

W. Kemmler, H. Riedel

Körperliche Belastung und Osteoporose

Einfluß einer 10monatigen Interventionsmaßnahme auf ossäre und extraossäre Risikofaktoren einer Osteoporose

The influence of a 10 month training program on risk factors in osteoporosis

Institut für Medizinische Physik Erlangen

Zusammenfassung

Wir erfaßten die Auswirkungen einer komplexen, 10monatigen Trainingsmaßnahme der Ausdauer, Kraft und der koordinativen Fähigkeiten auf ossäre und extraossäre (Parameter, denen gegenwärtig ein Haupteinfluß auf Sturz und Bruch zugewiesen wird) Risikofaktoren einer Osteoporose sowie Aspekte der Lebensqualität. Insgesamt 108 Frauen (56 ± 9 J.) mit unterschiedlichem Knochenstatus und ohne spezifische, den Knochenmetabolismus betreffende, Medikation nahmen an der Untersuchung teil. Unter Berücksichtigung der körperlichen Leistungsfähigkeit und des Osteoporosegrads der Teilnehmer wurden weitestgehend homogene Trainingsgruppen gegliedert, die ein körperliches Training unter konsequenter Beachtung der von *Senn* (30) beschriebenen „Knochenfaktoren“ sowie neuerer Erkenntnisse der Trainingsplanung durchführten. Um einen hohen Grad der Übertragbarkeit unserer Ergebnisse auf die Trainingspraxis ambulanter Bewegungsangebote zu realisieren, erfolgte eine Orientierung an den organisatorischen Rahmenbedingungen dieser Gruppen.

Zusammenfassend zeigte sich für unsere retrospektiv nach der Trainingshäufigkeit gegliederten Gruppen das folgende Ergebnis. Für die häufig trainierende Gruppe (>2mal - max. 4mal/Woche; n=63) konnten, besonders für die LWS-Region, signifikante Verbes-

serungen ossärer Parameter (BMD: +2.2 %***; Wirbelkörperbreite: +0.8 %*) erfaßt werden. Geringer zeigten sich die Verbesserungen an der Schenkelhals-Region (BMD-Schenkelhals: +0.5 %; BMD-Ward: +0.9 %; BMD-Trochanter: +0.6 %) und am Gesamtkörper (Gesamtkalzium: +0.6 %). Die weniger häufig trainierende Gruppe (mindestens 1mal - max. 2mal/Woche; n=20) zeigte für alle erfaßten Körperregionen wesentlich geringere positive Veränderungen, während die nicht trainierende Kontrollgruppe (n=25) besonders an der Schenkelhalsregion deutliche Substanzverluste (-1.1%) aufwies. Zwischen häufig trainierender Gruppe und Kontrollgruppe zeigten sich bezogen auf die prozentuale Veränderung der BMD an LWS und Ward'schem Dreieck signifikante Unterschiede.

Für die Trainingsgruppen konnten bezogen auf die von uns erfaßten konditionellen und koordinativen Parameter Ausdauerleistungsfähigkeit, isometrische Maximalkraft, Beweglichkeit, Reaktions-, Orientierungs- und Gleichgewichtsfähigkeit, aber auch für die Variablen Befindlichkeit und Schmerzreduktion sehr deutliche, signifikante Verbesserungen meist in positiver Abhängigkeit von der Trainingshäufigkeit erfaßt werden.

Zusammenfassend führt somit ein körperliches Training unter konsequenter Beachtung von „Knochenfaktoren“ und neuerer Trainingsmethodischer Richtlinien, auch unter der Vorgabe einer Orientierung an derzeitigen Rahmenbedingungen ambulanter

Bewegungsprogramme, zu einer sehr positiven Beeinflussung ossärer und extraossärer Risikofaktoren sowie zu einer Erhöhung der Lebensqualität.

Summary

We investigated the effect of a 10-month training program concerning strength, endurance, and coordination exercises, on multiple risk factors (i.e. risk factors associated with bone-strength, risk factors associated with falls) of osteoporosis and aspects (pain, wellness) of quality of life. 108 women (56 ± 9 years) with different degrees of osteoporosis and without special medication affecting bone metabolism took part in our investigation. According to the physical fitness and the degree of osteoporosis of our participants we built homogenous training groups. They were trained under special regard of recent developments of physical sciences in particular the „factors“ impacting bone strength described by *Senn* (30). To make our results transformable to the training praxis of ambulant exercise groups we strictly copied their exercise conditions.

The exercise groups with different training frequencies (>2 - 4times/week, high frequency group vs. (1-maximum 2times/week, low frequency group vs. non training control-group) showed markedly different results. The high-frequency exercise group (n=63) showed a highly significant increase of the BMD of the lumbar spine (+2.2 %) and a significant increase of the mean lumbar vertebral width (+0.8 %) as determined by DXA. Increases of the femoral neck BMD and total body calcium (DXA) were smaller (neck: +0.5 %; ward: +0.9 %; total body calcium: +0.6 %) and statistically not significant. The low-frequency-exercise group (n=20) had less evident positive effects on all regions, while the non-training control group (n=25) showed a remarkable bone loss especially for the femoral neck region (-1.1 %). There are significant differences between the high frequency exercise group and the control group concerning the percentage changes of the BMD at the lumbar spine ($p < 0.001$) and at wards triangle ($p < 0.05$).

For both exercise-groups we could demonstrate significant positive increases of all recorded parameters which are closely rela-

ted to falls and fractures (endurance, isometric maximal strength, flexibility, reaction, orientation and balance) but also for quality of life parameters like wellness and pain-reduction. The degree of the positive effect seemed to be in a positive relationship to the training frequency.

These results suggest that a training program under special regard of recent results of physical sciences even adjusted to frame conditions of an ambulant training program markedly influences osteoporotic risk factors concerning bone strength and falls and improves quality of life.

Einleitung

Körperliche Belastung im Sinne eines sportlichen Trainings gilt als zentrales Element der Prävention und Therapie der Osteoporose. Während nun eine große Anzahl von prospektiven Studien oder Interventionsstudien positive Auswirkungen auf Knochenparameter (Übersicht u.a. in 8; 13; 19) erfassen, sind komplexe Untersuchungen, welche zusätzlich den Effekt gezielter körperlicher Belastung auf extraossäre Risikofaktoren einer Osteoporose oder/und Auswirkungen eines körperlichen Trainings auf Schmerz- und Befindlichkeitsparameter untersuchen, nicht zu finden.

Dabei sollte körperliches Training innerhalb der Prävention und Therapie mehr sein als eine fokussierte Beübung des Knochens. Epidemiologische Daten u.a. von *Poor et al.* (28) und *Cooper et al.* (3) zeigen, daß Risikofaktoren die in Zusammenhang mit Sturz und Bruch stehen, das Frakturrisiko (als definitive Zielgröße) deutlicher erhöhen, als Risikofaktoren des Knochens. Einwirkungen insbesondere auf sportmotorische Variablen die in enger Verbindung zu Sturz und Bruch gesehen werden, sollten somit (in Abhängigkeit von der fokussierten Zielgruppe) zentrale Inhalte jedes Bewegungsprogrammes zur Osteoporoseprophylaxe und -therapie sein.

Unser Anliegen war es nun zu überprüfen, ob die derzeit an ein Bewegungsprogramm zur Prophylaxe oder Therapie der Osteoporose gestellten Anforderungen wie - den Erhalt/den Ausbau wichtiger Variablen des Knochens, - die Verbesserung der Alltagsmotorik

- die Reduktion von Risikofaktoren, die derzeit in engem Zusammenhang mit einem Sturz bzw. Bruch gesehen werden
- sowie eine Verbesserung der Befindlichkeit, Schmerzreduktion, überhaupt, bzw. in welchem Maße innerhalb der Rahmenbedingungen eines ambulanten Bewegungsangebotes im Gruppenrahmen zu erfüllen sind.

Methoden

Stichprobe

Insgesamt 108 Frauen nahmen nach Anwendung unserer Ausschlußkriterien:

- Ruhehypertonie; Belastungsabbruch bei < 100 Watt auf dem Fahrradergometer
- akute entzündliche Erkrankungen, Bandscheibenproblematik, frische Frakturen

Variable	Gruppe 0 Kontrollgruppe	Gruppe 1 mind. 1-2/Wo.	Gruppe 2 >2-4/Wo.	p ¹
Lebensalter (in Jahren)	56.1 ± 7.9	54.8 ± 11.8	56.2 ± 10.0	n.s.
Body-Mass-Index (kg/m ²)	27.6 ± 5.1	24.9 ± 3.7	25.7 ± 3.8	n.s.
Menarchealter (Lebensalter)	13.5 ± 1.9	13.5 ± 1.5	13.5 ± 1.4	n.s.
Zyklusunregelmäßigkeiten ² (%)	17.7 %	20.0 %	16.7 %	n.s.
Schwangerschaften (Anzahl)	2.2 ± 1.1	1.9 ± 1.7	1.8 ± 1.3	n.s.
Menopause (Lebensalter)	44.7 ± 7.7	47.9 ± 5.8	48.4 ± 5.1	n.s.
Menopause (%)	76 %	60 %	73 %	n.s.
aktuelle körperliche Belastung ³	3.0 ± 1.2	3.4 ± 1.2	3.0 ± 1.1	n.s.
Koffeinkonsum über Kaffee ³	4.7 ± 1.4	5.0 ± 1.8	4.5 ± 1.8	n.s.
Raucher (% je Gruppe)	0 %	5 %	6 %	n.s.
genetische Disposition ⁴	33 %	30 %	36 %	n.s.
Glucocorticoideinnahme ⁵ (in %)	4 %	10 %	5 %	n.s.
Gesamtkalorien (kcal/d)	2343 ± 517	2361 ± 592	2285 ± 505	n.s.
Kalzium-Einnahme (mg/d)	1.282 ± 0.279	1.421 ± 0.473	1.327 ± 0.429	n.s.
Quotient Phosphat/Kalzium	1.21 ± 0.12	1.14 ± 0.15	1.25 ± 0.09	n.s.
Vitamin-D-Einnahme (µg/d)	3.455 ± 1.724	4.164 ± 3.773	3.908 ± 2.252	n.s.
Knochendichte LWS (g/cm ²)	1.13 ± 0.18	1.15 ± 0.15	1.12 ± 0.2	n.s.
Ward'sches Dreieck	0.77 ± 0.12	0.72 ± 0.14	0.74 ± 0.17	n.s.
Gesamtkörper	1.14 ± 0.11	1.11 ± 0.09	1.10 ± 0.11	n.s.
Osteopenie (% je Gruppe)	16 %	35 %	35 %	n.s.
Osteoporose (% je Gruppe)	32 %	35 %	30 %	n.s.

Tab. 1: Basale anthropometrische und osteoporoserelevante Daten (MV ± SD) der von uns nach der Trainingshäufigkeit eingeteilten Gruppen.

Variable	Gruppe 0 Kontrollgruppe	Gruppe 1 mind. 1-2/Wo.	Gruppe 2 >2-4/Wo.	p
BMI Test 1	27.6 ± 5.1	24.9 ± 3.7	25.7 ± 3.8	n.s.
(kg/m ²) Test 2	27.3 ± 5.1	24.5 ± 3.5	25.4 ± 3.6	n.s.
Veränderung	-1.1 ± 1.2 %	-1.6 ± 1.0 %	-1.1 ± 1.0 %	n.s.
Körperfett Test 1	39.5 ± 6.0	36.3 ± 6.8	37.8 ± 6.4	n.s.
(in %) Test 2	39.7 ± 6.0	36.2 ± 6.9	38.0 ± 6.3	n.s.
Veränderung	+0.5 ± 0.6 %	-0.3 ± 0.5 %	+0.5 ± 0.8 %	n.s.

Tab. 2: Mittelwert, Standardabweichung, prozentuale Veränderung, Prüfung auf Signifikanz im Verlauf, sowie Zwischengruppenvergleich anthropometrischer Daten

¹ Signifikanzniveau: p < 0.05 = *; p < 0.01 = **; p < 0.001 = ***.

² ErfäBt wurden sekundäre Amenorrhöe und Oligomenorrhöe > 1 Jahr

³ 7-er Skala (7=sehr hoch/sehr häufig; 4=mittel; 1=sehr wenig/sehr selten)

⁴ Großeltern, Vater, Mutter, Geschwister litten oder leiden an Osteoporose

⁵ Einnahme von > 5 mg/d über 6-240 Monate. Aktuell nehmen je ein Teilnehmer/Gruppe Glucocorticoide ein.

-osteobole oder antiresorptive' medikamentöse Osteoporosetherapie an der Untersuchung teil. 83 Personen nahmen an der 10monatigen Trainingsmaßnahme teil, 25 Personen dienten als Kontrollgruppe. Die Trainingsgruppe wurde zur Aufklärung des Einflusses der Trainingshäufigkeit retrospektiv über Teilnahmelisten und Trainingstagebücher der Teilnehmer, in eine häufig trainierende Gruppe (>2mal - max. 4mal/Woche) und eine weniger häufig trainierende Gruppe (mind. 1mal - max. 2mal/Woche) gegliedert. Tab. 1. zeigt die basalen anthropometrischen und osteoporose-relevanten Parameter unserer Gruppen.

Anthropometrische und osteoporoserelevante Variablen, aber auch der Osteoporosegrad (entgegen der WHO-Empfehlung Osteopenie: BMD = -1.5 SD unter dem Mittelwert Altersgleicher; Osteoporose: BMD = -2.5 SD unter dem Mittelwert Altersgleicher, jeweils an der LWS oder am Schenkelhals) zeigten keine deutlichen oder signifikanten Zwischengruppenunterschiede. Während der Interventionsmaßnahme kam es weiterhin zu keiner Veränderung des Arbeits- und Freizeitverhaltens, der Ernährung und medikamentösen Behandlung.

Interventionsmaßnahme

Zur Bildung weitestgehend homogener Trainingsgruppen wurden die Ergebnisse der im Eingangstest erhobenen Variablen Beschwerdekomples, Ausdauerleistungsfähigkeit, isometrische Maximalkraft, Beweglichkeit und Sportvorerfahrung herangezogen. Den so gegliederten Trainingsgruppen wurde nun ein zweimaliges gemeinsames Training/Woche von 90 Minuten über 10 Monate angeboten, zusätzlich wurden die Teilnehmerinnen ermutigt und angehalten ein zweimaliges Heimprogramm/Woche von ca. 35 min Dauer durchzuführen.

Inhalte des gemeinsamen Trainings war ein in spielerischer Form durchgeführtes, progressives Ausdauertraining nach dem Darmstädter Modell (schnelles Gehen/ Laufen/ Springen) von 20-25 min Dauer und einer Belastungsintensität von 70-80 % der Hf_{max} . Zur Einschätzung der Belastungsintensität wurde zu Beginn und im späteren Verlauf der Untersuchung, auch zur Sensibilisierung der Teilnehmerinnen, Pulsuhren be-

nutzt. Während der folgenden Sequenz erfolgte eine spezifische Beübung koordinativer Fähigkeiten, die in besonders engem Zusammenhang mit Sturz und Bruch zu sehen sind (Reaktions-, Gleichgewichts-, Orientierungsfähigkeit). Auch in diesem Abschnitt erfolgte durch Variation und Hinzufügen zunehmend schwieriger Übungen eine progressive Belastungserhöhung im Trainingsverlauf. Weiterhin erfolgte ein Geräte-unabhängiges Training der statischen und dynamischen Kraft sowie der Beweglichkeit. Innerhalb der statischen Belastungssequenz wurde mit maximaler Belastungsintensität und einer 6-8 sec andauernden Belastungsdauer geübt. Je Übung wurden 3-4 Sätze in z.T. unterschiedlichen Gelenkwinkeln durchgeführt. Insgesamt wurden je Trainingseinheit 12-15 unterschiedliche Übungen im Stehen, Sitzen und Liegen unter besonderer Berücksichtigung der Bauch-, Rücken- und Hüftbeugemuskulatur durchgeführt. Eine progressive Belastungssteigerung wurde über eine Erhöhung der Anspannungsdauer, der Reizdichte sowie der Satzanzahl realisiert. Beim dynamischen Muskeltraining wurde mit Thera-Bändern nach der von *Boeckh-Behrens/Buskies* (1) entwickelten kraftausdauerorientierten Methodenvariante gearbeitet. Es wurden je Übung 2-3 Sätze mit 20-25 Wiederholungen bei einer Pausendauer von 60 sec durchgeführt. Besonders berücksichtigte Muskelgruppen waren dabei die Armbeuge- und -streckmuskulatur, die obere Rückenmuskulatur, die Muskulatur des Schultergürtels, sowie die Beinextensions- und -flexionsmuskulatur. In das Muskeltraining integriert war ein Training der Beweglichkeit nach dem Dauerdehnungsprinzip insbesondere für die zur Verkürzung neigenden Muskelgruppen. Die fokussierten Muskelgruppen wurden dabei 1-2mal je Trainingseinheit mit einer Dauer von jeweils 30 sec (passive, anhaltende Dehnung) geübt. Die Dauer der Kraft und Beweglichkeitssequenz betrug ca. 40 min. Den Abschluß des Übungsprogrammes bildete schließlich eine 10minütige Entspannungssequenz mit einfachen Wärme-, Schwere- und Atemübungen des Autogenen Trainings.

Das Heimtrainingsprogramm entsprach der um einige Übungen verkürzten Kraft- und Beweglichkeitssequenz. Die Übungssammlung des Heimtrainings wurde alle 6-8 Wo-

chen ausgewechselt, grundsätzlich erfolgten im gemeinsamen Übungsprogramm andere Übungen als im Heimtrainingsprogramm.

Meßinstrumente

(jeweils Eingangs- und Kontrollmessung nach 12 Monaten)

Osteodensitometrie: Knochendichte (BMD) und Wirbelkörperbreite an der LWS (LWK 2-4 a.p.; Medium-3000 Modus), am Schenkelhals (Medium-3000 Modus) sowie Gesamtkörpermessung (Fast-150 Modus) mit Lunar DPX-L. Der Langzeit-CV für die Knochendichte an der LWS betrug < 0.5 %.

Isometrische Maximalkraft: Alle Kraftmessungen wurden mittels computergesteuerten isokinetischen Kraftgerät Kintrex 1000 im isometrischen Modus durchgeführt. Über Skalierungen war es zweifelsfrei möglich, die einmal gewählte Einstellung zu reproduzieren. Untersucht wurde die Kraft der Hüftflexoren sowie der Rumpfflexions- und -flexionsmuskulatur.

Die Hüftflexion wurde in sitzender Position (Oberkörper, Hüfte und linkes Bein fixiert), durchgeführt. Das bei 90° gebeugte Bein wurde maximal nach oben gegen einen festen Widerstand gedrückt. Die Rumpfflexion wurde in aufrechter Position mit fixierter Hüfte und Beinen erfaßt. Es wurde maximal gegen einen sich auf Brusthöhe befindlichen festen Widerstand gedrückt. Die Kraft der Rumpfflexoren wurde aus der Vorbeuge mit geradem Rücken und fixierter Hüfte/Beinen erfaßt. Hier sollte maximal gegen einen in Höhe der Schulterblätter fixierten Widerstand kontrahiert werden. Es wurden jeweils 3 Versuche im Abstand von 30 sec durchgeführt, der beste Versuch wurde gewertet.

Ausdauerleistungsfähigkeit: Der Ausdauerstest wurde als Stufentest in der Halle angelegt. Als Abbruchkriterium wurde eine Herzfrequenz von 210 S/min minus Lebensalter festgelegt, was mittels Pulsuhr und akustischem Signal überwacht werden konnte. Das Anfangstempo betrug 6 km/h und wurde alle 2 min um 1 km/h gesteigert. Die Ausdauerleistungsfähigkeit wurde nun über die bis zum Belastungsabbruch bewältigte Distanz (\pm 5 m) objektiviert.

1 als Ausnahme wurden Frauen (n=31) die eine Östrogensubstitution vor länger als 2 Jahren begonnen haben zugelassen. Ein Vergleich der Ergebnisse von Personen mit und ohne Östrogenbehandlung zeigte für keinen Knochenparameter einen deutlichen oder gar signifikanten Unterschied auf.

Beweglichkeit: Zur Erfassung der Gelenkbeweglichkeit ausgewählter Körperregionen wurden unterschiedliche Muskeldehntests in Anlehnung an Janda (17) durchgeführt. Erfasst wurden die Hüftgelenksflexoren, die Ischiocruralmuskulatur, der m. pectoralis major und der m. rectus femoris. Weiterhin wurde der Finger-Boden-Test durchgeführt, bei dem bei extendiertem Kniegelenk mit den Fingerspitzen der Boden berührt werden sollte. Eingangs- und Kontrolltests wurden zur gleichen Tageszeit unter gleichen klimatischen Bedingungen durchgeführt.

Koordinative Fähigkeiten: Innerhalb einer grobmotorischen Testbatterie wurden insbesondere die koordinativen Fähigkeiten Gleichgewicht, Orientierung und Reaktion überprüft. Die Gleichgewichts-/Orientierungsfähigkeit wurde in Anlehnung an Dannbeck et al. (5) durchgeführt. Aufgabe war es mit verbundenen Augen, barfuß eine 10 m lange Distanz möglichst gerade ohne seitliche Abweichung zu gehen. Leistungsmerkmal war die seitliche Abweichung (in dm). Der bessere von zwei Versuchen wurde gewertet. Zur Erfassung der Orientierungsfähigkeit wurde der Finger-Finger-Test eingesetzt. Aufgabe war es mit geschlossenen Augen, die Arme im Schultergelenk 90° abduziert und im Ellenbogen gestreckt, die Fingerkuppen der linken und rechten Hand zusammenzuführen. Es wurden fünf Versuche unmittelbar hintereinander durchgeführt, die Anzahl der gelungenen Versuche war Leistungsmerkmal. Die Reaktionsfähigkeit wurde mittels Fallstabtest erfaßt. Aufgabe war es hier, in aufrechter Position, die Hände auf den Oberschenkeln abgelegt, einen 50 cm entfernten, 1 m über dem Boden befindlichen Stab nach Fallenlassen des Stabes so schnell wie möglich mit beiden Händen („klatschende Bewegung“) zu fangen. Über eine Skalierung am Stab (5 cm Intervalle) konnte die Fallhöhe des Stabes ermittelt werden, die das Kriterium der Leistungsfähigkeit des Probanden darstellte. Es wurden drei Versuche im Abstand von 15 sec durchgeführt, der beste Versuch wurde gewertet.

Befindlichkeit, Schmerzreduktion: Zur Erfassung der Befindlichkeit sowie der Schmerzhäufigkeit wurde die Skala Gesundheit des von Fahrenberg et al. (10) ent-

wickelten Fragebogens zur Lebenszufriedenheit (FLZ) herangezogen.

Ernährungsanalyse: Zu Erfassung der Ernährungsgewohnheiten wurde vor und nach dem Interventionszeitraum eine 5tägige Ernährungsanalyse durchgeführt, die mit dem Analyseprogramm EWP ausgewertet wurde.

Statistische Auswertung

Zur Berechnung von Mittelwertsunterschieden zwischen Kontrollmessung und Eingangsmessung sowie von Zwischengruppenunterschieden wurde, nach Überprüfung der Zulässigkeit dieser Verfahren u.a. durch Kolmogorov-Smirnov-Test, der T-Test für abhängige und unabhängige Stichproben eingesetzt. Bei Zwischengruppenvergleichen von mehr als 2 Gruppen erfolgte die Berechnung mittels einfaktorieller Varianzanalyse. Die Prüfung der Signifikanz der Einzelvergleiche wurde programmintern (SPSSwin) über den Scheffe-Test durchgeführt. Lag keine Normalverteilung oder Ordinalskalenniveau vor, wurden die Daten mit parameterfreien Ver-

fahren für abhängige (Wilcoxon-Test) und unabhängige Stichproben (Mann-Whitney-U-Test) bzw. bei mehr als 2 Gruppen über den Kruskal-Wallis-Test bearbeitet.

Ergebnisse

Anthropometrische Daten

Anthropometrische Variablen wie Körpergröße, Körpergewicht, Körperfett sowie Lean-Body-Mass wurden, wie Tabelle 2 zeigt, von der Interventionsmaßnahme nicht wesentlich beeinflusst.

Knochenparameter

Die integrierte Knochendichte an der LWS (Tab. 3) veränderte sich während des Untersuchungszeitraumes bei der häufig trainierenden Gruppe (Gruppe 2) hoch signifikant (***) um +2.2 %. Innerhalb der weniger trainierenden Gruppe (Gruppe 1) zeigte sich eine nicht signifikante (n.s.) Verbesserung um +0.7 %, während die Kontrollgruppe eine leichte Reduktion der BMD um -0.4 % zeigte.

Variable	Gruppe 0 Kontrollgruppe	Gruppe 1 mind. 1-2/Wo.	Gruppe 2 >2-4/Wo.	p
BMD-LWS Test 1 (in g/cm ²)	1.134 ± 0.170	1.146 ± 0.156	1.117 ± 0.197	n.s.
Test 2	1.130 ± 0.178	1.154 ± 0.149	1.141 ± 0.200	n.s.
Veränderung	-0.4 ± 2.5% (n.s.)	+0.7 ± 2.3% (n.s.)	+2.2 ± 2.8%***	**>0
% Responder ¹	40% (44% ²)	55% (60% ³)	78% (83% ⁴)	
Breite LWK 2-4 Test 1 (in cm)	4.21 ± 0.31 cm	4.36 ± 0.35	4.21 ± 0.33	n.s.
Test 2	4.20 ± 0.31 cm	4.35 ± 0.32	4.25 ± 0.33	n.s.
Veränderung	-0.2 ± 1.5% (n.s.)	-0.2 ± 1.8% (n.s.)	+0.8 ± 1.8% (*)	n.s.
% Responder	46%	55%	65%	
BMD-Schenkelhals (in g/cm ²) Test 2	0.903 ± 0.116	0.877 ± 0.135	0.890 ± 0.143	n.s.
Test 2	0.893 ± 0.113	0.878 ± 0.119	0.894 ± 0.138	n.s.
Veränderung	-1.1 ± 2.8 % (n.s.)	+0.1 ± 3.1 % (n.s.)	+0.5 ± 3.2 % (n.s.)	n.s.
% Responder ¹	36% (40% ³)	55% (60% ³)	56% (68% ³)	
Ward Test 1 (in g/cm ²) Test 2	0.768 ± 0.160	0.728 ± 0.124	0.734 ± 0.177	n.s.
Test 2	0.760 ± 0.130	0.727 ± 0.137	0.741 ± 0.165	n.s.
Veränderung	-1.0 ± 1.9% (n.s.)	-0.1 ± 3.3% (n.s.)	+0.9 ± 3.5% (n.s.)	*2>0
% Responder ¹	36% (40% ³)	55% (65% ³)	63% (71% ³)	
Gesamtkalzium Test 1 (in g/cm ²) Test 2	934 ± 133	923 ± 118	904 ± 146	n.s.
Test 2	931 ± 130	928 ± 146	909 ± 146	n.s.
Veränderung	-0.4 ± 2.1% (n.s.)	+0.5 ± 2.7% (n.s.)	+0.6 ± 2.5% (n.s.)	n.s.
% Responder ¹	50 % (54% ⁴)	65% (70 %)	66% (73%)	

Tab. 3: Mittelwert, Standardabweichung, prozentuale Veränderung, Prüfung auf Signifikanz im Verlauf, sowie Zwischengruppenvergleich der Knochendichte unterschiedlicher Körperregionen, der Wirbelkörperbreite und des Gesamtkalziums.

1 Anteil der Teilnehmer/Gruppe, die mit positiven Veränderungen (> 0 %) reagierten
 2 Anteil der Personen/Gruppe, mit einer Verlustrate von weniger als -0.4% (Verlustrate der KG an der LWS)
 3 Anteil der Personen mit einer Verlustrate von weniger als -1.0 % (als durchschnittliche Verlustrate der Region des proximalen Femur innerhalb der KG) und somit zumindest verringerter Knochenreduktion
 4 Anteil der Personen mit einer Verlustrate von weniger als -0.4 % (s.o.)

Variable	Gruppe 0 Kontrollgruppe	Gruppe 1 mind. 1-2*/Wo.	Gruppe 2 >2-4*/Wo.	p
R.-flexion, Test 1 (in Nm) Test 2	81.0 ± 21.7 80.5 ± 19.7	86.8 ± 27.9 100.8 ± 30.3	77.8 ± 22.0 98.2 ± 21.3	n.s. *
Veränderung	-0.6 ± 6.1% (n.s.)	16.1 ± 10.2% (**)	26.2 ± 14.2% (***)	***
% Responder	42%	100%	100%	
R.-extension Test 1 (in Nm) Test 2	177.5 ± 67.4 181.9 ± 64.7	216.9 ± 74.4 234.9 ± 61.7	182.2 ± 70.2 228.2 ± 69.3	n.s. *
Veränderung	2.5 ± 4.3% (n.s.)	8.3 ± 7.8% (*)	25.2 ± 13.9% (***)	***
% Responder ¹	50%	71%	97%	
Hüftflexion Test 1 (in Nm) Test 2	69.8 ± 19.3 64.7 ± 17.5	76.6 ± 20.0 90.1 ± 18.1	74.3 ± 17.7 90.8 ± 18.1	n.s. ***
Veränderung	-7.3% ± 6.5% (**)	17.6 ± 11.7% (***)	22.2 ± 12.8% (***)	***
% Responder ¹	15%	100%	100%	

Tab. 4: Mittelwert, Standardabweichung, prozentuale Veränderung, Prüfung auf Signifikanz im Verlauf, sowie Zwischengruppenvergleich der isometrischen Maximalkraft unterschiedlicher Körperregionen.

- 1 Anteil der Teilnehmer/Gruppe, die mit positiven Veränderungen (> 0 %) reagierten
- 2 Anteil der Personen/Gruppe, mit einer Verlustrate von weniger als -0.4% (Verlustrate der KG an der LWS)
- 3 Anteil der Personen mit einer Verlustrate von weniger als -1.0 % (als durchschnittliche Verlustrate der Region des proximalen Femur innerhalb der KG) und somit zumindest verringerter Knochenreduktion
- 4 Anteil der Personen mit einer Verlustrate von weniger als -0.4 % (s.o.)

Vergleicht man die prozentualen Veränderungen zwischen den Gruppen, so unterscheiden sich die Kontrollgruppe und die häufig trainierende Gruppe hoch signifikant voneinander. Die Wirbelkörperbreite der LWK 2-4 (Tab. 3) veränderte sich für die häufig trainierende Gruppe signifikant (*) um +0.8 %. Die Gruppe 1 zeigte hier, ebenso wie die Kontrollgruppe keine wesentliche Veränderung.

Auch zwischen den Gruppen ließen sich keine signifikanten Unterschiede erfassen.

Bezogen auf den proximalen Femur (Tab. 3) zeigte die Gruppe 2 für alle erfaßten Regionen (Schenkelhals, Ward'sches Dreieck, Trochanter) lediglich geringe, nicht signifikante positive Auslenkungen im Bereich 0.5 - 0.9 %. Die Gruppe 1 zeigte für diese Skelettregion keine Veränderungen der Knochen-

Variable	Kontrollgruppe	Gruppe 1	Gruppe 2	p
Pectoralis Test 1 (in Grad) Test 2	173.1 ± 8.3 172.0 ± 7.5	169.8 ± 10.8 175.6 ± 8.4	168.3 ± 10.1 173.3 ± 9.3	n.s. n.s.
Veränderung	-0.6% ± 2.1% (n.s.)	+3.4 ± 8.1% (*)	+3.0 ± 6.9% (***)	*
Rectus femoris (in Stufen) Test 2	1.00 ± 0.86 1,21 ± 0.76	0,90 ± 0.74 0.63 ± 0.50	0.93 ± 0.89 0.69 ± 0.60	n.s. **
Veränderung	(n.s.)	(n.s.)	(*)	
Iliopsoas Test 1 (in Grad) Test 2	180.7 ± 8.9 182.1 ± 10.8	177.9 ± 7.1 185.5 ± 7.8	180.8 ± 9.5 187.0 ± 8.7	n.s. n.s.
Veränderung	+0.8 ± 3.5% (n.s.)	+4.3 ± 5.5% (**)	+3.4 ± 4.3% (***)	*
% Responder ¹	36 %	67 %	84 %	

Tab. 5: Mittelwert, Standardabweichung, prozentuale Veränderung, Prüfung auf Signifikanz im Verlauf, sowie Zwischengruppenvergleich der Beweglichkeit unterschiedlicher Körperregionen.

Variable	Gruppe 1	Gruppe 2	p
Ausdauerstest Test 1 (in m) Test 2	804 ± 464 956 ± 488	580 ± 304 728 ± 336	n.s. n.s.
Veränderung	+18.9 ± 9.4% (**)	+25.5 ± 7.9% (***)	n.s.
% Responder ²	88%	96%	

Tab. 6: Mittelwert, Standardabweichung, prozentuale Veränderung, Prüfung auf Signifikanz im Verlauf, sowie Zwischengruppenvergleich der Ausdauerleistungsfähigkeit

- 1 Anteil der Teilnehmer/Gruppe, die, bezogen auf die Muskelgruppen m pectoralis, mm. ischiocrurales und iliopsoas, mit positiven Veränderungen reagierten
- 2 Anteil der Teilnehmer/Gruppe, die mit positiven Veränderungen auf die Interventionsmaßnahme reagierten.

dichte, während die Kontrollgruppe vergleichsweise deutliche Substanzverluste im Bereich von -1.1 % aufzeigte. Ein Vergleich der prozentualen Veränderungen der Kontrollgruppe mit der häufig trainierenden Gruppe mittels T-Test, zeigte für die Region des Ward'schen Dreieck einen grenzwertig signifikanten Unterschied ($p < 0.048$) auf. Bezogen auf das Gesamtkalzium (Tab. 3) zeigte sich für beide Trainingsgruppen ein unbedeutender, nicht signifikanter Anstieg der Werte (ca. +0.5 %). Die Kontrollgruppe zeigte auch für diesen Parameter einen leichten Rückgang (-0.4 %).

Konditionelle Fähigkeiten

Kraft, Ausdauer und (eingeschränkt) Beweglichkeit verbesserten sich für beide Trainingsgruppen überwiegend in Abhängigkeit von der Trainingshäufigkeit in zufriedenstellendem Maße. Die **Kraft** der Rumpfflexoren und -extensoren sowie der Hüftflexoren (Tab. 4) steigerte sich innerhalb der häufig trainierenden Gruppe durch die Interventionsmaßnahme hochsignifikant um 22 - 26 %. Die weniger häufig trainierende Gruppe zeigte für die beschriebenen Körperregionen ebenfalls zumindest signifikante Veränderungen, während die Kontrollgruppe abhängig von der Körperregion eine Stagnation der Werte (Rumpfflexion und -extension) bzw. eine deutliche Abnahme (Hüftflexion) der isometrischen Maximalkraft aufweist. Insgesamt unterscheiden sich beide Trainingsgruppen bezogen auf die isometrische Maximalkraft aller erfaßter Körperregionen signifikant von der Kontrollgruppe (Ausnahme Gruppe 1: Rumpfextension). Innerhalb der Trainingsgruppen profitierten alle Teilnehmer von der Interventionsmaßnahme.

Die **Beweglichkeit** unterschiedlicher Körperregionen (Tab. 5) verbesserte sich über die Interventionsmaßnahme in insgesamt nicht ganz befriedigendem Maße. So zeigten beide Trainingsgruppen unabhängig von der Trainingshäufigkeit für alle erfaßten Körperregionen zwar signifikante aber insgesamt geringe Verbesserungen im Bereich von 3.0 - 4.5 %.

Die **Ausdauerleistungsfähigkeit**, von uns erfaßt als die Laufleistung bis zum Belastungsabbruch (Tab. 6), steigerte sich innerhalb der häufig trainierenden Gruppe hochsignifikant um 26 %. Auch die weniger häufig trainierende Gruppe zeigte eine sehr signifi-

Variable	Gruppe 1	Gruppe 2	p
Gleichgewicht Test 1 (Abweich. in dm)	10.8 ± 9.8	10.65 ± 10.8	n.s.
Veränderung	4.2 ± 4.4	5.44 ± 5.3	n.s.
% Responder/Gruppe	-61.3 ± 21.2% (*)	-49.0 ± 17.9% (**)	n.s.
Orientierungsfähigkeit (gelungene Vers.) Test 2	94%	100%	n.s.
Veränderung	2.2 ± 1.0	1.95 ± 1.12	n.s.
% Responder/Gruppe	3.0 ± 0.8	2.91 ± 1.06	n.s.
Reaktionsfähigkeit (Fallhöhe in cm) Test 2	+36.4 ± 18.1% (*)	+49.2 ± 19.8% (***)	n.s.
Veränderung	88%	93%	*
% Responder/Gruppe	63.8 ± 19.5	67.1 ± 18.1	n.s.
Reaktionsfähigkeit (Fallhöhe in cm) Test 2	58.8 ± 12.9	54.6 ± 17.2	n.s.
Veränderung	-7.8 ± 3.9% (n.s.)	-18.6 ± 4.1% (***)	*
% Responder/Gruppe	94%	93%	

Tab. 7: Mittelwert, Standardabweichung, prozentuale Veränderung, Prüfung auf Signifikanz im Verlauf, sowie Zwischengruppenvergleich unterschiedlicher koordinativer Fähigkeiten

kante Verbesserung der Ausdauerleistungsfähigkeit um 19 %.

Koordinative Fähigkeiten

Insgesamt profitierten beide Trainingsgruppen in deutlichem, signifikantem Maße von

der Trainingsmaßnahme (Tab. 7). Die Abweichung von der Geraden als Merkmal der Gleichgewichtsfähigkeit verbesserte sich um 49 % (Gruppe 2) respektive 61 % (Gruppe 1). Die Anzahl der gelungenen Versuche im Finger-Finger-Test als Merkmal der Orientierungs-

fähigkeit verbesserte sich signifikant um 49 % (Gruppe 2) respektive 36 % (Gruppe 1). Die Reaktionsfähigkeit, erfaßt über den Fallstabtest, verbesserte sich innerhalb der Gruppe 2 hochsignifikant (+19 %), während die Gruppe 1 hier eine nicht signifikante Verbesserung um 8 % zeigte. Zwischen beiden Trainingsgruppen zeigte sich für den letzteren Parameter ein signifikanter Zwischengruppenunterschied.

Befindlichkeit und Schmerzhäufigkeit

Die häufig trainierende Gruppe zeigte jeweils hochsignifikante Verbesserungen der Indexwerte für Befindlichkeit sowie für Schmerzhäufigkeit (Tab. 8). Die weniger häufig trainierende Gruppe zeigte zwar vergleichsweise deutliche tendentielle, allerdings nicht signifikante Verbesserungen beider Parameter. Erstaunlicherweise zeigt auch die nicht trainierende Kontrollgruppe deutliche, bezogen auf die Schmerzreduktion signifikante (!) Verbesserungen.

Injektionslösung - Tabletten

Zusammensetzung: Injektionslösung: 1 Ampulle zu 2,0 ml (= 2 g) enth.: Arzneilich wirksame Bestandteile: Toxicodendron quercifolium e summitibus rec. Dil. D 4 (HAB 1, Vorschrift 2a, 7) 10,0 mg; Arnica montana Dil. D 4 2,0 mg; Solanum dulcamara Dil. D 4 1,0 mg; Sanguinaria canadensis Dil. D 4 1,0 mg; Sulfur Dil. D 10 3,0 mg. Die Bestandteile 1 bis 5 werden über die letzten beiden Stufen gemäß HAB 1, Vorschrift 40a gemeinsam potenziert. Tabletten: 1 Tabl. zu 301,5 mg enth.: Arzneilich wirksame Bestandteile: Toxicodendron quercifolium e summitibus rec. Trit. D 2 (HAB 1, Vorschrift 2a, 7) 1,00 mg; Arnica montana Trit. D 2 0,50 mg; Solanum dulcamara Trit. D 2 0,30 mg; Sanguinaria canadensis Trit. D 2 0,45 mg; Sulfur Trit. D 6 0,75 mg. Die Bestandteile 1 bis 3 werden gemäß HAB 1, Vorschrift 40c gemeinsam potenziert. Sonstige Bestandteile: Magnesiumstearat, Lactose. **Gegenanzeigen:** Injektionslösung: Überempfindlichkeit gegen Giftsumachgewächse und Korbblütler. Tabletten: Überempfindlichkeit gegen Giftsumachgewächse. **Nebenwirkungen:** Injektionslösung: In seltenen Fällen kann es bei Überempfindlichkeit gegen Giftsumachgewächse und Korbblütler zu anaphylaktischen Reaktionen kommen. Hinweis: In seltenen Fällen kann es nach intraartikulärer Applikation von Zeel comp. zu vorübergehenden schmerzhaften Reizzuständen des Gelenkes, evtl. mit steriler Ergußbildung kommen; eine entzündungshemmende Behandlung führt zum Abklingen der Beschwerden. **Wechselwirkungen mit anderen Mitteln:** Nicht bekannt. **Dosierungsanleitung:** Injektionslösung: Im allgemeinen 2mal wöchentlich 1 Ampulle, bei großen Gelenken jeweils 2 Ampullen, i.m., s.c., i.c., i.v., intraartikulär bzw. periartikulär, ggf. paravertebral. Tabletten: Im allgemeinen 3-5mal täglich 1 Tablette einnehmen (oder im Munde zergehen lassen). **Darreichungsformen und Packungsgrößen:** Injektionslösung: Packungen mit 10 (N1) DM 30,23, 50 (N2) DM 115,06 und 100 (N3) Ampullen zu 2,0 ml DM 207,92, Reg.-Nr.: 19348,00,02. Tabletten: Packungen mit 50 (N1) DM 10,00 und 250 (N2) Tabletten DM 35,90, Reg.-Nr.: 19348,00,01.

Stand: 1. September 1998



Zeel comp. - für mehr Bewegung und Entlastung in Ihrem Budget

- risikoarm
- kassenüblich

Heel

Biologische Heilmittel Heel GmbH, Baden-Baden
Telefon (0 72 21) 5 01-00, Fax 5 01-2 80, <http://www.heel.de>

Variable		Kontrollgruppe	Gruppe 1	Gruppe 2	p
Befindlichkeit	Test 1	3.32 ± 1.09	3.14 ± 1.18	3.14 ± 0.99	n.s.
	Test 2	3.11 ± 0.78	2.79 ± 1.05	2.68 ± 0.93	n.s.
Veränderung ¹		-3.2 ± 6.4 % (n.s.)	-5.7 ± 9.5 % (n.s.)	-6.6 ± 11.1%***	n.s.
% Responder		46 %	60 %	74 %	
Schmerzen	Test 1	3.88 ± 1.78	3.35 ± 1.84	3.50 ± 1.63	n.s.
	Test 2	3.29 ± 1.23	2.95 ± 1.61	2.84 ± 1.37	n.s.
Veränderung ¹		-5.9 ± 11.3%*	-6.4 ± 11.3% (n.s.)	-8.9 ± 12.9%***	n.s. ²
% Responder		45%	65%	81%	

Tab. 8: Mittelwert, Standardabweichung, prozentuale Veränderung, Prüfung auf Signifikanz im Verlauf sowie Zwischengruppenvergleich der Befindlichkeit und Schmerzhäufigkeit

¹ Korrigierte Differenzwerte, berechnet nach Nitsch (27)

Diskussion

Die von uns durchgeführte Trainingsmaßnahme führte insgesamt, teilweise in positiver Abhängigkeit von der Trainingshäufigkeit, zu deutlichen Verbesserungen der von uns fokussierten Trainingsziele. Bezogen auf die erfaßten Knochenparameter, zeigte sich, daß nur eine mit vergleichsweise hoher Trainingshäufigkeit (>2-4mal/Woche) durchgeführte Interventionsmaßnahme zu relevanten Verbesserungen beiträgt.

Unser Ergebnis, daß ein 1-2mal/Woche durchgeführtes Training trotz vergleichsweise hoher Belastungsintensität und konsequenter Einwirkung auf die von Senn (30) genannten „Knochenfaktoren“ keinen wesentlichen Einfluß auf Knochenparameter aufweist, steht auch in Einklang mit den Daten von Lord *et al.* (23). Die Autoren konnten nach einer effektiv einmaligen Trainingsbelastung/Woche trotz deutlicher Verbesserung der Kraft (Quadrizeps) um 30 % keinerlei positive Veränderungen von Knochenparametern erfassen. Dieses Ergebnis ist insbesondere für die Trainingsgestaltung ambulanter Bewegungsangebote wichtig, die nach Werle/Klein (33) und Kemmler (19) meist nur einmal, in weniger Fällen zweimal/Woche üben.

Betrachtet man nun die Ergebnisse der häufiger trainierenden Gruppe, so zeigte sich neben einer hochsignifikanten Verbesserung der integrierten Knochendichte an der LWS, eine, in der vorliegenden vergleichbaren Literatur nicht zu findende, signifikante positive Veränderung der Wirbelkörperbreite. Tierexperimentell erfassen mehrere Untersucher (u.a. 2; 18; 32) nach intensiver Belastung der Tiere eine periostale Knochenapposition zumindest an Röhrenknochen. Eine

Verbreiterung der Wirbelkörperbreite wäre im Hinblick auf dessen Frakturfestigkeit sehr positiv zu bewerten, so zeigen Gilsanz *et al.* (14), daß große Plattenareale die Kompressions- und Biegebelastung der Wirbelkörper deutlich reduzieren.

Bezogen auf die Knochendichtewerte an der Femurregion konnten auch für die häufiger trainierende Subgruppe lediglich tendenzielle und insgesamt etwas enttäuschende positive Veränderungen erfaßt werden, die sich nur für die Region des Ward'schen Dreiecks von den Daten der Kontrollgruppen signifikant unterschieden. Die häufig verwendete Erklärung u.a. von Dalsky (4), daß der Erfassungszeitraum insbesondere am proximalen Femur mit, bezogen auf die LWS, langsamerer Stoffwechselaktivität der Spongiosa sehr deutlich über der Dauer eines Remodellingzyklus (d.h. ca. 120 Tage für Kortikalis und ca. 200 Tage für Spongiosa, (9)) liegen sollte, um das volle Ausmaß der Veränderung erfassen zu können, kann in Anbetracht neuerer Ergebnisse von Kerr *et al.* (18) nicht gelten gelassen werden. Die Autoren zeigen nach intensivem Krafttraining bei postmenopausalen Frauen, daß die deutlichsten positiven Veränderungen der Knochendichte an den Femurregionen bereits während der ersten 3 Monate auftreten (vgl. 20; 24). Dieser Sachverhalt deutet die Möglichkeit an, daß der Knochen auf intensive Belastung oder rasche Belastungsveränderung nicht mit dem „klassischen“ Remodelling (A-R-F Zyklus, nach 11) reagiert (vgl. hierzu neuere Theorien von Frost (u.a. 12)). Ob und inwieweit eine Verbesserung der von uns beübten konditionellen und koordinativen Fähigkeiten tatsächlich zu einer Reduktion von Stürzen und damit verbunden zu Frakturen des proximalen Femurs führt (u.a.

nach Grisso *et al.* (15) sind über 90 % der Schenkelhalsfrakturen Folge von Stürzen), ist unklar. Eine Reihe von Autoren (u.a. 26; 31) weisen einer mangelnden Gleichgewichtsfähigkeit und schwachem muskulären Status der Knie- und Fußgelenksflexoren /-extensoren einen Haupteinfluß an Stürzen zu. Interventionsmaßnahmen zur Beübung dieser Fähigkeiten sollten somit zu einer Reduktion von Sturz und Bruch führen. In der Tat berechnen Province *et al.* (29) mittels Meta-Analyse von 7 Studien eine Sturzreduktion von 10 % (bei „unspezifischem“ Training) bzw. 17 % (bei Einbeziehung eines „Gleichgewichtstrainings“). Die Ergebnisse von Province werden allerdings durch die Tatsache abgeschwächt, daß ein körperliches Training bei einigen der miteinbezogenen Studien nur eine von mehreren Interventionsvariablen war. Trotzdem sind wir im Einklang mit Drinkwater (7) und Marcus (24) der Meinung, daß gerade bei Menschen in höherem Lebensalter das Frakturrisiko über eine spezifische Beübung konditioneller und koordinativer Fähigkeiten, die derzeit in Zusammenhang mit Sturz und Bruch gesehen werden, effektiver reduziert werden kann, als über Maßnahmen zur Erhöhung der Knochendichte (vgl. 28).

Ein weiteres, äußerst positives Ergebnis unserer Interventionsmaßnahme waren die Verbesserungen der Indexwerte für die Befindlichkeit und die Schmerzhäufigkeit, die sich für die häufig trainierende Gruppe als jeweils hochsignifikant erwiesen. Dieses Ergebnis steht im Einklang mit der vorliegenden Literatur (u.a. 16; 21; Übersicht in 6), welche nach Interventionsprogrammen mit geeigneten Belastungsformen (überwiegend Muskeltraining) und adäquater Belastungsintensität/-häufigkeit ebenfalls signifikante Verbesserungen von Schmerz- und Befindlichkeitsparametern erfassen.

Unseres Wissens ist die von uns durchgeführte Studie derzeit die einzige Untersuchung die komplex alle durch ein körperliches Training beeinflussbaren Faktoren, die derzeit in mittelbarem oder unmittelbarem Zusammenhang mit einer Osteoporose gesehen werden, untersucht. Weiterhin orientieren wir unsere Interventionsmaßnahme hinsichtlich Trainingsräumen, Trainingsgeräten und (gemeinsamer) Trainingshäufigkeit an den Rahmenbedingungen ambulanter Bewegungsangebote. Wir halten diese Vorgehens-

weise grundsätzlich für wichtig, da nur so übergreifende und praktikable Empfehlungen für die Trainingspraxis im ambulanten Gruppenrahmen gegeben werden können.

Literatur

1. *Boeckh-Behrens, W.U.; Buskies, W.*: Gesundheitsorientiertes Fitnessstraining. Band 1: Fitnessgrundlagen, Krafttraining, Beweglichkeitstraining. Winsen 1995
2. *Burr, D.B. et al.*: Skeletal change in response to altered strain environments: Is woven bone a response to elevated strain? *Bone* 10 (1989): 223-233
3. *Cooper, C.*: Femoral neck bone density and fracture risk. *Osteoporosis International* (1996) Suppl. 3: S24-S26
4. *Dalsky, G.P.*: Exercise: Its effect on bone mineral content. *Clinical Obstetrics and Gynecology* 30 (1987): 820-832
5. *Dannbeck, S.; Meier, R.K.; Hinzmann, J.*: Multidisziplinäre adjuvante Osteoporosetherapie mit sporttherapeutischem Hintergrund. In: Regulations- und Repairmechanismen (Ed.: Liesen, H.; Weiß, M.; Baum, M.). Köln 1994
6. *Deardorff, W.W.; Rubin, H.S.; Scott, D.W.*: Comprehensive multidisciplinary treatment of chronic pain: A follow up study. *Pain* 45 (1991): 35-43
7. *Drinkwater, B.L.*: Exercise in the prevention of osteoporosis. *Osteoporosis International* 3 (1993) Suppl. 1: S169-S171
8. *Drinkwater, B.L.*: Does physical activity play a role in preventing osteoporosis? *Research Quarterly for Exercise and Sport* 65 (1994): 197-206
9. *Eriksen, E.F.; Vesterby, A.; Kassem, M.; Melsen, F.; Mosekilde, L.*: Bone Remodelling and Bone Structure. In: Mundy, G.R.; Martin, T.J. (Ed.): *Physiology and Pharmacology of Bone*. Berlin 93, S. 67-109.
10. *Fahrenberg, J.; Myrtek, M.; Wilk, D.; Kreutel, K.*: Multimodale Erfassung der Lebenszufriedenheit. Eine Untersuchung an Herz-Kreislauf-Patienten. *Psychotherapie und Medizinische Psychologie* 36 (1986): 347-354
11. *Frost, H.M.*: Some effects of basic multicellular unit based remodelling on photon absorptiometry of trabecular bone. *Bone and Mineral* 7 (1989): 47-65
12. *Frost, H.M.*: Defining Osteopenias and Osteoporosis: Another view. *Bone* 20 (1997): 385-391
13. *Gerber, N.; Rey, B.*: Can exercise prevent osteoporosis or reverse bone loss. *Physiotherapie* 14 (1991): 47-60
14. *Gilsanz, V. et al.*: Vertebral size in elderly women with osteoporosis. *Journal of Clinical Investigation* 95 (1995): 2332-2337
15. *Grisso, J.A. et al.*: Risk factors for falls as a cause for hip fractures in women. *New England Journal of Medicine* 324 (1991): 1326-1331
16. *Hartard, M. et al.*: Einfluß eines systematischen Krafttrainings auf die Knochendichte und das Niveau von Schmerzen und Befindlichkeit in einer Gruppe Frauen mit Osteopenie. In: Regulations- und Repairmechanismen (Ed.: Liesen, H.; Weiß, M.; Baum, M.). Köln 1994
17. *Janda, V.*: Manuelle Muskelfunktionsdiagnostik. Berlin 1994
18. *Jee, W.S.; Li, X.J.; Schaffler, M.S.*: Adaption of diaphyseal structure with aging and increased mechanical usage in the rat: A histomorphometrical and biochemical study. *Anatomical Records* 230 (1991): 332-338
19. *Kemmler, W.*: Körperliche Belastung und Osteoporose. Dissertation Bayreuth 1996
20. *Kerr, D.; Morton, A.; Dick, I.; Prince, R.*: Exercise effects on bone mass in postmenopausal women are site-specific and load-dependent. *Journal of Bone and Mineral Research* 11 (1996): 218-225
21. *Kessler, M.; Neef, P.; Grupp, B.; Kollmannsberger, A.; Traue, H.C.*: Veränderung des Schmerzerlebens durch Muskeltraining bei Rückenschmerzpatienten. *Sportmedizin* 44 (1993): 379-382 und 391-392
22. *Leichter, I. et al.*: Gain in mass density of bone following strenuous physical activity. *Journal of Orthopaedic Research* 7 (1989): 86-90
23. *Lord, S.R.; Ward, J.A.; Williams, P.; Zivanovic, E.*: The effect of a community exercise program on fracture risk factors in older women. *Osteoporosis International* 6 (1996): 361-367
24. *Marcus, R.*: Relationship of age-related decreases in muscle mass and strength to skeletal status. *Journals of Gerontology* 50 (1995): 86-87
25. *Menkes, A. et al.*: Strength training increases regional bone mineral density and bone remodelling in middle aged and older men. *Journal of Applied Physiology* 74 (1993): 2478-2484
26. *Nguyen, T. et al.*: Prediction of osteoporotic fractures by postural instability and bone density. *British Medical Journal* 307 (1993): 1111-1115
27. *Nitsch, J.*: Die Eigenzustandsskala. Ein Verfahren zur hierarchischen, mehrdimensionalen Befindlichkeitsskalierung. In: Nitsch, J.; Udris, J. (Ed.): *Beanspruchung im Sport*. Bad Homburg 1976.
28. *Poor, G.; Atkinson, E.J.; O'Fallon, W.M.; Melton, L.J.*: Predictors of hip fractures in elderly men. *Journal of Bone and Mineral Research* 10 (1995): 1900-1907
29. *Province, M.A. et al.*: The effect of exercise on falls in elderly patients. *Journal of the American Medical Association* 273 (1995): 1341-1347
30. *Senn, E.*: Grundlagen der positiv-trophischen Wirksamkeit physikalischer Belastung auf normales, osteopenisches und osteoporotisches Knochengewebe. *Physikalische Medizin* 4 (1994): 133-134
31. *Tinetti, M.E.; Speechley, M.; Ginter, S.F.*: Risk factors for falls among elderly people living in the community. *New England Journal of Medicine* 319 (1988): 1701-1707
32. *Umemura, Y.; Ishiko, T.; Yamauchi, T.; Kurona, M.; Mashiko, S.*: Five jumps per day increase bone mass and breaking force in rats. *Journal of Bone and Mineral Research* 12 (1997): 1480-1485
33. *Werle, J.; Klein, I.*: Zur Analyse ambulanter Bewegungsangebote für Osteoporose-Patienten. *Mobiles Leben* 6 (1994): 23-29

Anschrift des Verfassers:

Dr. Wolfgang Kemmler
wissenschaftlicher Mitarbeiter am
Institut für Medizinische Physik
Krankenhausstraße 12
91054 Erlangen

Erratum

Durch ein redaktionelles Versehen wurde in Heft 7-8/98 der Dtsch Z Sportmed, S. 249, im Editorial von Prof. Dr. J. Keul fälschlicherweise der Präsident des DSB als Mitglied der Kommission „Dopingfreier Sport“ genannt. Richtig ist, daß der Präsident des Deutschen Sportärztebundes (DSÄB), Prof. Dr. J. Keul, dort Mitglied ist und den Vorsitz führt. Wir bitten um Entschuldigung für diesen gravierenden Fehler, der jemandem unterlaufen ist, der nicht nur selber Mitglied des DSÄB ist, sondern auch für diesen arbeitet.

U. K.