

Journal für
Mineralstoffwechsel
Zeitschrift für Knochen- und Gelenkerkrankungen
Orthopädie • Osteologie • Rheumatologie

**Die gezielte physiotherapeutische
Nachbehandlung nach Kyphoplastie -
moderne Aspekte und Konzepte**

Becker S

*Journal für Mineralstoffwechsel &
Muskuloskelettale Erkrankungen*

2004; 11 (Sonderheft 3), 19-23

Homepage:

**[www.kup.at/
mineralstoffwechsel](http://www.kup.at/mineralstoffwechsel)**

**Online-Datenbank mit
Autoren- und Stichwortsuche**

Member of the



Indexed in SCOPUS/EMBASE/Excerpta Medica
www.kup.at/mineralstoffwechsel



Offizielles Organ der
Österreichischen Gesellschaft
zur Erforschung des Knochens
und Mineralstoffwechsels



Österreichische Gesellschaft
für Orthopädie und
Orthopädische Chirurgie



Österreichische
Gesellschaft
für Rheumatologie

Krause & Pachernegg GmbH · VERLAG für MEDIZIN und WIRTSCHAFT · A-3003 Gablitz

P.b.b. GZ02Z031108M, Verlagspostamt: 3002 Purkersdorf, Erscheinungsort: 3003 Gablitz

Erschaffen Sie sich Ihre ertragreiche grüne Oase in Ihrem Zuhause oder in Ihrer Praxis

Mehr als nur eine Dekoration:

- Sie wollen das Besondere?
- Sie möchten Ihre eigenen Salate, Kräuter und auch Ihr Gemüse ernten?
- Frisch, reif, ungespritzt und voller Geschmack?
- Ohne Vorkenntnisse und ganz ohne grünen Daumen?

Dann sind Sie hier richtig



Die gezielte physiotherapeutische Nachbehandlung nach Kyphoplastie – moderne Aspekte und Konzepte

S. Becker

Die minimal-invasive Therapie osteoporotischer Wirbelfrakturen mit Kyphoplastie beeinflusst die Statik der Wirbelsäule, welche einen entscheidenden Einfluß auf das Gleichgewicht des Patienten hat. Eine neue operative Behandlungsmethode erfordert eine entsprechend adaptierte moderne physiotherapeutische Nachbehandlung. In diesem Artikel werden mehrere moderne Konzepte der Nachbehandlung vorgestellt, um die Wiedereingliederung der kyphoplastierten Patienten in ihr Umfeld zu erleichtern und das allgemeine Sturzrisiko zu mindern.

The minimal invasive stabilisation of osteoporotic vertebral fractures with kyphoplasty is changing the spinal alignment which is strongly influencing the balance of the patient. A new operative treatment requires a consecutive adapted modern physiotherapeutic treatment. We are proposing several modern concepts of physiotherapeutic treatment and rehabilitation which facilitate the reintegration of patients after kyphoplasty into their social environment and reduce the risk of falls. J Miner Stoffwechs 2004; 11 (Suppl 3): 19–23.

Die Osteoporose ist eine Erkrankung, deren Diagnostik und insbesondere deren Therapie eine multidisziplinäre Zusammenarbeit erfordert. Dies gilt besonders, wenn es bereits zu einer osteoporotischen Wirbelkörperfraktur (WKF) gekommen ist. Die WKF ist die häufigste Komplikation bei Osteoporose und verschlimmert das Krankheitsbild entscheidend. Bei der WKF muß die medikamentöse und chirurgische Therapie entsprechend angepaßt werden, insbesondere aber auch die physiotherapeutische Behandlung.

Die positive Wirkung der Physiotherapie für Patienten mit Osteoporose ohne WKF ist wissenschaftlich gut belegt [1–3]. Hingegen gibt es bisher kein evaluiertes Behandlungskonzept für Osteoporosepatienten nach minimal-invasiv versorgter WKF, aber gerade dieser Patientengruppe darf eine adäquate Nachbehandlung nicht vorenthalten werden, da diese Patienten multifaktoriell gefährdet sind.

Haltung und Gleichgewicht (Körperschwankungen) verändern sich negativ mit zunehmendem Alter und korrelieren mit der Sturzgefahr [4]. Kommt es zum Sturz, bedingt eine erniedrigte Knochenmasse eine erhöhte Frakturgefahr des Knochens, was insbesondere Osteoporosepatienten gefährdet. Ist gleichzeitig auch noch das Bewegungsverhalten im Sinne einer Koordinationsstörung verändert, kommt es zum unphysiologischen Fallverhalten mit weitreichenden Folgen.

Besonders gefährdet sind Patienten mit einer ausgeprägten Kyphose, da hier die Regel zutrifft: Je größer die Kyphose, desto schlechter die Balance, desto größer das Sturzrisiko [4]. In der Literatur wird in diesem Zusammenhang darauf aufmerksam gemacht, daß insbesondere das Körpergleichgewicht eine wichtige Voraussetzung für die Durchführung und Bewältigung der körperlichen Aktivitäten im Alltag darstellt. Durch Störungen der Gleichgewichtsfähigkeit kommt es häufig zu Stürzen, zur Angst vor erneuten Stürzen und daraus resultierend zum Vermeidungsverhalten in entsprechenden Situationen bzw. eine Neigung zur Inaktivität [5].

Die Möglichkeiten der Physiotherapie, der Progredienz einer Kyphose entgegenzuwirken, sind bzgl. ihrer Effektivität

beschränkt. Eine alleinige Muskelaktivierung reicht nicht aus, um eine aktive Aufrichtung des Patienten zu erreichen. Die Unterstützung durch ein Korsett ist umstritten, da die Osteoporose durch die immobilisierende Maßnahme eher noch begünstigt wird und durch die Mobilitätsreduktion zusätzlich Risikofaktoren wie Thrombose und pulmonale Probleme zu beachten sind.

Durch die Kyphoplastie gibt es nun ein minimal-invasives Verfahren, das erstmals eine Korrektur der kyphotischen Fehlstellung ermöglicht. Für die Physiotherapie ergeben sich daraus neue Ansätze in der postoperativen Behandlung, da der Patient viel eher effektiv behandelt werden kann und der Patient viel schneller aktiv und vor allem ohne Korsett am Rehabilitationsprozeß teilnehmen kann.

So gilt zusammenfassend der Leitsatz: Die Vermeidung einer Kyphose ist aktive Sturzprophylaxe!

Knochendichte

Wie keine andere Maßnahme wirkt körperliche Belastung in vielfältiger Weise auf das Frakturrisiko ein. Neben einer Reduktion der Sturzhäufigkeit [6] zeigt auf der einen Seite eine große Anzahl von Interventionsstudien [1] positive Effekte eines körperlichen Trainings auf die Knochendichte bei Männern und Frauen unterschiedlichen Lebensalters. Auf der anderen Seite ist noch nicht eindeutig bewiesen, daß Krafttraining einen positiven Effekt auf die Knochendichte und damit auf das Frakturrisiko hat, auch wenn bisherige Ergebnisse von Studien ermutigend waren [3]. Trotz einer Fülle von Untersuchungen steht aber die ideale Vorgehensweise zur Steigerung oder zum Erhalt der Knochenfestigkeit noch nicht fest.

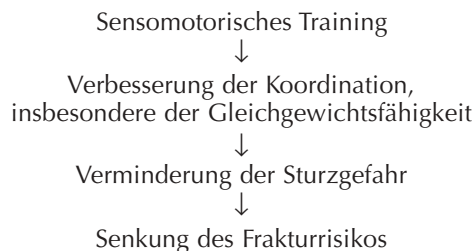
In Tierversuchen wurde nachgewiesen, daß mechanische Belastung des Knochens zu einer Reorganisation der Knochentrabekel ohne Zunahme der Knochendichte führt [7]. Auf den Menschen übertragen könnte das bedeuten, daß (Kraft-) Training auch ohne Verbesserung der Knochendichte zu einem geringeren Frakturrisiko führen könnte.

Wissenschaftliche Erkenntnisse machen deutlich, daß die bisher vielfach verfolgte Zielstellung über ein Krafttraining eine Vergrößerung der Knochenmasse zu generieren

Korrespondenzadresse: Silke Becker, Physiotherapeutin, BSc. phys., 3. Orthopädische Abteilung, Orthopädisches Spital Wien-Speising, A-1130 Wien, Speisinger Straße 109. E-mail: Silke.Becker@gmx.at

und so das Frakturrisiko bei älteren Personen, speziell Osteoporosepatienten, zu senken, nicht immer adäquat ist [8]. Weiterhin ist ein Gewinn an Knochenmasse in der betroffenen Altersgruppe eher unwahrscheinlich, weil die Belastungsreize, die für einen knochenanabolen Effekt gesetzt werden müßten, aufgrund der reduzierten Belastbarkeit und der häufig schlechten allgemeinen Fitness in dieser Altersgruppe gar nicht erreicht werden können [9].

Statt dessen muß die alters- bzw. indikationsspezifische Zielstellung lauten:



Sensomotorisches Training

Die Sensomotorik (physiologischer Begriff) bzw. die Koordination (sportwissenschaftlicher Begriff) ist eine Fähigkeit, die primär auf den Prozessen der Informationsaufnahme und -verarbeitung basiert. Sie ist an folgende Faktoren gebunden:

- funktionsfähige Wahrnehmung,
- intaktes Nervensystem,
- leistungsfähige Skelettmuskulatur.

Laube [10] verweist darauf, daß Teile des sensomotorischen Systems nie selektiv (einzeln) angesprochen oder in Funktion versetzt werden können. Rezeptoren sind nicht trainierbar, sondern nur das funktionelle (sensomotorische) System als Ganzes.

Für die Praxis leitet sich daraus die Notwendigkeit ab, Trainingsprogramme zu entwickeln, welche das sensomotorische System als Ganzes trainieren. Dies schließt die Aufgabe ein, auf neue, unerwartete Impulse adäquat und schnell im Bewegungsablauf zu reagieren, also die reflektorische Bewegungskontrolle zu optimieren. Die Aufrechterhaltung der Haltung während des Bewegungsablaufes ist eine der Hauptaufgaben des sog. tiefen Stabilisierungssystems (Beckenbodenmuskulatur, Zwerchfell und M. transversus abdominis bilden zusammen mit den monosegmentalen Anteilen des M. erector spinae das tiefe Stabilisierungssystem der Wirbelsäule).

Sensomotorisches Training beinhaltet demzufolge ein Training des gesamten sensomotorischen Systems, von der Informationsaufnahme (Wahrnehmung) über die Bewegungsausführung bis zur Bewegungsspeicherung. Es stellt die einzige Möglichkeit dar, die kurze autochthone Rückenmuskulatur als Bestandteil des tiefen Stabilisierungssystems zu trainieren, da diese nur reflektiv aktiviert wird und autonom arbeitet (z. B. auf einen Gleichgewichtsimpuls). Damit kann der Körperschwerpunkt unbewußt verlagert werden, um posturale Antworten des tiefen Stabilisierungssystems zu stimulieren.

Zur Ausprägung von neuen Bewegungsprogrammen bzw. zur Korrektur bestehender Bewegungsprogramme im Kleinhirn bedarf es vieler (tausender) Übungswiederholungen [11]. Dies erfordert einerseits viel Zeit und ist ande-

rerseits häufig mit dem Risiko von Überlastungsreaktionen bis hin zu Schäden verbunden. Zudem zeigen Interventionsstudien mit Osteoporosepatienten, daß gerade im fortgeschrittenen Alter die Sturzhäufigkeit und das Sturzverhalten sehr viel höher mit einer erhöhten Frakturrate korrelieren als die Knochendichte [12]. Im Umkehrschluß bedeutet dies, daß eine verbesserte Sensomotorik (Balance) für eine verminderte Frakturinzidenz wichtiger ist als eine verbesserte Muskelkraft und die damit verbundene Erhöhung der Knochendichte.

Diese Erkenntnis bestätigen auch Untersuchungen an Osteoporosepatienten mit ausgeprägter Kyphose [13]. Je unsicherer die Patienten in ihrem koordinativen Verhalten sind, desto größer ist der Gewinn durch ein sensomotorisches Training bezüglich des Gleichgewichts, das wiederum mit dem Sturzrisiko korreliert. Die Verbesserung der Gleichgewichtsfähigkeit im Rahmen der Koordinations-schulung bei alten Menschen und der damit verbundenen Reduktion von Stürzen stellt somit einen „konkreten Ansatz der Gesundheitsförderung“ dar [14].

Sensomotorisches Training erfüllt demnach folgende Funktionen:

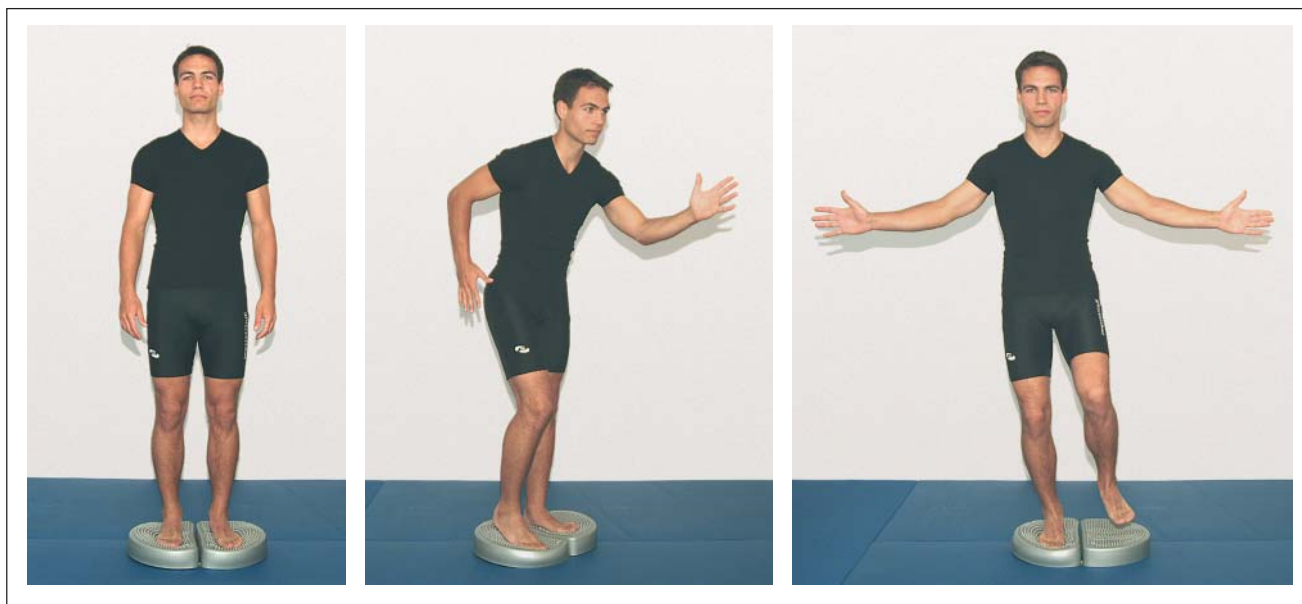
1. Erstellen eines neuen Bewegungsprogramms
2. Automatisieren der Bewegung

Sensomotorisches Training kann mit Geräten ausgeführt werden, die hohe Anforderungen an das Gleichgewicht stellen. Wir setzen zur Therapie den aerostep®, das Minitrampolin und den Gymnastikball ein. Diese Geräte sind einzeln nutzbar, können aber auch sinnvoll mit dem Thera-Band oder ähnlichen Geräten kombiniert werden. Weiterhin kann auch im alltäglichen Leben das Gleichgewicht trainiert werden.

aerostep®

Bei dem Trainingsgerät aerostep® handelt es sich um ein flexibles Zweikammer-Luftkissen mit glatter oder genoppelter Oberfläche. Die Übungssituation auf dem aerostep® ist dadurch gekennzeichnet, daß der Trainierende beim Üben seinen Körperschwerpunkt innerhalb der Unterstützungsfläche ständig zentrieren muß und so ein „Gefühl“ für seine Körperhaltung erlangt. Aufgrund des Anforderungsprofils des Gerätes (instabiler Untergrund, Noppenoberfläche) ist ein effektives Training des posturalen Systems, insbesondere propriozeptiver und taktiler Anteile möglich.

Der aerostep® zeichnet sich auch dadurch aus, daß er ein ideales Trainingsgerät für den häuslichen Einsatz ist. Anders als beispielsweise ein Pezziball ist der aerostep® auch bei geringem Platzangebot noch sinnvoll einsetzbar. In einer eigenen Untersuchung [15] konnten wir feststellen, daß das sensomotorische Training auf dem aerostep® geeignet ist, die sensomotorische Leistungsfähigkeit älterer Personen, insbesondere Osteoporosepatienten, zu verbessern. Signifikante Verbesserungen fanden sich insbesondere im Bereich der statischen und dynamischen Gleichgewichtsfähigkeit. Diese Verbesserungen basierten primär auf Anpassungen im peripheren Vestibulärsystem sowie auf einer Erhöhung und Präzisierung der sagittalen Bewegungsgeschwindigkeit. Überdies deuten unsere Ergebnisse auf eine Reduktion der Sturzgefahr durch das Training auf dem aerostep® hin. Neben der objektiven und subjektiven Wirksamkeit dieses Trainingskonzeptes sind seine Praktikabilität und Akzeptanz bei den Trainierenden hervorzuheben. Ausgehend von diesen Studienergebnissen ist festzustellen, daß dem Einsatz dieses Trainingsgerätes



Abbildungen 1–3: Übungsmöglichkeiten auf dem aerostep®



Abbildung 4: Osteoporosegruppe beim Training auf dem aerostep®

bei zielgerichtetem und qualifiziertem Umgang fast keine Grenzen gesetzt sind (Abb. 1–4)

Mini-Trampolin

Alle Körperhaltungen und Körperbewegungen beinhalten Gleichgewichtsaspekte, weshalb dem Training des Gleichgewichts besondere Bedeutung zukommt, gilt doch das Gleichgewichtsvermögen als Inbegriff der koordinativen Handlungskompetenz, die ihrerseits wesentlich für die Erhöhung der Alltagskompetenz (Lebensqualität) verantwortlich ist.

Der Vorteil des Minitrampolins gegenüber ähnlichen Trainingsformen auf festem Untergrund (z. B. Seilspringen, Laufen) besteht darin, daß der Bremsweg auf dem gefedernten Trampolin länger ist als auf harter Unterlage (Abb. 5). Dadurch werden Belastungsspitzen und Überbeanspruchungen des passiven und aktiven Stütz- und Bewegungssystems vermieden. Auf dem Trampolin finden alle Körperbewegungen primär in der Transversalebene unter ständiger und direkter Ausnutzung der Schwerkraft statt.

Der Körper erfährt auf dem Trampolin eine doppelt bis dreifach so große Beschleunigung wie bei normalen

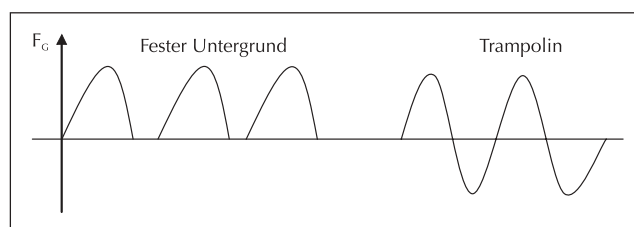


Abbildung 5: Belastungscharakteristika des Trampolin

Bewegungen. Da sich die Belastung aber relativ langsam aufbaut, können die Strukturen des Körpers die höheren Kräfte besser abfangen. Durch die Erhöhung des Trainingseffektes aufgrund der Beschleunigungskräfte wird die Zeitdauer der Behandlungssequenzen wesentlich verkürzt [16].

Das Training auf dem Trampolin spricht vor allem die kleinen, monosegmentalen Rückenstrecker an, die willkürlich nicht aktivierbar sind und deshalb nur reflektorisch trainiert werden können. Dies stellt einen wichtigen Beitrag zur Verbesserung der Funktionsfähigkeit des tiefen Stabilisierungssystems und damit zur besseren Haltungskontrolle dar. Deshalb ist das Trampolin ein ideales Trainingsgerät für Osteoporosepatienten.

Durch die Wirkung der wechselnden Gravitationskräfte während des Reboundings sind positive Effekte sowohl auf den Knochen als auch auf den Muskelstoffwechsel zu erwarten. Eine Frequenz von 3 Schwingungen pro Sekunde ist „normal“, es kommt es zu einer hochfrequenten Aktivierung der Rezeptoren (Abb. 6–13).

Durch erste Studienergebnisse [17] und persönliche mehrjährige Erfahrungen mit der Trampolinentherapie sehe ich das Minitrampolin als ein ideales Trainingsgerät für Osteoporosepatienten an. Neben den positiven Faktoren Reizintensität und Reizhäufigkeit (bis zu 180/Minute) hat das Minitrampolin einen sehr positiven Einfluß auf die Motivation der Patienten. Selbst Patienten, die zu Beginn der Therapie kritisch und skeptisch sind, wollen schon nach kurzer Zeit „gar nicht mehr aufhören“.

Soll die Trampolinentherapie nicht nur zum sensomotorischen Training genutzt werden, kann sie (gleichzeitig) für ein Training mit knochenanabolen Stimuli eingesetzt werden. Durch die Eigenschaften des Gerätes sind Wiederholungszahlen von über 3500 pro Trainingseinheit kein Problem, um zusammen mit der Reizhöhe positive Effekte auf den Knochen zu haben. Denn laut Kemmler [18] gilt: Je niedriger die Reizhöhe, desto höher sollte die Reizhäufigkeit sein. Danach können auch Verformungen von unter 1000 μS bei adäquater Reizhäufigkeit einen positiven Einfluß auf den Knochen nehmen.

Outdoortraining

Neben der Integrierung von Übungseinheiten in das tägliche Leben und das persönliche Umfeld ist es für die Patienten ebenso wichtig, daß sie nicht nur unter künstlichen Bedingungen in Turnhallen o. ä., sondern auch in realen Umgebungen trainieren. Das Überqueren einer Straße mit hohen Bordsteinen, das Einsteigen in öffentliche Verkehrsmittel, das Gehen auf unebenem Boden z. B. im Wald sollte geübt werden, denn nur wenn die Patienten wissen, daß sie diese Hürden gefahrlos bewältigen können, werden sie sich diesen Situationen auch stellen. Ansonsten besteht schnell die Gefahr einer sozialen Isolation, wenn die Patienten den Mut verlieren, sich außerhalb ihres gewohnten Umfeldes zu bewegen. Damit wird der optimale chirurgische Erfolg der Kyphoplastie in Frage gestellt, da der Patient zwar schmerzfrei ist, sich in seinem Umfeld jedoch trotzdem nicht zurechtfindet.

Die in den Abbildungen gezeigten Fotos vom Besuch eines Spielplatzes sollen eine Möglichkeit zu Aktivitäten in der freien Natur aufzeigen. Viele der Osteoporosepatienten sind Großeltern und können so die Zeit mit den Enkelkindern auch für ihre Gesundheit positiv nutzen (Abb. 14–16).

Unabhängig davon welche Nachbehandlung gewählt wird, so muß sie gewisse Ansprüche erfüllen:

1. Realisierbar und motivierend für den Patienten
2. Positiver Einfluß auf die Knochenparameter

Wichtig ist es, daß jeder Patient, der an einem Trainingsprogramm teilnimmt, Übungen erlernt, die er allein und sicher zu Hause möglichst ohne großen zusätzlichen Aufwand ausführen kann, denn nur Übungen, die quasi in den Alltag integriert werden können, werden auch tatsächlich über einen längeren Zeitraum vom Patienten durchgeführt.

Alle Studienergebnisse und Überlegungen nutzen wenig, wenn der Patient nicht motiviert ist bzw. motiviert werden kann, Eigenverantwortung für sich zu übernehmen, indem er regelmäßig trainiert. Hier sind Ärzte, Therapeuten und Angehörige gleichermaßen gefragt, um positiv auf den Patienten einzuwirken. Wichtig ist es weiterhin, daß die Erwartungen, die an den Patienten gerichtet werden, realistisch und realisierbar sind. Nur sehr wenige Patienten werden täglich über eine Stunde trainieren und das



Abbildungen 6–13: Übungsmöglichkeiten auf dem Minitrampolin

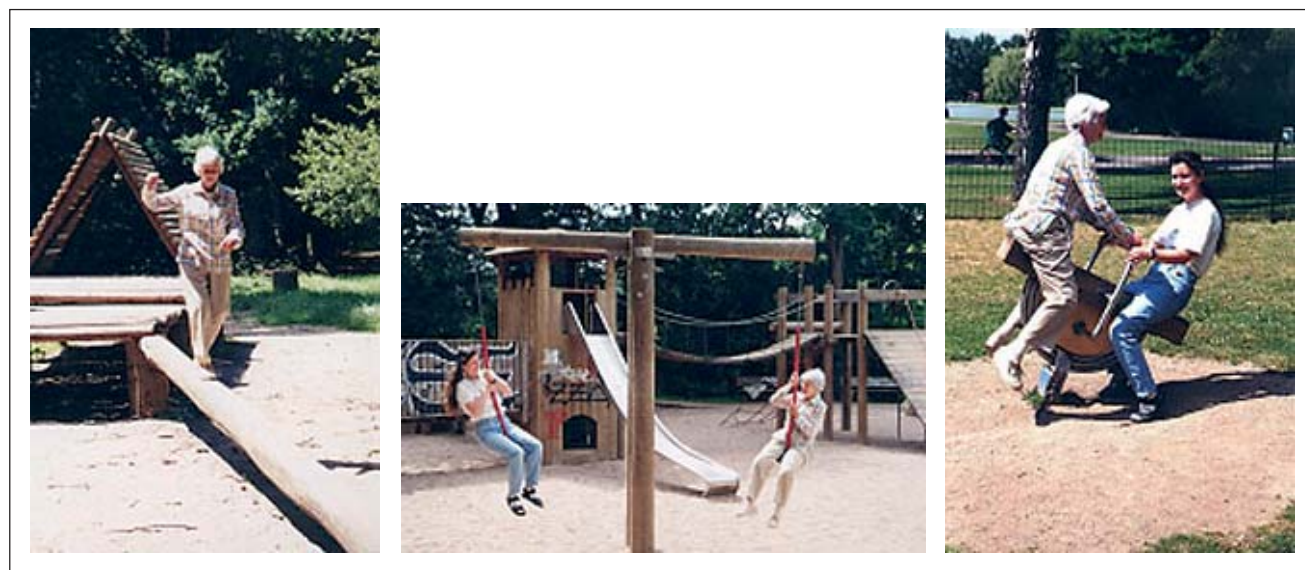
über viele Jahre hinweg. Je geringer der materielle, zeitliche und räumliche Aufwand des Patienten zur Durchführung eines Trainingsprogramms ist, desto größer ist die Wahrscheinlichkeit, daß es auch tatsächlich durchgeführt wird. Spaß ist dabei ein großer Motivationsfaktor, deshalb ist es wichtig, persönliche Vorlieben des Patienten zu berücksichtigen. So konnte in einer Wiener Studie [19] sogar der positive Effekt einer Seniorentanzgruppe auf die Knochendichte bei osteoporotischen Frauen nachgewiesen werden. Über kurz oder lang wird jeder Patient nur das Trainingsprogramm regelmäßig durchführen, zu dem er motiviert ist.

Schlußfolgerung

Die Kyphoplastie gewährleistet die Aufrichtung der Kyphose und die Schmerzfreiheit und sofortige Mobilisation des Patienten. Jedoch ist jede chirurgische Maßnahme nur so gut wie ihre physiotherapeutische Nachbehandlung. Es nützt nichts, die Patienten schmerzfrei nach Hause zu entlassen, wo sie nicht alleine zurechtkommen und das erhöhte Sturzrisiko weiterhin bestehen bleibt. Auch wenn diesbezüglich noch Nachuntersuchungen nach Kyphoplastie fehlen, sollten die zuvor genannten Maßnahmen aus der Behandlung osteoporotischer Patienten angewandt und wie vorgeschlagen adaptiert werden. Nur so kann die Situation des Patient nicht nur klinisch und röntgenologisch, sondern auch hinsichtlich des Gesamtbefindens und -verhaltens auf Dauer gebessert werden.

Literatur:

1. Bérard A, Bravo G, Gauthier P. Metaanalysis of the effectiveness of physical activity for the prevention of bone loss in postmenopausal women. *Osteoporos Int* 1997; 7: 331–7.
2. Wolff I, Croonenborg van JJ, Kemper HCG, Kostense PJ, Twisk JWR. The effect of exercise training programs on bone mass: a metaanalysis of published controlled trials in pre- and postmenopausal women. *Osteoporos Int* 1999; 9: 1–12.
3. Sinaki M, Itoi E, Wahner HW et al. Stronger back muscles reduce the incidence of vertebral fractures: a prospective 10 year follow-up of postmenopausal women. *Bone* 2002; 30: 836–41.
4. Lynn SG, Sinaki M, Westerlind KC. Balance characteristics of persons with osteoporosis. *Arch Phys Med Rehabil* 1997; 78: 273–7.
5. Skelton DA. Effects of physical activity on postural stability. *Age and Ageing* 2001; 30 (S4): 33–9.
6. Robertson MC, Campbell AJ, Gardner MM, Devlin N. Preventing injuries in older people by preventing falls: A meta analysis of individual-level data. *J Am Geriatr Soc* 2002; 50: 905–11.
7. Jarvinen TL, Kannus P, Sievanen H et al. Randomized controlled study of effects of sudden impact loading on rat femur. *J Bone Miner Res* 1998; 13: 1475–82.
8. Papaioannou A, Adachi JD, Winegard K et al. Efficacy of home-based exercise for improving quality of life among elderly women with symptomatic osteoporosis-related vertebral fractures. *Osteoporos Int* 2003; 14: 677–82.
9. Platen P. Osteoporose – sind Prävention und Therapie durch Sport möglich? Bundesgesundheitsbl Gesundheitsforsch Gesundheitsschutz 2001; 44: 52–9.
10. Laube W. Koordination und Sensomotorisches System in der Rehabilitation. In: Müller, Becker, Röhl, Seidel (Hrsg). *Ausgewählte Aspekte der Physikalischen und Rehabilitativen Medizin*. GFBB Verlag, Bad Kösen, 2001.
11. Meinel K, Schabel G. *Bewegungslehre – Sportmotorik: Abriss einer Theorie der sportlichen Motorik unter pädagogischem Aspekt*. 9. Auflage. Sportverlag, Berlin, 1998.
12. Drinkwater BC, McCloy H. „Research lecture: Does physical activity play a role in preventing osteoporosis ?” *Research Quarterly for Exercise and Sport* 1995; 3: 197–206.
13. Sinaki M, Lynn SG. Reducing the risk of falls through proprioceptive dynamic posture training in osteoporotic women with kyphotic posturing: a randomized pilot study. *Am J Phys Med Rehabil* 2002; 81: 241–6.
14. Bös K, Brehm W. *Gesundheitssport – Ein Handbuch*. Hofmann, Schorndorf, 1998.
15. Schwesig R, Müller K, Becker S, Kreutzfeldt A. Entwicklung und Evaluation eines sensomotorischen Trainingsprogramms auf dem aerostep®. *Bewegungstherapie und Gesundheitssport* 2004; in Druck.
16. Bayerlein R. Rebounding, Training und Therapie auf dem Minitrampolin – eine Einführung in das Rebounding und eine Anleitung für Patienten. Haug-Verlag, 1997.
17. Schwesig R, Scholz K, Kreutzfeldt A, Müller K, Becker S. Sensomotorisches Training auf dem Minitrampolin. *Bewegungstherapie und Gesundheitssport* 2004; 20: 1–10.
18. Kemmler W, von Stengel S, Weineck J, Engelke K. Empfehlungen für ein körperliches Training zur Verbesserung der Knochenfestigkeit: Schlussfolgerungen aus Tiermodellen und Untersuchungen an Leistungssportlern. *Dtsch Z Sportmed* 2003; 11: 306–16.
19. Kudlacek S, Pietschmann P, Bernecker P, Resch H, Willvonseder R. Effect of dancing on bone mass. *Am J Phys Med Rehabil* 1997; 76: 477–81.



Abbildungen 14–16: Outdoortraining

Mitteilungen aus der Redaktion

Besuchen Sie unsere zeitschriftenübergreifende Datenbank

☒ [Bilddatenbank](#)

☒ [Artikeldatenbank](#)

☒ [Fallberichte](#)

e-Journal-Abo

Beziehen Sie die elektronischen Ausgaben dieser Zeitschrift hier.

Die Lieferung umfasst 4–5 Ausgaben pro Jahr zzgl. allfälliger Sonderhefte.

Unsere e-Journale stehen als PDF-Datei zur Verfügung und sind auf den meisten der marktüblichen e-Book-Readern, Tablets sowie auf iPad funktionsfähig.

☒ [Bestellung e-Journal-Abo](#)

Haftungsausschluss

Die in unseren Webseiten publizierten Informationen richten sich **ausschließlich an geprüfte und autorisierte medizinische Berufsgruppen** und entbinden nicht von der ärztlichen Sorgfaltspflicht sowie von einer ausführlichen Patientenaufklärung über therapeutische Optionen und deren Wirkungen bzw. Nebenwirkungen. Die entsprechenden Angaben werden von den Autoren mit der größten Sorgfalt recherchiert und zusammengestellt. Die angegebenen Dosierungen sind im Einzelfall anhand der Fachinformationen zu überprüfen. Weder die Autoren, noch die tragenden Gesellschaften noch der Verlag übernehmen irgendwelche Haftungsansprüche.

Bitte beachten Sie auch diese Seiten:

[Impressum](#)

[Disclaimers & Copyright](#)

[Datenschutzerklärung](#)