DM, Arden NK, Palermo L e Coll: Prevalent vertebral fractures predict hip fractures and new vertebral fractures but not wrist fractures. Study of Osteoporotic Fractures Research Group. *J Bone Miner Res* 14: 821-828, 1999.
- Black DM, Palermo L, Nevitt MC e Coll: Comparison of methods for defining prevalent vertebral deformities: the study of osteoporotic fractures. *J Bone Miner Res* 10: 890-902, 1995.
- Cooper C: Epidemiology of vertebral fractures in western populations. *Spine* 8: 1-11, 1995.
- Crabtree N, Wright J, Walgrove A e Coll: Vertebral Morphometry: repeat scan precision using the Lunar Expert-XL and the Hologic 4500 A. A study for the 'WISDOM' RCT of hormone replacement therapy. *Osteoporos Int* 11: 537-543, 2000.
- Cummings SR, Black DM, Thompson DE e Coll: Effect of alendronate on risk of fracture in women with low bone density but without vertebral fractures: results from the Fracture Interventional Trial. *Jama* 280: 2077-2082, 1998.
- Davies KM, Stegman MR, Heaney RP e Coll: Prevalence and severity of vertebral fracture: The Saunders County Bone Quality Study. *Osteoporos Int* 6: 160-165, 1996.
- Davis JW, Grove JS, Wasnich RD e Coll: Spatial relationships between prevalent and incident spine fractures. *Bone* 24: 261-264, 1999.
- Diacinti D, Acca M, D'Erasmus E e Coll: Aging changes in vertebral morphology. *Calcif Tissue Int* 57: 426-429, 1995.
- Diacinti D, Acca M, Tomei E: Metodica di radiologia digitale per la valutazione dell'osteoporosi vertebrale. *Radiol Med* 91: 1-5, 1995.
- Ensrud K, Black D, Mitlak BH e Coll: Reduction of vertebral fractures risk in postmenopausal women with osteoporosis treated with raloxifene: results from a 3-year randomized clinical trial. *Jama* 282: 637-645, 1999.
- Evans SF, Nicholson PHF, Haddaway MJ e Coll: Vertebral morphometry in women aged 50-81 years. *Bone Miner* 21: 29-40, 1993.
- Ferrar L, Jiang G, Barrington NA e Coll: Identification of vertebral deformities in women: comparison of radiological assessment and quantitative morphometry using morphometric radiography and morphometric X-ray absorptiometry. *J Bone Miner Res* 15: 575-585, 2000.
- Guglielmi G, Cammisà M, De Serio A e Coll: Phalangeal US velocity discriminates between normal and vertebrally fractured subjects. *Eur Radiol* 9: 1632-1637, 1999.
- Genant HK, Wu CY, van Kuijk C e Coll: Vertebral fracture assessment using a semiquantitative technique. *J Bone Miner Res* 8: 1137-1148, 1993.
- Genant HK, Jergas M, Palermo L e Coll: Comparison of semiquantitative visual and quantitative morphometric assessment of prevalent and incident vertebral fractures in osteoporosis. *J Bone Miner Res* 11: 984-996, 1996.
- Hedlund LR, Gallagher JC: Vertebral morphometry in diagnosis of spinal fractures. *Bone Miner* 5: 59-67, 1988.
- Hochberg MC, Ross PD, Black D e Coll: Larger increases in bone mineral density during alendronate therapy are associated with a lower risk of new vertebral fractures in women with postmenopausal osteoporosis. *Fracture Interventional Trial Research Group. Arthritis Rheum* 42: 1246-1254, 1999.
- Huarif C, Ross PA, Yates AJ e Coll: Prediction of fractures risk by radiographic absorptiometry and quantitative ultrasound: a prospective study. *Calcif Tissue Int* 63: 380-384, 1998.
- Kanis JA, Geusens P, Christiansen C: Guidelines for clinical trials in osteoporosis. A position paper of the European Foundation for Osteoporosis and Bone Disease. *Osteoporos Int* 1: 182-188, 1991.
- Kanis JA, Delmas P, Burckhardt P e Coll: Guidelines for diagnosis and management of osteoporosis. The European Foundation for Osteoporosis and Bone Disease. *Osteoporos Int* 7: 390-406, 1997.
- Kleerekoper M, Nelson DA: Vertebral fracture or vertebral deformity? *Calcif Tissue Int* 50: 5-6, 1992.
- Kotowicz MA, Melton LJ III, Cooper C e Coll: Risk of hip fracture in women with vertebral fracture. *J Bone Miner Res* 9: 599-605, 1994.
- Jergas M, San Valentin R: Techniques for the assessment of vertebral dimensions in quantitative morphometry, pag.

- 163-188. In: Genant HK, Jergas M, van Juijk C (eds) Vertebral fracture in osteoporosis. Radiology Research and Education Foundation, San Francisco, 1995.
- 24) Lewis MK, Blake GM: Patient dose in morphometric X-ray absorptiometry (letter). *Osteoporos Int* 5: 281-282, 1995.
- 25) Liberman UA, Weiss SR, Broll J e Coll: Effect of oral alendronate on bone mineral density and the incidence of fractures in postmenopausal osteoporosis. *N Engl J Med* 333: 1437-1443, 1995.
- 26) Mazzuoli GF, Diacinti D, Acca M e Coll: Relationship between spine bone mineral density and vertebral body heights. *Calcif Tissue Int* 62: 486-490, 1998.
- 27) Melton LJ III: History of the Rochester epidemiology Project. *Mayo Clin Proc* 71: 266-274, 1996.
- 28) Minne HW, Leidig C, Wuster CHR e Coll: A newly developed spine deformity index (SDI) to quantitative vertebral crush fractures in patients with osteoporosis. *Bone Miner* 3: 335-349, 1998.
- 29) National Osteoporosis Foundation Working Group on Vertebral Fractures: Report assessing vertebral fractures. *J Bone Miner Res* 10: 518-523, 1995.
- 30) Nelson DA, Kleerekoper M, Peterson EL: Reversal of vertebral deformities in osteoporosis: measurement error or "rebound"? *J Bone Miner Res* 9: 977-982, 1994.
- 31) Nevitt MC, Ross PD, Palermo L e Coll: Association of Prevalent Vertebral Fractures, Bone Density, and Alendronate Treatment with Incident Vertebral Fractures: Effect of number and spinal location of fractures. *Bone* 25: 613-619, 1999.
- 32) O'Neill TW, Felsenberg D, Varlow J e Coll: The prevalence of vertebral deformity in European men and women: The European Vertebral Osteoporosis Study. *J Bone Miner Res* 11: 1010-1018, 1996.
- 33) Rea JA, Chen MB, Li J e Coll: Morphometry X-ray absorptiometry and morphometric radiography of the spine: a comparison of prevalent vertebral deformity identification. *J Bone Miner Res* 15: 564-574, 2000.
- 34) Ross PD, Davis JW, Epstein RS e Coll: Preexisting fractures and bone mass predict vertebral fracture incidence in women. *Ann Intern Med* 114: 919-923, 1991.
- 35) Samelson EJ, Hannan MT, Felson DT e Coll: Risk factors for incidence of vertebral fracture in men and women: 25-year follow-up results from the Framingham Osteoporosis Study. *J Bone Miner Res* 14 (S1): S147, 1999.
- 36) Smith-Bindman R, Cummings SR, Steiger P e Coll: A comparison of morphometric definitions of vertebral fracture. *J Bone Miner Res* 6: 25-34, 1991.
- 37) Wasnich RD: Vertebral fracture epidemiology. *Bone* 18 (Suppl. 3): 179-183, 1996.
- 38) Ziegler R, Scheidt-Nave C, Leidig-Bruckner G: What is a vertebral fracture? *Bone* 18 (3S): 169-177, 1996.

*Dott. D. Diacinti  
Policlinico Umberto I  
Dipartimento di Scienze Cliniche  
Viale del Policlinico 155  
00161 Roma RM  
Tel. 06/49970911  
Fax 06/49970524  
E-mail: daniele.diacinti@uniroma1.it*