

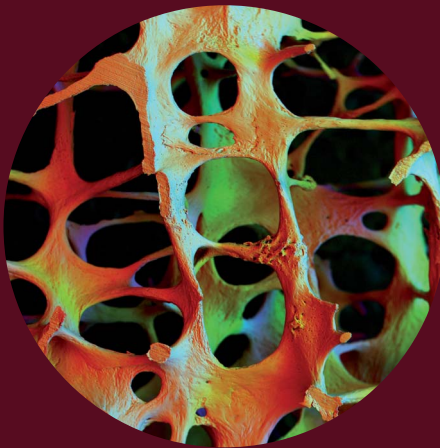
A

Vibrationstraining als neue Trainingsmethode zur Reduktion des Frakturrisikos

Als problematisch stellt sich dar, dass bei der älteren Bevölkerungsschicht die Akzeptanz für intensitätsbetonte Übungsprogramme gering ist. Ferner geht man davon aus, dass intensitätsbetonte Sportprogramme für ältere Menschen ein erhöhtes Risiko für Verletzungen und Überlastungen beinhalten bzw. bei eingeschränkter physischer Leistungsfähigkeit und bestehenden Erkrankungen entsprechende osteogene Belastungsintensitäten gar nicht realisierbar sind. In diesem Zusammenhang wird in letzter Zeit der Einsatz des Vibrationstrainings, bei dem man auf oszillierenden Plattformen Übungen ausführt, diskutiert. Da Knochengewebe neben der Reizhöhe im Sinne der maximalen Verformung auch eine Sensibilität bezüglich der Rezhäufigkeit und Reizfrequenz aufweist, entfalten auch Reize mit niedriger Intensität eine osteogene Wirkung, wenn sie mit einer entsprechend hohen Frequenz bzw. damit verbunden mit einer hohen Rezhäufigkeit appliziert werden [Übersicht in 5,16]. Die Ergebnisse tierexperimenteller Studien, in denen der Einfluss von hochfrequenten Vibrationen mit niedriger Intensität auf den Knochenmetabolismus ermittelt wurde, sind äußerst vielversprechend [9]. Die Ergebnisse der wenigen humanen Studien, die den Einfluss eines Vibrationstrainings auf die Knochendichte ermitteln, sind hingegen uneinheitlich [Übersicht in 14]. Immerhin zeigt ein Vibrationstraining in nahezu der Hälfte der Studien eine positive Wirkung auf den Knochen. Die Unterschiede in den Studienergebnissen sind sicherlich nicht zuletzt darauf

zurückzuführen, dass die Studien hinsichtlich der untersuchten Kollektive, der mechanischen Belastungsprotokolle (Dauer, Frequenz, Amplitude, Übungen, Häufigkeit) und der gewählten Endpunkte im Sinne der osteodensitometrischen Messungen äußerst heterogen sind. Unterschiede in der mechanischen Belastung resultieren ferner aus dem verwendeten Plattentyp. Hier unterscheidet man seiternalternierende Platten, bei denen die Platte um eine zentrale Achse rotiert, von bilateral-symmetrisch oszillierenden Platten.

Neben dem Effekt auf den Knochen, entfalten Vibrationsstimuli auch eine Wirkung im neuromuskulären Bereich. So wird über den sog. tonischen Vibrationsreflex, der überwiegend auf dem Muskeldehnungsreflex basiert, eine erhöhte Muskelaktivität induziert, wobei man auch von einer vermehrten Rekrutierung von Typ 2 Fasern ausgeht [3,7]. Auf der Basis der erhöhten neuromuskulären Aktivierung unter Vibration lassen sich positive Langzeiteffekte in der neuromuskulären Leistungsfähigkeit erklären, die in einer Reihe von Studien berichtet werden. So führte ein Ganzkörpervibrationstraining bei älteren Frauen zu einer Steigerung der Maximalkraft [6,8,11-13] und Muskelleistung [10,11] der Beine. Ferner konnte in Studien eine positive Beeinflussung des Gangbildes [1,4] und des Gleichgewichtsvermögens [1,4,6,13] durch Ganzkörpervibrationstraining erreicht werden. In einer eigenen Studie mit 151 älteren Frauen konnten wir mit einem kombinierten Allround-Training mit Vibration die Sturzhäufigkeit effektiver beeinflussen als mit einem isolierten Allround-Training [15]. Jedoch ist der Wissensstand zum Thema Vibrationstraining sowohl was Wirkung



© Alan Boyde

Beeinflussung des Osteoporoserisikos durch Bewegung und Sport_ Trainingsstrategien zur Reduktion des Frakturrisikos – Teil 2



und Wirkmechanismen als auch was sinnvolle trainingsmethodische Vorgehensweisen angeht, sehr defizitär, und es bedarf weiterer Untersuchungen, bevor konkrete Trainingsempfehlungen gegeben werden können. Sollte sich der positive Effekt von Ganzkörpervibrationstraining auf den Knochen und die neuromuskuläre Leistungsfähigkeit in weiteren humanen Studien bestätigen, so besitzt es ein großes Potenzial, da es im klinischen Bereich als kostengünstige Maßnahme sowohl zur Prävention als auch zur Therapie der Osteoporose Anwendung finden könnte.

Krankenkassen unterstützen Bewegungsprogramme

Als Arzt hat man die Möglichkeit bei der Indikation Osteoporose ein Trai-

ning zu verordnen (Antrag auf Kostenerstattung beim Rehabilitations-sport/Funktionstraining). Diese Verordnung muss vor der Aufnahme des Trainings von der Krankenkasse genehmigt werden und belastet das Budget nicht. Beim Rehabilitationssport sind 50 Übungseinheiten über 18 Monate die Regel, während das Funktionstraining über ein Jahr ohne Begrenzung der Anzahl der Trainingseinheiten wahrgenommen werden kann. Vereine, die über die entsprechende Qualifikationen verfügen, kann man über den deutschen Behindertensportverband (DBS) und die deutsche Rheumaliga bzw. über die entsprechenden regionalen Organisationen ausfindig machen.

Eine weitere Möglichkeit, Unterstützung seitens der Kassen zu erhalten, sind die sog. „Präventionskurse“ (gemäß § 20 SGB 5). Bei qualifizierten

Anbietern wird hier von den meisten gesetzlichen Kassen ein Großteil der Kurskosten zurückerstattet. Dass sich aus ökonomischer Sicht eine Förderung von Präventions- und Rehabilitationssportangeboten langfristig auszahlt, belegen eigene Daten, wonach durch geeignete Programme die Krankheitskosten insgesamt um ca. 20 % reduziert werden konnten [3]. ●

Literatur

1. Bautmans I, Van Hees E, Lemper JC, Mets T. The feasibility of Whole Body Vibration in institutionalised elderly persons and its influence on muscle performance, balance and mobility: a randomised controlled trial. BMC Geriatr 2005;5:17.
2. Bebenek M, Kemmler W, von Stengel S, Engelke K. Effekte sportlichen Trainings auf Gesundheitskosten über 65-jähriger Frauen. Osteologie 2008;17: A22.
3. Bosco C, Colli R, Introiini E et al. Adaptive responses of human skeletal muscle to vibration exposure. Clin Physiol 1999;19: 183-7.
4. Bruyere O, Wuidart MA, Di Palma E et al. Controlled whole body vibration to decrease fall risk and improve health-related quality of life of nursing home residents. Arch Phys Med Rehabil 2005;86:303-7.
5. Kemmler W, von Stengel S, Beeskow C et al. Umsetzung moderner trainingswissenschaftlicher Erkenntnisse in ein knochenables Training für früh-postmenopausale Frauen. Die Erlanger Fitness Osteoporose Präventionsstudie (EFOPS). Osteologie 2004;13:65-77.
6. Mori S, Tuji S, Kawamoto M, Yamada E et al. Six Month Whole Body Vibration Exercises Improves Leg Muscle Strength, Balance as well as Calcaneal Bone Mineral Density of Community Dwelled Elderly. JBMR 2006;1 Suppl: S249.
7. Rittweger J, Beller G, Felsenberg D. Acute physiological effects of exhaustive whole-body vibration exercise in man. Clin Physiol 2000;20 134-42.

Tab. 1: Trainingsziele und Inhalte im Bereich Osteoporose bei frühpostmenopausalen Frauen, älteren Personen mit präklinischer Osteoporose und älteren Personen mit klinischer Osteoporose

	Trainingsziel		
	Knochenfestigkeit	Sturzreduktion	Schmerzreduktion
Kollektiv			
Frühpostmenopausale Frauen	Krafttraining, Sprünge, high-impact Aerobic, Spilsportarten, Vibrationstraining		
Ältere Personen, präklinische Osteoporose	Krafttraining, low-impact Aerobic, kleine Spiele, intensivere Tanzformen, Vibrationstraining	Koordinationstraining (Gleichgewichtsschulung, TaiChi, Tanzen, Beinkrafttraining, allg. Mobilisierung, Vibrationstraining	
Ältere Personen, klinische Symptome	Kräftigungsübungen Tanzen, sanftes Vibrationstraining	Koordinationstraining (Gleichgewichtsschulung), TaiChi, Tanzen, Beinkrafttraining, allg. Mobilisation, sanftes Vibrationstraining	Funktionsgymnastik Wassergymnastik Krankengymnastik Rumpfkraftigung allg. Mobilisierung

Bewegungs- und Sportprogramme beeinflussen das Frakturrisiko“ doppelt: Über eine geringere Sturzneigung durch Verbesserung des neuromuskulären Leistungszustandes und eine positive Beeinflussung der Knochendichte. Während sich die Sturzhäufigkeit auf verschiedenen Wegen reduzieren lässt (auch sanfte Trainingsformen erzielen Effekte), bedarf es für die „Knochenfestigkeit“ spezifischer intensiver Reize. Das Vibrationstraining ist eine neue Methode, die über beide Pfade das Frakturrisiko senkt, stellt das Vibrationstraining dar.

8. Roelants M, Delecluse C, Goris M and Verschueren S. Effects of 24 weeks of whole body vibration training on body composition and muscle strength in untrained females. *Int J Sports Med* 2004; 25:1-5.
9. Rubin C, Judex S, Qin YX. Low-level mechanical signals and their potential as a non-pharmacological intervention for osteoporosis. *Age Ageing* 2006;35:Suppl2:ii32-ii36.
10. Runge M, Rehfeld G, Resnick E. Balance training and exercise in geriatric patients. *J Musculoskelet Neuronal Interact* 2000;1: 61-5.
11. Russo CR, Lauretani F, Bandinelli S et al. High-frequency vibration training increases muscle power in postmenopausal women. *Arch Phys Med Rehabil* 2003;84: 1854-7.
12. Sigrist M, Lammel C, Jeschke D. Krafttraining an konventionellen bzw. oszillierenden Geräten und Wirbelsäulengymnastik in der Prävention der Osteoporose bei postmenopausalen Frauen. *Dtsch Z Sportmed* 2006;57:182-8.
13. Verschueren SM, Roelants M, Delecluse C et al. Effect of 6-month whole body vibration training on hip density, muscle strength, and postural control in postmenopausal women: a randomized controlled pilot study. *J Bone Miner Res* 2004;19: 352-9.
14. von Stengel S, Kemmler W, Engelke K. Ganzkörpervibration - ein neuer Ansatz in der Osteoporoseprävention. *Osteologie* 2008;17: 24-30.
15. von Stengel S, Kemmler W, Engelke K, Kalender WA. Einfluss eines 18-monatigen Ganzkörpervibrationstrainings auf Frakturrisikofaktoren älterer Frauen. Vorläufige Ergebnisse der Erlanger Longitudinalen Vibrations-Studie (ELVIS). *Osteologie* 2008;17:7.
16. von Stengel S, Kemmler W, Kalender WA et al. Differential effects of strength versus power training on bone mineral density in postmenopausal women: a 2-year longitudinal study. *Br J Sports Med* 2007;41: 649-55.

Besonderen Dank für die Unterstützung unserer aktuellen Studien möchten wir der Elsbeth Bonhoff Stiftung aussprechen

INFODOC_ Früherkennung von Osteoporose erkennen

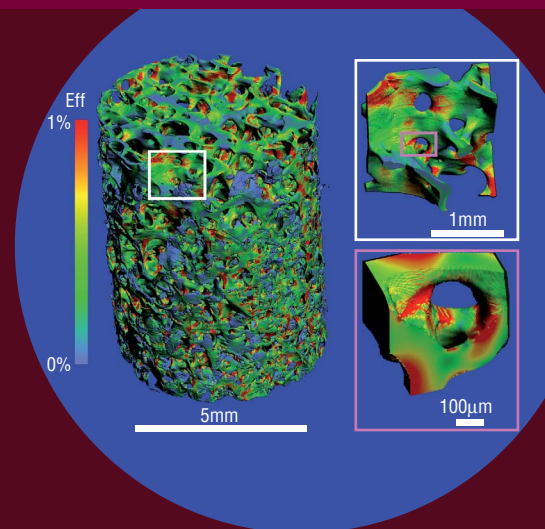
Forscher der ETH Zürich und des IBM Forschungslabors haben mit Hilfe eines Blue-Gene-Supercomputers von IBM die bisher umfassendste Simulation von menschlichen Knochenstrukturen durchgeführt. Die Simulation ist wichtig für die Entwicklung von besseren medizinischen Geräten zur Früherkennung und Behandlung von Osteoporose.

Sie wird heute durch die Messung der Knochendichte und -masse mithilfe spezieller Röntgen- oder CT-Verfahren diagnostiziert. Studien haben gezeigt, dass diese Verfahren nur bedingt Aufschluss über den tatsächlichen Zustand der Knochensubstanz geben.

Damit man das Fortschreiten der Osteoporose so gut wie möglich verhindern kann, ist eine frühzeitige Diagnose entscheidend. Forscher der ETH Zürich und von IBM haben nun ein Verfahren entwickelt, bei dem die Knochendichte gemessen und gleichzeitig die Belastbarkeit der Mikrostrukturen simuliert wird*. Im Ergebnis erhalten die Forscher eine genaue Abbildung der Knochenstärke in Abhängigkeit der Belastung. So lässt sich erkennen, an welcher Stelle und mit welcher Belastung der Knochen mit hoher Wahrscheinlichkeit brechen kann.



Hochauflösende (bis 6 Mikrometern), mit einem speziellen quantitativen CT erstellten Aufnahmen: Links: gesunder Knochen eines 78-jährigen, rechts: osteoporotischer Knochen eines 72-jährigen



5x5 mm großer Ausschnitt eines Rückenwirbelknochens unter einer Belastung, die dem Gewicht der Person im Stehen entspricht. Grüne und blaue Regionen bedeuten „stärkere“ Knochen, die rötlichen „schwächere“ Knochen

Professor Peter Arbenz, Leiter des Instituts für Computational Sciences an der ETH Zürich, betont zudem die wachsende Bedeutung von hochentwickelten numerischen Modellen für die schnelle Lösung bei immer komplexeren Systemen. Hierbei stellt die vorliegende Arbeit einen wichtigen Schritt auf dem Weg zur Anwendung von solchen Simulationen in der Praxis dar. „Wir befinden uns am Anfang einer vielversprechenden Reise und müssen diese Forschung weiterverfolgen, um das Ziel – der erfolgreiche Einsatz solcher Technologien in der Medizin – zu erreichen“, so Arbenz. In der nächsten Projektphase geht es für die Forschenden von ETH Zürich und IBM darum, das Verfahren zu erweitern und so die tatsächliche Entstehung von Frakturen in individuellen Fällen simulieren zu können – ein weiterer Schritt in der Entwicklung von zuverlässigen und präzisen Methoden zur Früherkennung von Osteoporose in der Praxis. (iwd)

* Arbenz P et al., Bekas C, Curioni A. Extreme Scalability Challenges in Analyses of Human Bone Structures. Fachkonferenz IACM/ ECCOMAS, Veldig 2008.