

University of Groningen

Physiotherapeutische Interventionen bei Osteoporose

Swanenburg, J.; Mulder, T.W.; de Bruin, E.; Uebelhart, D.

Published in:
Zeitschrift für Rheumatologie

IMPORTANT NOTE: You are advised to consult the publisher's version (publisher's PDF) if you wish to cite from it. Please check the document version below.

Document Version
Publisher's PDF, also known as Version of record

Publication date:
2003

[Link to publication in University of Groningen/UMCG research database](#)

Citation for published version (APA):

Swanenburg, J., Mulder, T. W., de Bruin, E., & Uebelhart, D. (2003). Physiotherapeutische Interventionen bei Osteoporose. *Zeitschrift für Rheumatologie*, 65, 522-526.

Copyright

Other than for strictly personal use, it is not permitted to download or to forward/distribute the text or part of it without the consent of the author(s) and/or copyright holder(s), unless the work is under an open content license (like Creative Commons).

Take-down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

Downloaded from the University of Groningen/UMCG research database (Pure): <http://www.rug.nl/research/portal>. For technical reasons the number of authors shown on this cover page is limited to 10 maximum.

J. Swanenburg
T. Mulder
E.D. de Bruin
D. Uebelhart

Physiotherapeutische Interventionen bei Osteoporose

Physiotherapy interventions in osteoporosis

Eingegangen: 20. August 2003
Akzeptiert: 17. September 2003

MSc PT Jaap Swanenburg (✉)
Department of Rheumatology
and Institute of Physical Medicine
University Hospital Zürich
Gloriastraße 25
8091 Zürich/Switzerland
Tel.: +41/12 55 24 91
E-Mail: jaap.swanenburg@usz.ch

PHD Theo Mulder
Institute of Human Movement Sciences
University of Groningen the Netherlands
P.O. Box 196
A. Deusinglaan 191 13 AV
9700 AD Groningen/The Netherlands

PHD Eling D. de Bruin
Institute for Human Movement Sciences
Swiss Federal Institute of Technology
Wagistraße 4
8952 Schlieren/Switzerland

MD Daniel Uebelhart
Department of Rheumatology
and Institute of Physical Medicine
University Hospital Zürich
Gloriastraße 25
8091 Zürich, Switzerland

■ **Zusammenfassung** Osteoporose ist ein zunehmendes Gesundheitsproblem welches durch ein erhöhtes Frakturrisiko die Lebensqualität vermindert. Physiotherapeuten haben hier Aufgaben in der Prävention und der Behandlung zu erfüllen. Die Sturzprophylaxe ist ein Hauptelement der physiotherapeutischen Maßnahmen zur Vorbeugung von Frakturen bei älteren Patienten mit Osteoporose. Trainingsprogramme mit den Elementen Kraft und Balance haben eine positive Wirkung auf das Sturzrisiko. Eine Abnahme des Sturzrisikos hat eine Verringerung der Anzahl Frakturen zufolge, was ein entscheidender Beitrag zur Kostendämpfung im Gesundheitswesen ist. Bei einer Fraktur kann dem Patienten in der Rehabilitation mit passiven und aktiven Maßnahmen geholfen werden. Auch eine sekundäre Sturzprophylaxe ist angebracht, um weitere zukünftige Frakturen zu verhindern. Eine gute Aufklärung bezüglich Prävention der Osteoporose kann das Verhalten der Patienten verändern. Um dieses Ziel optimal zu erreichen sind physiotherapeutische Maßnahmen enorm wichtig

■ **Summary** Osteoporosis is an increasing public health problem which ultimately causes fractures and a significant reduction in pa-

tient's health-related quality of life. In this context, physiotherapists are involved in a wide range of therapies related both to prevention and treatment of osteoporosis. The reduction of the risk of falling by elderly patients with osteoporosis is a very important goal for physiotherapists because it is known to significantly decrease fracture incidence. Indeed, exercise programs including elements of muscle strengthening and better body balance control have a positive effect on the risk of falling, hence reducing the incidence of fractures and increasing the health-related quality of life of osteoporotic patients. As a further consequence, the decreased fracture incidence has a key roll in reducing healthcare costs. Once a patient presents with an osteoporotic fracture, he may be assisted with various forms of passive, active-assisted and active therapies. This treatment will help reduce pain, increase patient's mobility and prevent the occurrence of additional fractures. In addition, a good and well-balanced education process regarding secondary osteoporosis prevention may also help to modify the behavior of patients and help to improve skeletal health in the longer term. The physiotherapist has definitively a major role to play in the interdisciplinary

team aimed at preventing osteoporotic fractures in both primary and secondary prevention levels.

■ Schlüsselwörter

Rehabilitation – Osteoporose – Sturzprophylaxe – Physiotherapie – Training

■ Key words

Osteoporosis – rehabilitation – prevention of falling – physiotherapy – physical training

Einführung

Osteoporose (OP) ist eine regelrechte Volkskrankheit und stellt ein großes Problem dar. Sie geht mit einer hohen Zahl von Krankheitsfällen, hoher Sterblichkeitsrate und einer großen Belastung für die Volkswirtschaft einher. Die geschätzten Gesamtkosten von OP Frakturen in Großbritannien übersteigen £ 900 Millionen pro Jahr für Personen mit einem Alter über 50 Jahren. Den größten Anteil an diesen Kosten haben Hüftfrakturen [9]. In der Schweiz verursachen Hüftfrakturen ca. 175 000 Krankenhaustage pro Jahr [3]. Die durchschnittlichen medizinischen Einzelkosten in der Schweiz einer einzigen Hüftfraktur werden auf Euro 39 000 bis Euro 49 000 geschätzt [29].

Entscheidende Risikofaktoren für Brüche bei älteren Menschen im Zusammenhang mit einer diagnostizierten OP sind fortgeschrittenes Alter, eine verminderte Körpermassezahl (BMI), verminderte Muskelmasse und -stärke und neurologische Erkrankungen, die mit einem erhöhten Sturzrisiko einhergehen. Ferner ist die Einnahme bestimmter Medikamente, wie. z. B. Schlaftabletten, Hüftfrakturen in der Familiengeschichte sowie ein verminderter Mineralgehalt der Knochen (BMD) als Risikofaktor dokumentiert [15].

Allgemein liegt die Rolle von Bewegungstraining bei OP in der Möglichkeit 1) Knochenmasse zu erhalten oder seinen Altersbedingten Verlust zu reduzieren und 2) in der Erhaltung von Muskelkraft und Haltungsvermögen damit das Sturzrisiko kleiner wird [1].

Die meisten älteren Menschen erfahren mit zunehmendem Alter zumindest eine gewisse Einschränkung des physiologischen Gleichgewichts und der Bewegungskontrolle [16, 35]. Haltung, Gleichgewicht und Gang halten den Körper in einer aufrechten Position und ermöglichen es dem Patienten sich in guten Abläufen zu bewegen, was Stürzen vorbeugt. Es konnte gezeigt werden, dass die Fähigkeit das Gleichgewicht zu halten ein guter Indikator für das Sturzrisiko bei älteren Menschen ist [21]. Eine weitere vielversprechende Maßnahme gegen Osteoporose und die mit ihr verbundenen Probleme liegt in der Ernährung. Hochdosierte Vitamin-D-Präparate mit oder ohne Kalzium scheinen das Bruchrisiko wirksam zu reduzieren. Um die Rentabilität von Präparaten mit Vitamin D und Kalzium zu bewerten, sind aber noch größere Untersuchungen notwendig [22].

Kombinierte Gymnastik- und Ernährungsmaßnahmen können sich möglicherweise gegenseitig sogar noch in ihrer Wirkung verstärken. Eine niedrige Eiweißaufnahme trägt zum Auftreten von osteoporotischen Brüchen bei, indem sie die Knochenmasse und -dichte verringert und die Muskelmasse und -stärke ändert [25]. Falsche Eiweißernährung ist unter älteren Menschen weit verbreitet [28]. Außerdem ist sicher nachgewiesen, dass chronisch niedrige Kalziumaufnahme und Vitamin-D-Mangel wichtige Kofaktoren sind, die zu sekundärem Hyperparathyreoidismus und verstärkter Knochenresorption führen. Beides sind Probleme, die mit einem erhöhten Auftreten von Osteoporose und Brüchen bei älteren Menschen signifikant in Zusammenhang gebracht werden [22].

Physiotherapeutische Beurteilung

Therapeuten sollten sich der Sturzrisiken, aber auch der Risikofaktoren der Osteoporose bewusst sein. Eine größere Neigung zum Sturz führt zu einem vergrößerten Frakturrisiko [23]. Zusätzlich treten Stürze bei einem Alter über 65 häufiger auf [13]. Viele dieser Risikofaktoren sind schon bekannt [17] (Tab. 1).

Eine komplette physische und subjektive Beurteilung ist notwendig, um daraus die bestmögliche individuelle Therapie abzuleiten. Diese muss das Alter des Patienten, die Werte der Knochendichte (Dexa), andere Pathologien und den funktionellen Status berücksichtigen. Wichtige Elemente sind: Muskelkraft, Balance, Ausdauer, Haltung, Beweglichkeit, aerobe Kapazität und Schmerz [7].

Tab. 1 Risikofaktoren des Sturzes bei Osteoporose

- Alter
- Geschlecht
- Inaktivität
- Sturzanamnese
- Medizinische Faktoren
- Schlechtes Sehvermögen
- Sensibilitätsstörungen
- Muskelschwäche
- Verzögerte Reaktion
- Gleichgewichtsstörungen
- Gangstörungen
- Schuhwerk
- Umgebungsgefahren

Tab. 2

Vorbeugung von Frakturen
<ul style="list-style-type: none"> ■ Sturzprophylaxe ■ Haltung ■ Knochendichte
Behandlung von Frakturen
<ul style="list-style-type: none"> ■ Schmerzerleichterung ■ Sturzprophylaxe ■ Aufklärung

Patienten mit OP können verschiedene Knochenfrakturen erleiden, so an den Wirbelkörpern, Hüften, Unterarmen, Oberarmen und den Rippen [26]. Frakturen der Wirbelkörper treten im Vergleich zu anderen osteoporoseassoziierten Frakturen früher auf [19]. Das macht sie zu Indikatoren für die Fragilität des gesamten Skelettsystems. Eine beträchtliche Zahl dieser Frakturen wird klinisch nicht festgestellt [24]. Diese Frakturen der Wirbelkörper führen aber zur Verminderung der Körpergröße. Sie können plötzlich, aber auch allmählich auftreten. Eine Verminderung der Körpergröße von mehr als 4 cm innerhalb 10 Jahren hat sich als ein klinisches Zeichen etabliert [27]. Ein anderes klinisches Zeichen ist der thorakale Buckel, welcher das Resultat von anterioren Keilfrakturen der Wirbelkörper ist [11].

Allgemein ist das Vorbeugen und Behandeln von Frakturen bei älteren Menschen mit Osteoporose als physiotherapeutische Aufgabe hervorzuheben (Tab. 2).

Vorbeugung von Frakturen

■ Sturzprophylaxe

Eine wichtige physiotherapeutische Maßnahme zur Vorbeugung von Frakturen ist die Sturzprophylaxe. In der Datenbank der Cochrane-Bibliothek wurden Studien gesucht, welche die Wirksamkeit verschiedener Bewegungsinterventionen auf OP untersuchen. Dabei belegte eine systematische Review, dass Training von Kraft und Balance sturzprophylaktisch wirksam sein kann [12]. Krafttraining kann zu einer Verminderung von osteoporotischen Frakturen führen [5, 6, 20]. Für das Krafttraining sind am besten Hanteln geeignet, da dabei auch gleichzeitig koordinative Aspekte geübt werden. Das Gewicht an den Geräten und die Koordinationsanforderungen werden während des Trainingsprogramms Schritt für Schritt angepasst um ein maximaler Belastungseffekt zu erhalten [33]. Ziel des Balancetrainings ist es, die Reaktionsfähigkeit hinsichtlich Sinnesinformationen

(visuell, kortikal und propriozeptiv) und die Schnelligkeit und Angemessenheit von anpassenden Reaktionen zu verbessern. Daher wird der Patient trainiert, besser in dynamischen Situationen zu reagieren, sowohl mit als auch ohne äußere Störung. Das Training kann langsame und schnelle Bewegungen, Gleichgewichtsübungen mit hohem Konzentrationsniveau und mit Ablenkung von der Übung beinhalten. Es können alle Bewegungsmöglichkeiten des Patienten eingeschlossen werden. Außerdem können die Übungen sowohl mit offenen als auch mit geschlossenen Augen durchgeführt werden [30].

■ Haltung

Bei Patienten mit Osteoporose sollte man die Flexions-Belastung minimieren und die Aufrichtung des Oberkörpers fördern [31]. Übungen, welche das Diaphragma trainieren, die Wirbelsäulenextensoren und andere große Oberkörpermuskeln stärken, können die Stabilität fördern. Eine gute Beratung betreffend einer korrekten Haltung beim Stehen, Liegen, Sitzen und Vorneigen ist hier von großem Nutzen [4].

■ Knochendichte

Aus einer systematischen Review der Cochrane-Bibliothek geht hervor, dass Gewichts- und Widerstandstraining und Aerobics klar einen positiven Effekt auf die Knochendichte bei Frauen vor oder nach der Menopause haben [2].

Behandlung nach Frakturen

■ Schmerzerleichterung

Bei akutem Schmerz können verschiedene passive physikalische Maßnahmen wie lokale Kälte, Elektrophysiotherapie, Ultraschall und Atemgymnastik eingesetzt werden. Die Hydrotherapie kann einen entlastenden Effekt auf den Patienten haben, weil das Eigengewicht reduziert wird. Zusätzlich kann diese auch als eine gute Vorbereitung auf spätere belastende Übungen benutzt werden [4]. Therapeutische Programme, welche das Training von Balance, Kraft und Stabilisation beinhalten, haben einen schmerzlindernden Effekt und somit die Reduktion der Einnahme von Schmerzmitteln und eine Verbesserung der Lebensqualität zur Folge [18]. Widerstandstraining kann zusätzlich eine starke stabilisierende Wirkung auf das Frakturgebiet haben. Leichte Mobilisation des stabilisierten Frakturgebietes kann den durch den

Schmerz verursachten Inhibitionsreflex eliminieren und so die Muskelspannung normalisieren [32].

■ Sturzprophylaxe

Der größte Risikofaktor für eine osteoporotische Fraktur ist eine bereits bestehende osteoporotische Fraktur. Zwanzig Prozent der postmenopausalen Frauen mit einer osteoporotischen Wirbelkörperfraktur werden in den nächsten 12 Monaten eine weitere osteoporotische Fraktur erleiden. Die Prävention von weiteren Frakturen durch eine Sturzprophylaxe ist demzufolge sehr wichtig. Beschriebene Elemente wie Kraft- und Balancetraining sind auch nach einer schon erlittenen Fraktur wichtige Elemente um weitere Frakturen zu verhindern [12]. Je nach Zustand eines Patienten sind Gehhilfen nötig. So ist eine Reduktion des Sturzrisikos auch bei gehschwachen Patienten möglich [8].

■ Aufklärung

Ein Teil der Aufgaben der Physiotherapie ist es, die Patienten über den Zustand ihres Bewegungsapparates aufzuklären und ihnen so die Möglichkeit zu geben, Selbstverantwortung zu übernehmen. Osteoporosepatienten verhalten sich anders, wenn ihnen Informationsmaterial zur Verfügung steht [14]. Deshalb sollten Informationen über Diät, Rauchen und Sturzgefahren im Alltag vermittelt werden. Andere Informationsquellen wie Broschüren oder Web-Adressen sollten zur Verfügung gestellt werden.

Zukunftsperspektiven

Obschon sehr viel Wissen über die Wirkung von Bewegung auf den Bewegungsapparat bekannt ist, bleiben noch offene Fragen bezüglich der Programmeffektivität bei verschiedenen Populationen bestehen. Selbständig wohnende ältere Leuten mit einer OP

bedürfen zum Beispiel eine andere Behandlung im Vergleich zu institutionalisierte Personen [10]. Fragen der Zugänglichkeit und Finanzierung der Trainingsprogramme für verschiedene Gruppen bilden andere offene Fragen.

In unserem Fachzentrum für Vorbeugung und Behandlung von Osteoporose am Universitätsspital Zürich haben wir ein Programm entwickelt, welches helfen kann durch Osteoporose verursachte Leiden zu bewältigen. Dieses Programm kombiniert verschiedene Elemente wie aufbauendes Krafttraining, Koordination, Gleichgewicht, Ausdauer und Ernährung. Eine derzeitige Pilotstudie zielt auf die Untersuchung der kombinierten Wirkung eines Trainingsprogramms mit Eiweiß-, Kalzium- und Vitamin-D-Ergänzung (Gruppe A) im Vergleich zu einer Kalzium- und Vitamin-D-Ergänzung allein (Gruppe B). Diese Pilotstudie wurde als randomisierter prospektiver Versuch mit 12-monatiger Dauer angelegt, wobei die Intervention 3 Monate dauert. Die Versuchspersonen sind Patienten in einem Alter von mindestens 65 Jahren und haben eine DEXA-diagnostizierte schwere Osteopenie oder Osteoporose gemäß den WHO-Kriterien [34].

Fazit

Bei der Prävention von Frakturen bei Patienten mit Osteoporose kann die Physiotherapie einen großen Anteil leisten und damit einen entscheidenden Beitrag zur Kostendämpfung im Gesundheitswesen erreichen. Bei der Therapie einer Fraktur bei Personen mit einer diagnostizierten OP kann die Physiotherapie bei der Rehabilitation des Patienten helfen und zusätzlich das Risiko auf weitere Frakturen minimieren. Die Aufklärung der Patienten ist ein wichtiger Teil der Physiotherapie und strebt ein gesundes Knochengewebe an.

■ **Danksagung** An Frau Leanne Pobjoy und Herr Martin Litschi für die Überarbeitung des Textes.

Literatur

1. Beck BR, Snow CM (2003) Bone health across the lifespan-exercising our options. *Exerc Sport Sci Rev* 31(3):117-122
2. Bonaiuti D, Shea B, Iovine R, Negrini S, Robinson V, Kemper HC, Wells G, Tugwell P, Cranney A (2002) Exercise for preventing and treating osteoporosis in postmenopausal women. *Cochrane Database Syst Rev* (3): CD000333
3. Bonjour JP, Burckhardt P, Dambacher M, Kraenzlin ME, Wimpfheimer C (1997) Epidemiologie der Osteoporose. *Schweiz Med Wochenschr* 127: 659-667
4. Bravo G, Gauthier P, Roy P, Payette H, Gaulin P (1997) A weight-bearing, water-based exercise program for osteopenic women: its impact on bone, functional fitness, and well-being. *Arch Phys Med Rehabil* 78(12):1375-1380

5. Campbell AJ, Robertson MC, Gardner MM, Norton RN, Tilyard MW, Buchner DM (1997) Randomised controlled trial of a general practice programme of home based exercise to prevent falls in elderly women. *BMJ* 315:1065-1069
6. Campbell AJ, Robertson MC, Gardner MM, Norton RN, Buchner DM (1999) Falls prevention over 2 years: a randomized controlled trial in women 80 years and older. *Age and Ageing* 28: 513-518
7. Creed G, Mitchell S (1999) Physiotherapy guidelines for the management of osteoporosis. UK Chartered Society of Physiotherapy
8. Deathe AB, Hayes KC, Wintwe DA (1993) The biomechanics of canes, crutches and walkers. *Crit Rev Phys Rehab Med* 5:15-19
9. Dolan P, Torgerson DJ (1998) The cost of treating osteoporotic fractures in the United Kingdom female population. *Osteoporos Int* 8(6):611-617
10. Eastell R, Reid DM, Compston J, Cooper C, Fogelman I, Francis RM, Hay SM, Hosking DJ, Purdie DW, Ralston SH, Reeve J, Russell RG, Stevenson JC (2001) Secondary prevention of osteoporosis: when should a non-vertebral fracture be a trigger for action? *QJM* 94(11):575-597
11. Ensrud KE, Black DM, Harris F, Ettinger B, Cummings SR (1997) Correlates of kyphosis in older women. The Fracture Intervention Trial Research Group. *J Am Geriatr Soc* 45(6):682-687
12. Gillespie LD, Gillespie WJ, Robertson MC, Lamb SE, Cumming RG, Rowe BH (2001) Interventions for preventing falls in elderly people. *Cochrane Database Syst Rev* (3):CD000340
13. Hill K, Schwarz J, Flicker L, Carroll S (1999) Falls among healthy, community-dwelling, older women: a prospective study of frequency, circumstances, consequences and prediction accuracy. *Aust N Z J Public Health* 23(1):41-48
14. Jamal SA, Ridout R, Chase C, Fielding L, Rubin LA, Hawker GA (1999) Bone mineral density testing and osteoporosis education improve lifestyle behaviors in premenopausal women: a prospective study. *J Bone Miner Res* 14(12):2143-2149
15. Kanis JA, Johnell O, Oden A, Jonsson B, Dawson A, Dere W (2000) Risk of hip fracture derived from relative risks: an analysis applied to the population of Sweden. *Osteoporos Int* 11(2):120-127
16. Kerschan-Schindl K, Uher E, Kainberger F, Kaider A, Ghanem AH, Preisinger E (2000) Long-term home exercise program: effect in women at high risk of fracture. *Arch Phys Med Rehabil* 81(3):319-323
17. Lord SR, Sambrook PN, Gilbert C, Kelly PJ, Nguyen T, Webster IW, Eisman JA (1994) Postural stability, falls and fractures in the elderly: results from the Dubbo Osteoporosis Epidemiology Study. *Med J Aust* 160(11):684-685, 688-691
18. Malmros B, Mortensen L, Jensen MB, Charles P (1998) Positive effects of physiotherapy on chronic pain and performance in osteoporosis. *Osteoporos Int* 8(3):215-221
19. Meunier PJ, Delmas PD, Eastell R, McClung MR, Papapoulos S, Rizzoli R, Seeman E, Wasnich RD (1999) Diagnosis and management of osteoporosis in postmenopausal women: clinical guidelines. International Committee for Osteoporosis Clinical Guidelines. *Clin Ther* 21(6):1025-1044
20. Nelson ME, Fiatarone MA, Morganti CM, Trice I, Greenberg RA, Evans WJ (1994) Effects of high-intensity strength training on multiple risk factors for osteoporotic fractures. A randomized controlled trial. *JAMA* 272(24):1909-1914
21. Nguyen T, Sambrook P, Kelly P, Jones G, Lord S, Freund J, Eisman J (1993) Prediction of osteoporotic fractures by postural instability and bone density. *BMJ* 307(6912):1111-1115
22. Oakley A, Dawson MF, Holland J, Arnold S, Cryer C, Doyle Y, Rice J, Hodgson CR, Sowden A, Sheldon T, Fullerton D, Glennly AM, Eastwood A (1996) Preventing falls and subsequent injury in older people. *Qual Health Care* 5(4):243-249
23. Parkkari J, Kannus P, Palvanen M, Natri A, Vainio J, Aho H, Vuori I, Jarvinen M. (1999) Majority of hip fractures occur as a result of a fall and impact on the greater trochanter of the femur: a prospective controlled hip fracture study with 206 consecutive patients. *Calcif Tissue Int* 65(3):183-187
24. Riggs BL, Melton LJ 3rd (1995) The worldwide problem of osteoporosis: insights afforded by epidemiology. *Bone* 17(Suppl 5):505S-511S
25. Rizzoli R, Bonjour JP (1999) Undernutrition and osteoporosis. In: Seiler WO, Stähelin HB (eds) *Malnutrition in the elderly*. Steinkopff and Springer, Darmstadt
26. Sanders KM, Nicholson GC, Ugoni AM, Pasco JA, Seeman E, Kotowicz MA (1999) Health burden of hip and other fractures in Australia beyond 2000. Projections based on the Geelong Osteoporosis Study. *Med J Aust* 170(10):467-470
27. Sanila M, Kotaniemi A, Viikari J, Iso-maki H (1994) Height loss rate as a marker of osteoporosis in postmenopausal women with rheumatoid arthritis. *Clin Rheumatol* 13(2):256-260
28. Schurch MA, Rizzoli R, Slosman D, Vadas L, Vergnaud P, Bonjour JP (1998) Protein supplements increase serum insulin-like growth factor-I levels and attenuate proximal femur bone loss in patients with recent hip fracture. A randomized, double-blind, placebo-controlled trial. *Ann Intern Med* 128(10):801-809
29. Sendi P, Palmer AJ (2000) Modeling the socioeconomic impact of osteoporosis-related hip fractures in Switzerland. *Osteoporos Int* 11(1):92-94
30. Shumway-Cook A, Woollacott MH (2001) Motor control; Theory and practical applications. Lippincott Williams and Wilkins, Baltimore USA
31. Silman AJ, O'Neill TW, Cooper C, Kanis J, Felsenberg D (1997) Influence of physical activity on vertebral deformity in men and women: results from the European Vertebral Osteoporosis Study. *J Bone Miner Res* 12(5):813-819
32. Sinaki M (2003) Critical appraisal of physical rehabilitation measures after osteoporotic vertebral fracture. *Osteoporos Int*
33. Van Wingerden BAM (1995) *Connective tissue in rehabilitation*. Sciprov Verlag Vaduz Liechtenstein
34. WHO (1994) Study group: assessment of fracture risk and its application to screening for postmenopausal osteoporosis. WHO Technical Report Series 843, Geneva, World Health Organization
35. Wolfson LJ, Whipple R, Amerman P, Kaplan J, Kleinberg A (1985) Gait and balance in the elderly. Two functional capacities that link sensory and motor ability to falls. *Clin Geriatr Med* 1(3):649-659