

# Ist das Krafttraining der Rückenstreckmuskulatur eine sichere Therapieoption bei Rückenschmerzen?

Kurt Ammer

Institut für Rheumatologie der Kurstadt Baden, Baden  
Medical Imaging Research Unit, University of South Wales, Pontypridd, UK

## ZUSAMMENFASSUNG

Es wurde eine orientierende Literatursuche zum Zusammenhang zwischen Wirbelfrakturen und Bewegungstherapie, insbesondere dem medizinischen Krafttraining durchgeführt. Es existieren nur wenige Studien, die das Auftreten von Wirbelfrakturen nach Bewegungstherapie bzw. Sport bei Patientinnen mit manifester Osteoporose oder Osteopenie berichten. Für Patienten mit unspezifischen Kreuzschmerzen fehlen sogar Fallberichte, die das Auftreten von Therapie bedingten Wirbelfrakturen mitteilen. Die Bestimmung des Einmalwiederholungsmaximums scheint keine Verletzungen zu verursachen. Beim Training mit freien Gewichten oder mit Kraftmaschinen wurden Verletzungen im Bereich des unteren Rumpfes nicht nur bei Jugendlichen und jungen Erwachsenen, sondern auch bei 45 bis 55-jährigen Personen und über 55-jährigen beobachtet.

Es besteht ein hoher Bedarf an Publikationen, die das Auftreten von Verletzungen während der Bewegungstherapie berichten, um die Entwicklung Evidenz gestützte Empfehlungen zur Vermeidung von Wirbelfrakturen durch Bewegungstherapie, insbesondere durch Krafttraining, zu ermöglichen.

## IS STRENGTHENING OF BACK EXTENSOR MUSCLES A SAFE THERAPEUTIC OPTION FOR BACK PAIN?

A non-systematic literature search was conducted on the relationship between vertebral fractures and exercise therapy, particularly resistance training. Only some studies report the incidence of vertebral fractures following sports or exercise therapy in patients with manifest osteoporosis or osteopenia. For patients with non-specific back pain, even case reports that communicate the occurrence of treatment-related vertebral fractures are missing. The determination of a time repetition maximum seems to cause no injuries. Injuries in the area of the lower trunk were observed during the training with free weights or weight-training machinery not only in adolescents and young adults, but also in 45 to 55 years old people and over 55 years olds. There is a high demand for publications that report the occurrence of injuries during exercise therapy to develop evidence-based recommendations for the prevention of vertebral fractures through therapeutic exercise, particularly through strength training,

## Einleitung

Sowohl für Patienten mit unspezifischen chronischen Kreuzschmerzen, als auch für Personen mit spezifischen Kreuzschmerzen im Rahmen einer Osteoporose gilt die Bewegungstherapie als eine wirksame Therapieoption. Anekdotische Berichte über Wirbelfrakturen, die während eines Krafttrainings von Patienten mit Rückenschmerzen aufgetreten waren, sind Anlass der Verletzungshäufigkeit während der Bewegungstherapie, besonders im Rahmen der medizinischen Trainingstherapie mit einer Literatursuche nachzugehen.

## Wirksamkeit bei unspezifischen Rückenschmerzen

Eine überlegene Wirksamkeit von Krafttraining gegenüber anderen Formen der Bewegungstherapie ist in der Therapie des unspezifischen chronischen Kreuzschmerzes nicht nachgewiesen (1). Es ist auf Grund der Beschreibung der durchgeführten Bewegungstherapie schwierig, Studien zu identifizieren, die den Kriterien eines medizinischen Krafttrainings entsprechen (2). So konnten in einer kürzlich publizierten Übersicht in 29 Publikationen, die zwischen 2004 und 2009 veröffentlicht worden waren, lediglich 2 Studien zur Behandlung von Rückenschmerzen gefunden werden, die den Kriterien einer medizinischen Trainingstherapie (MTT) genügten (3). Im Übrigen war die Wirksamkeit der MTT (1 Studie Ausdauertraining, 1 Studie Ausdauer und Krafttraining) war nur mäßig ausgeprägt: Eine der oben erwähnten Untersuchungen war von geringer methodischer Qualität, wobei Ausdauertraining Rückenschmerzen deutlicher reduzierte als physikalische Modalitäten (Diadynamische Ströme, Ultraschall, Kurzwelle, He-Ne-LASER) (4). In der anderen, methodisch hochwertigen Studie fanden sich hinsichtlich Schmerz, Behinderung und den Hauptbeschwerden der Patienten keine signifikanten Unterschiede zwischen medizinischer Trainingstherapie, kognitiven Verhaltenstraining und der Kombination von medizinischer Trainingstherapie und Verhaltenstraining. Alle 3 Therapieregime erzielten sig-

nifikant bessere Behandlungsergebnisse als nicht behandelte Patienten auf einer Warteliste (5).

### Wirksamkeit bei Osteoporose

Zur Verbesserung der Knochendichte ist im Bereich des Oberschenkelhalses ein progressives Krafttraining am wirksamsten (6); die Knochendichte an den Wirbeln wird am besten durch eine Bewegungstherapie vermehrt, die zumindest 2 der folgenden Formen von Bewegungstherapie enthält:

- Statische (Eigen-)Gewichtbelastung einschließlich auf einem Bein Stehen;
- Dynamische (Eigen-)Gewichtübungen mit geringer Belastung; z. B. Wandern und Tai Chi.
- Dynamische (Eigen-)Gewichtübungen mit hohem Kraftbedarf wie Joggen, Springen, Laufen, Tanzen und Ganzkörpervibration
- Übungen ohne (Eigen-)Gewichtbelastung mit geringem Kraftbedarf; z. B. Kraft(ausdauer)-Training mit niedriger Belastung und hoher Wiederholung
- Übungen ohne (Eigen-)Gewichtbelastung und hohem Kraftbedarf; z.B. progressives Widerstands-(Maximal)-Krafttraining

### Wirksamkeit hinsichtlich Reduktion von Frakturen

Die Richtlinie des Dachverbandes Osteologie zur Physiotherapie bei Osteoporose hat nur drei randomisierte kontrollierte Studien gefunden, welche die Frakturrate als Hauptergebnis einer bewegungstherapeutischen Intervention berücksichtigten (7). Der Autor dieses Kapitels der Leitlinie kommt zu folgendem Schluss (7):

- *Niedriger Evidenzgrad*  
*Ein progressives Krafttraining der Rückenstrecker bei 30% des 1RM (=Einmalwiederholungsmaximum) täglich durchgeführt über 2 Jahre führt bei postmenopausalen Frauen zu einer langfristigen Senkung der Inzidenz für vertebrale Frakturen.*
- *Um die Compliance mit Trainingsprogrammen bei älteren Patienten zu erhöhen, scheint Training unter regelmäßiger Supervision langfristig besser geeignet als ein eigenständig durchgeführtes Heimprogramm.*
- *Cave:*  
*Bei Risikopatienten mit positiver Sturzanamnese und Gleichgewichtstörungen sollte ein Training unter Supervision in einem sicheren Umfeld durchgeführt werden.*

Diese Empfehlung leitet sich im Wesentlichen von einer amerikanischen Studie (8) ab, in der 50 Patientinnen 8 Jahre nach Abschluss einer Studie mit 2 Jahre lang dauernden bewegungstherapeutischen Interventionen nachuntersucht wurden. 27 der nachuntersuchten Personen hatten ein progressives Krafttraining geringer

Intensität (30% Einmalwiederholungsmaximum) absolviert und 23 Personen hatten an der Kontrollgruppe teilgenommen. Vor und 2 Jahre nach Abschluss der Studie fanden sich **keine** Wirbelfrakturen. Bei der Nachuntersuchung 10 Jahre nach Studienbeginn zeigten sich bei den Kontrollpatientinnen 14 Wirbelfrakturen, und 6 Wirbelfrakturen bei den Patientinnen nach Krafttraining. Allerdings fehlt eine Angabe, bei wie vielen Patientinnen Frakturen aufgetreten waren. Die Anzahl der Wirbel und nicht die Zahl der Patienten als Grundlage der statistischen Analyse auszuwählen, ist problematisch und führt zu einer Fehleinschätzung der protektiven Effekte des Krafttrainings. Die in einer anderen Publikation (9) gemachte Aussage, dass 30,4 % der Kontrollpatientinnen und 11,1% der Trainingspatientinnen Wirbelfrakturen erlitten hätten, ist aus den publizierten Originaldaten jedoch nicht ableitbar.

Bei Osteoporose-Patientinnen nach Radiusfraktur fand sich in der Rate (Anzahl/100 Patienten/Jahr) von Wirbelfrakturen zwischen Studienteilnehmern, die therapeutisches Wandern in schneller Gangart absolvierten, und einer Kontrollgruppe, die Kräftigungsübungen an der oberen Extremität durchführten, keine signifikanten Unterschiede, obwohl die Patientinnen in der Wandergruppe häufiger stürzten als die Kontrollpatientinnen (10).

In einer Studie aus Wien konnte kein signifikanter Unterschied in der Frakturrate zwischen Osteopenie- bzw. Osteoporose-Patientinnen, die 5 bis 10 Jahre davor ein moderates dynamisches Eigengewichtstraining zu Hause durchgeführt hatten, und Kontrollpatientinnen nachweisen (11). Vor der Studie boten 14 Patientinnen der Trainingsgruppe und 8 Patientinnen der Kontrollgruppe Wirbelfrakturen; im Zeitraum bis zur Nachuntersuchung traten bei 5 Trainingspatientinnen und bei 8 Kontrollpatientinnen zumindest eine neue Wirbelfraktur auf.

Bei chinesischen Frauen zeigte sich nach Teilnahme an einem über 12 Monate, 5-mal pro Woche, 50 Minuten lang durchgeführten Tai-Chi-Training im Vergleich zu einer nicht übenden Kontrollgruppe kein signifikanter Unterschied in der Frakturrate (12). Bei dem Kontrollpatientinnen kam es zu 3 Frakturen (1 Wirbelfraktur, 1 Radiusfraktur, 1 Fraktur des fünften Mittelhandknochens) und zu 1 Fraktur (Wadenbein) in der Übungsgruppe. Als Ursache für die Wirbelfraktur wurde zu große Gewichtsbelastung, für alle Knochenbrüche an den Extremitäten Stürze angegeben.

Ein kürzlich publizierter Cochrane Review über den Einfluss von Bewegungstherapie auf Ergebnismessun-

gen bei PatientInnen nach Wirbelfraktur fand keine randomisierten kontrollierten Studien, in denen im Rahmen der Bewegungstherapie neu aufgetretene Wirbelfrakturen als Studienergebnis berichtet werden (13).

### Vorsichtsmaßnahmen bei Bewegungstherapie

Aussagen zu einer sicheren Verordnung von Bewegungstherapie finden sich vor allem für PatientInnen, die wegen Herz-Kreislaufkrankungen behandelt bzw. einer medizinischen Rehabilitation zugeführt werden sollen (14, 15,16). Entsprechend fehlen Angaben zu Risiken der Bewegungstherapie bei Rückenschmerzpatienten. Vorschläge für gefahrlose und sichere Übungen für Osteoporose-Patienten wurden im Jahr 2003 publiziert (17). Im Kapitel 6 des Buches "Therapeutic Exercise-Foundations and Techniques" finden sich Empfehlungen, wie bei Krafttraining Wirbelfrakturen vermieden werden können (Tabelle 1, 18).

Fakten, welche diese Vorsichtsmaßnahmen stützen, sind nur spärlich publiziert. Es gibt zwar von Sinaki & Mikkelsen eine Untersuchung (19), in der retrospektiv festgestellt wurde, dass bei Patientinnen nach Flexionsübungen in 89% eine Zunahme von Fraktur bedingten Wirbelverformungen beobachtet wurde, während nur bei 16%

der Patientinnen nach Extensionsübungen derartige Veränderungen zu sehen waren. Leider fehlt diesen Aussagen aufgrund der Datenpräsentation ausreichende Glaubwürdigkeit. So war die Zahl der Patientinnen bereits bei Beginn der Studie in den einzelnen Gruppen unterschiedlich:

Extensions-Übungen= 25 Patientinnen

Extensions- und Flexions-Übungen=19 Patientinnen

Flexions-Übungen= 9 Patientinnen

Kontrollen (weder Extensions- noch Flexions-Übungen) = 6 Patientinnen.

50 Patientinnen wurden nachuntersucht, welcher Gruppe sie angehörten, wurde nicht mitgeteilt. Ebenso fehlt eine Angabe, wie viele Patientinnen in jeder Gruppe bereits Wirbelfrakturen bei Studienbeginn Wirbelfrakturen gezeigt hatten. Es gibt in der Publikation eine Balkengraphik, welche die Verteilung von Keil- und Kompressionswirbel auf die Wirbel T3 bis L5 bei Studienbeginn zeigt, über die Verteilung von Wirbelfrakturen in den jeweiligen Übungsgruppen wird keine Information geliefert. Wenn man, die Prozentzahlen auf die tatsächliche Anzahl von Frakturen umrechnet, kommt man auf 140 bis 150 Wirbelbrüche, die bereits vor Studienbeginn nachweisbar waren. *Das Risiko für neue Frakturen nimmt bei Frauen und Männern kontinuierlich mit der Anzahl und dem*

**Tabelle 1**

### **VORKEHRUNGEN ZUR VERRINGERUNG DER GEFAHR VON PATHOLOGISCHEN FRAKTUREN WÄHREND DES TRAININGS (18)**

- **Vermeiden Sie zu hohe Intensität (hohe Belastung), und hohen Umfang beim Krafttraining. Je nach Schweregrad der Osteoporose, beginnen Sie mit einem Training bei niedrigen Intensitäten; zunächst führen Sie nur einen Satz von mehreren Übungen durch und halten Sie die Intensität für die ersten 6 bis 8 Wochen gering.**
- **Erhöhen Sie Intensität und Umfang (Wiederholungen) allmählich; wenn möglich, führen Sie schließlich drei bis vier Sätze jeder Übung bei moderater Intensität durch.**
- **Vermeiden Sie dynamische Aktivitäten mit hohem Kraftaufwand wie Springen oder Hüpfen. Führen Sie die Kräftigungs-Übungen unter (Eigen-) Gewichtbelastungen, die geringen Kraftbedarf haben, z.B. Ausfallschritte, Stiegen hinauf und hinunter Steigen gegen zusätzlichen Widerstand (Hand-Gewichte, Gewichts-Weste, oder elastischer Widerstand)**
- **Vermeiden Sie sehr schnelle Bewegungen der Wirbelsäule oder der Extremitäten**
- **Vermeiden Sie Rumpfbeugen, insbesondere in Kombination mit Rumpfdrehung und endphasigem Widerstand, da dieser zu übermäßiger Belastung des vorderen Anteils der Wirbelsäule, und möglicher Weise zur vorderen Kompressionsfraktur, Keilform und Höhenverlust der Wirbelkörper führen kann.**
- **Vermeiden Sie an der unteren Extremität gewichtsbelastete Drehbewegungen im Hüftgelenk, wenn Zeichen einer Osteoporose am proximalen Femur gibt.**
- **Um beim Üben der unteren Extremität im Stehen den Verlust des Gleichgewichts zu vermeiden, erlauben Sie den Patienten sich an einer stabilen Oberfläche wie z. B. einer Arbeitsplatte anzuhalten. Bei Patienten mit einem hohen Sturz-Risiko bzw. anamnestischen Stürzen, sollen die Übungen auf einem Stuhl sitzend unter Gewichtbelastung der**
- **Bei Bewegungstherapie in der Gruppe sollte die Zahl der teilnehmenden Patienten klein gehalten werden. Bei Personen mit hohem Sturzrisiko und bereits erlittenen Stürzen sollte eine Einzeltherapie erwogen werden**

*Schweregrad von Wirbelkörperfrakturen zu (20)*; angesichts dieses Umstandes sollten die Ergebnisse von Sinaki mit entsprechender Vorsicht interpretiert werden.

Einzelne Fallberichte zum Auftreten von Wirbelfrakturen beim Golfspiel (21) oder nach Yogaübungen (22) werden ebenfalls zur Begründung der Vorsichtsmaßnahmen bei der Bewegungstherapie für PatientInnen mit Rückenschmerzen genannt.

Üblicher Weise bezieht sich die Dosierung eines Krafttrainings auf das Einmalwiederholungsmaximum (1RM). 1995 wurde die Verletzungshäufigkeit bei der Austestung der Maximalkraft von 5 Muskelgruppen an 83 Personen, 40 Männer und 43 Frauen mit einem Durchschnittsalter von  $65.8 \pm 6.2$  Jahren untersucht. 81 Personen absolvierten die Bestimmung des Einmalwiederholungsmaximum ohne Verletzungen, 2 von 32 Personen, die vor dieser Untersuchung noch nie ein Krafttraining mit Gewichten durchgeführt hatten, erlitten Verletzungen (23).

2010 wurden Daten über das Vorkommen von Verletzungen publiziert, die nach Krafttraining mit Gewichten aufgetreten waren und der USA im Zeitraum zwischen 1990 bis 2007 in Notfallambulanzen versorgt wurden (24). Hier gibt es auch Angaben zur Verletzungshäufigkeit bei Personen im Alter zwischen 45 und 55 Jahren (63141 Personen) und solche, die älter als 55 Jahre sind (35043 Personen). Bei den 45 bis 55-Jährigen fanden sich 24,5% der Verletzungen im unteren Anteil des Rumpfes, dort waren auch bei 14,9 Prozent der über 55-Jährigen die Verletzungen lokalisiert. Überanstrengung war in beiden Altersklassen die zweithäufigste Verletzungsursache (45 bis 55-Jährige: 13,5%; über 55-Jährige: 15,8%). Frakturen und Luxationen betrug 12,7 Prozent der Verletzungen bei den 45 bis 55-Jährigen und 13,6 Prozent der Verletzungen bei den über 55-Jährigen. Angaben über Wirbelfrakturen sind nicht zu finden. An Trainingsmaschinen verletzten sich über 55-Jährige häufiger als 45 bis 55-jährige Personen.

### Schlussfolgerung

Insgesamt lässt sich aus der vorhandenen Literatur das Risiko während eines Krafttrainings eine Wirbelfraktur zu erleiden, nicht abschätzen. Die wenigen Studien, die Frakturen nach einer Bewegungstherapie berichten, beschränken sich auf Patientinnen mit manifester Osteoporose oder Osteopenie. Für Patienten mit unspezifischen Kreuzschmerzen finden sich nicht einmal Fallberichte, die das Auftreten von Wirbelfrakturen berichten. Die Bestimmung des Einmalwiederholungsmaximums scheint eine sichere Untersuchung zu sein. Beim Krafttraining mit freien Gewichten oder mit Kraftmaschinen wurden

Verletzungen im Bereich des unteren Rumpfes beobachtet. Es ist aber nicht bekannt, ob diese Verletzungen während einer medizinischen Trainingstherapie oder eines allgemeinen Fitnesstraining aufgetreten sind.

Es besteht ein hoher Bedarf an Daten, die Art und Häufigkeit von Verletzungen berichten, die während der Bewegungstherapie auftreten. Eine bessere Datenlage könnte die Ausarbeitung Evidenz gestützter Empfehlungen zur Vermeidung von Wirbelfrakturen durch Bewegungstherapie, insbesondere durch Krafttraining, ermöglichen.

### Literatur

1. Airaksinen O, Brox JJ, Cedraschi C, Hildebrandt J, Klaber-Moffett J, Kovacs F, Mannion AF, Reis S, Staal JB, Ursin H, Zanoli G, On behalf of the COST B13 Working Group on Guidelines for Chronic Low Back Pain. European Guidelines For The Management Of Chronic Non-Specific Low Back Pain. *Eur Spine J* 2006, 15 (Suppl. 2): S192–S300
2. Ratamess NA, Alvar BA., Evetoch TE, Housh TJ, Ben Kibler W, Kraemer WJ, Triplett NT. Progression models in resistance training for healthy adults. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 2009, 41(3), 687-708
3. Scharrer M, Ebenbichler G, Pieber K, Gruther W, Zorn C, Crevenna R, Grimm-Stieger M, Ammer K, Herceg M, Keilani M. A systematic review on the effectiveness of medical training therapy for subacute and chronic low back pain. *European Journal of physical Medicine and Rehabilitation* 2012, 48(3):361-370
4. Chatzitheodorou D, Kabitsis C, Malliou P; Mougios V. A Pilot Study of the Effects of High-Intensity Aerobic Exercise Versus Passive Interventions on Pain, Disability, Psychological Strain, and Serum Cortisol Concentrations in People With Chronic Low Back Pain. *Phys Ther.* 2007; 87:304-312.
5. Smeets RJEM, Vlaeyen JWS, Hidding A, Kester ADM, van der Heijden GJMG, van Geel ACM, Knottnerus JA. Active rehabilitation for chronic low back pain: Cognitive-behavioral, physical, or both? First direct post-treatment results from a randomized controlled trial. *BMC Musculoskeletal Disorders* 2006, 7:5
6. Howe TE, Shea B, Dawson LJ, Downie F, Murray A, Ross C, Harbour RT, Caldwell LM, Creed G. Exercise for preventing and treating osteoporosis in postmenopausal women. *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2011, Issue 7. Art. No.: CD000333.
7. Wieland E. Ergebnisse: Effekt auf das Frakturrisiko. In DVO: Leitlinie Physiotherapie und Bewegungstherapie bei Osteoporose, Endversion 0.1 vom 29.04.2008, S.10-18
8. Sinaki M, Itoi E, Wahner HW, Wollan P, Gelzcer R, Mullan BP, Collins DA, Hodgson SF. Stronger back muscles reduce the incidence of vertebral fractures: a prospective 10 year follow-up of postmenopausal women. *Bone*, 2002. 30(6) 836-841.
9. Borgo MJ, Sinaki M. Back progressive resistive exercise program to reduce risk of vertebral fractures. *J Miner Stoffwechs.* 2010; 17: 66–71.
10. Ebrahim S., Thompson PW, Baskaran V, Evans K. Randomized placebo-controlled trial of brisk walking in the

prevention of postmenopausal osteoporosis. *Age Ageing*, 1997; 26(4): 253-60.

11. Preisinger E, Kersch-Schindl K, Wöber C, Kollmitzer J, Ebenbichler G, Hamwi A, Bieglmayer C, Kaider A. The effect of calisthenic home exercises on postmenopausal fractures—a long-term observational study *Maturitas* 2001; 40: 61–67

12. Chan K, Qin L, Lau M, Woo J, Au S, Choy W, Lee K, Lee S. A randomized, prospective study of the effects of Tai Chi Chun exercise on bone mineral density in postmenopausal women. *Arch Phys Med Rehabil* 2004; 85: 717-22.

13. Giangregorio LM, MacIntyre NJ, Thabane L, Skidmore CJ, Papaioannou A. Exercise for improving outcomes after osteoporotic vertebral fracture. *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2013, Issue 1. Art. No.: CD008618

14. Bjarnason P; Mayer-Berger W ; Meister ER; Baum K; Hambrecht R ; Gielen S. Einsatz von Kraftausdauertraining und Muskelaufbautraining in der kardiologischen Rehabilitation. *Zeitschrift für Kardiologie*, 2004, 93(5), 357-370

15. Williams MA, Haskell WL, Ades PA, Amsterdam EA, Bittner V, Franklin BA, Gulanick M, Laing ST, Stewart KJ; American Heart Association Council on Clinical Cardiology; American Heart Association Council on Nutrition, Physical Activity, and Metabolism. Resistance exercise in individuals with and without cardiovascular disease: 2007 update: a scientific statement from the American Heart Association Council on Clinical Cardiology and Council on Nutrition, Physical Activity, and Metabolism. *Circulation*. 2007; 31; 116(5): 572-584

16. Braith RW, Beck DT. Resistance exercise: training adaptations and developing a safe exercise prescription. *Heart Fail Rev* 2008, 13:69–79

17. Bonner FJ, Sinaki M, Grabis M, Shipp KM, Lane, Lindsay R, Gold DT, Cosman F, Bouxsein ML, Weinstein JN, Gallagher RG, Melton III LJ, Salcido R, Gordon SL. Health professional's guide to rehabilitation of the patient with

osteoporosis. *Osteoporosis international*, 2003.14 (Suppl 2), S1-S22

18. Kisner C, Colby LA. *Therapeutic Exercise- Foundations and Techniques*. 5th ed. Chpt. 6: Resistance Exercise for Impaired Muscle Performance. FA Davies, Philadelphia. 2007, pp.147-229

19. Sinaki M, Mikkelsen BA. Postmenopausal spinal osteoporosis: flexion versus extension exercises. *Arch Phys Med Rehabil* 1984;65:593-596.

20. Dachverband Osteologie e. V. DVO-Leitlinie 2009 zur Prophylaxe, Diagnostik und Therapie der Osteoporose bei Erwachsenen. *Langfassung. Osteologie* 2009; 18: 304–328

21. Ekin JA, Sinaki M. Vertebral compression fractures sustained during golfing: report of three cases. *Mayo Clin Proc* 1993; 68: 566-570.

22. Sinaki M. Yoga Spinal Flexion Positions and Vertebral Compression Fracture in Osteopenia or Osteoporosis of Spine: Case Series. *Pain Practice* 2013, 13(1) 68–75

23. Shaw CE, McCully KK, Posner JD. Injuries during the one repetition maximum assessment in the elderly. *Journal of Cardiopulmonary Rehabilitation* 1995, 15(4):283-287

24. Kerr ZY, Collins CL, Comstock RD. Epidemiology of Weight Training-Related Injuries Presenting to United States Emergency Departments, 1990 to 2007. *Am J Sports Med*. 2010; 38(4):765-71

*Korrespondenzadresse des Autors*

Prof. Dr Kurt Ammer PhD

Andergasse 83

1170 Wien

Email: Kammer1950@aol.com