

Sensomotorisches Training im Alter und bei Osteoporose

R. Schwesig¹
K. Müller²
S. Becker³
A. Kreuzfeldt⁴
K. Hottenrott¹

Zusammenfassung

Vor dem Hintergrund der hohen Sturzhäufigkeit bei älteren Menschen, insbesondere bei Osteoporosepatienten, war es zentrales Anliegen dieser Studie, ein sensomotorisches Trainingsprogramm auf dem Aero Step zu entwickeln und in einer kontrollierten Längsschnittuntersuchung im Baselinesdesign zu evaluieren. In die Studie wurden gesunde Ältere (n = 20; Durchschnittsalter 64,1 Jahre) und Osteoporosepatienten (n = 27; Durchschnittsalter 68,5 Jahre) eingeschlossen und bezüglich der Parameter Sensomotorik (Haltungs- und Gleichgewichtsregulation), Sturzgefahr und Lebensqualität untersucht. Als Untersuchungsinstrumentarien kamen die Posturographie sowie ein selbst entwickeltes Fragebogenset zum Einsatz. Die Erfassung der Lebensqualität erfolgte mit dem WHOQOL-Bref (Deutsche Version). Die Haltungsregulation (Stabilitätsindikator) verbesserte sich durch das sensomotorische Training bei 80% (Osteoporosegruppe) bzw. 75% (Gruppe Gesund) signifikant ($p = 0,030$; $p = 0,013$). Die erzielten Verbesserungen basierten auf Anpassungen im somatosensorischen Bereich, wie die signifikanten Veränderungen in der Fourier-Analyse, v. a. in der Gruppe Gesund ($p = 0,004$), dokumentieren. 76% der Osteoporosepatienten und 90% der gesunden Älteren konnten nach Absolvierung des Trainingsprogramms eine Verbesserung ihres gesundheitlichen Befindens feststellen. Auf die Lebensqualität hatte die Intervention hingegen keinen signifikanten Einfluss. Insbesondere die zahlreichen signifikanten Verschlechterungen im Follow up 1 (12 Wochen nach der Intervention) in der Osteoporosegruppe sowie im Follow up 2 (2 Jahre nach der Intervention) in beiden Gruppen und nahezu allen Parametern unterstreichen den Wert eines kontinuierlichen sensomotorischen Trainings im späteren Lebensalter, v. a. bei Osteoporosepatienten.

Stichworte: Gesunde Ältere, Osteoporose, Lebensqualität, Posturographie

► Einleitung

Viele angeblich altersbedingte Leiden sind die Folgen eines Verzichts auf gesundheitserhaltende Maßnahmen über einen längeren Zeitraum hinweg. So können beispielsweise Arteriosklerose, Arthrose oder

Osteoporose sowohl hinsichtlich des Zeitpunkts ihres Auftretens als auch hinsichtlich ihrer Schwere und ihres Verlaufs durch eine gesundheitsbewusste Lebensführung erheblich beeinflusst werden [1]. Gerade für ältere Menschen mit Osteoporose stellen Stürze ein besonderes Risiko

dar, da es im progredienten Verlauf der Erkrankung zu einer Abnahme der Belastbarkeit der Knochenstrukturen kommt. Interventionsstudien zielten bislang überwiegend auf die Erhöhung der Belastbarkeit der Knochenstrukturen (Gewinn an Knochenmasse) durch körperliche Aktivität und Bewegungstraining ab. Die in Längsschnittstudien ermittelten Adaptationseffekte sind insgesamt allerdings eher gering und können das Risiko einer Fraktur nicht vermindern [2]. In Analogie zu Prävention und Therapie von Rückenschmerzen beschränken sich die vorhandenen Studien auch hier fast ausnahmslos auf die Verbesserung konditionell-motorischer Ressourcen (Kraft, Ausdauer, Beweglichkeit) [3]. In klinischen Studien konnte jedoch gezeigt werden, dass vor allem Gleichgewichts- und Gangtraining, ergänzt durch Kräftigungsübungen, zur Reduktion der Sturzgefahr beitragen [4–7]. Die sensomotorische Leistungsfähigkeit stellt folglich einen wesentlichen Prädiktor für das Sturzrisiko dar, da diese der Wechselbeziehung zwischen sensorischer Kontrolle, kognitiver Repräsentanz und motorischer Steuerung von Haltung (Stützmotorik) und Bewegung (Zielmotorik) Rechnung trägt [8]. Von großer Bedeutung ist dabei das somatosensorische, insbesondere das propriozeptive System, denn viele ältere Menschen mit Störungen der Seh- und Kontrastschärfe geraten erst bei zusätzlicher Störung der Propriozeption aus dem Gleichgewicht [9]. Die Sturzprophylaxe zählt neben der Inkontinenz, der Beeinträchtigung der Sinnesorgane sowie dem Umgang mit drohender sozialer Isolation zu den bedeutenden präventiven Themen für ältere Menschen [10].

¹ Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, Institut für Sportwissenschaft

² Facharzt für Physikalische und Rehabilitative Medizin in eigener Niederlassung, Leipzig

³ Physiotherapeutin, Wien

⁴ Fachärztin für Physikalische und Rehabilitative Medizin in eigener Niederlassung, Halle

© MVS Medizinverlage Stuttgart GmbH & Co. KG

► Trainingsprogramm auf dem Aero Step

Bei dem verwendeten Trainingsgerät Aero Step handelt es sich um ein flexibles Zweikammer-Luftkissen mit Noppenoberfläche. Die Übungssituation auf dem Aero

Step 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, Nop-

penoberfläche) sollte ein effektives Training des posturalen Systems, insbesondere propriozeptiver und taktiler Anteile möglich sein.

Das folgende standardisierte Trainingsprogramm (Abb.1–11) kam zur Anwendung und wurde den Probanden der Gruppe Ge-



Abb. 1 Übung 1: Ausbalancierter Stand
 ► aufrechter Stand
 ► Knie leicht gebeugt

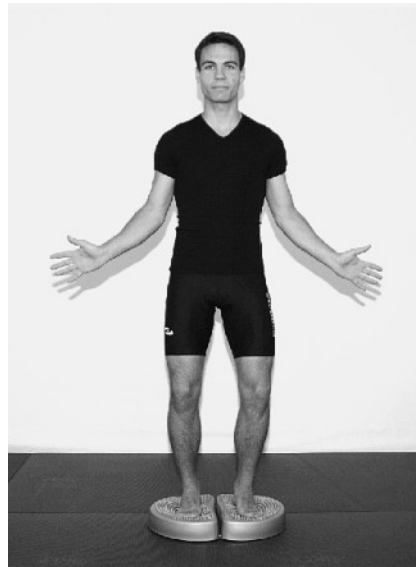


Abb. 2 Übung 2: Frosch
 ► leichte Kniebeuge
 ► Knie zeigen etwas nach außen und die Handinnenflächen nach vorn

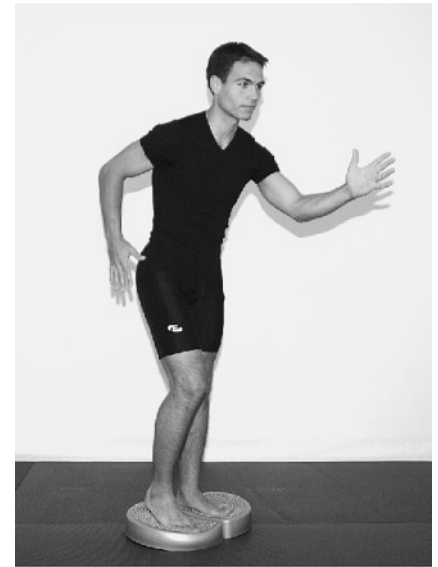


Abb. 3 Übung 3: Gehen auf der Stelle
 ► aufrechter Stand
 ► Knie leicht gebeugt
 ► Armeinsatz

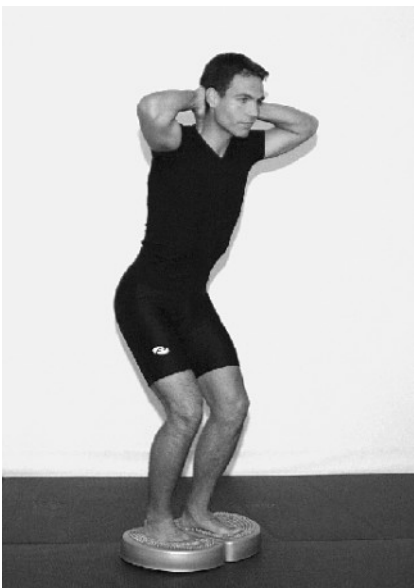


Abb. 4 Übung 4: Kniebeuge mit im Nacken verschränkten Armen
 ► Knie zeigen etwas nach außen
 ► alternativ mit vor der Brust überkreuzten Armen



Abb. 5 Übung 5: Gewichtsverlagerung nach vorn
 ► Kniegelenke sind leicht gebeugt
 ► Fußspitzen zeigen nach außen, Handinnenseiten nach vorn



Abb. 6 Übung 6: Laufen auf dem Aero Step
 ► Spielbein hat nur mit Großzehe oder keinen Bodenkontakt
 ► Handinnenseiten zeigen nach vorn

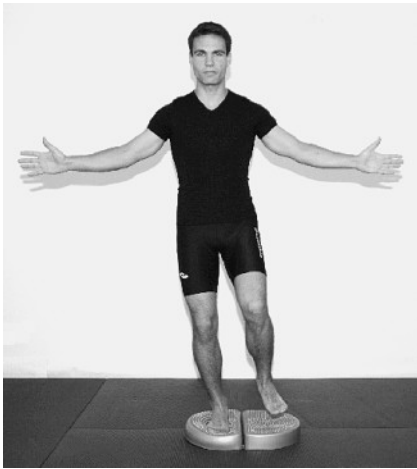


Abb. 7 Übung 7: Einbeinstand
 ► Knie leicht gebeugt
 ► Wechsel des Standbeines

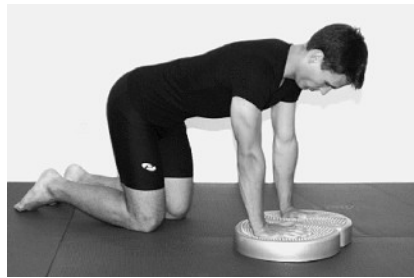


Abb. 8 u. 9 Übung 8: Heben des gestreckten Armes aus dem Vierfüßlerstand
 ► Blickrichtung nach unten



Abb. 10 Übung 9: Diagonales Heben von Arm und Bein im Vierfüßlerstand
 ► Blickrichtung nach unten

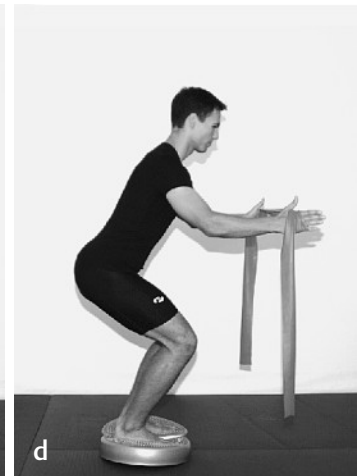
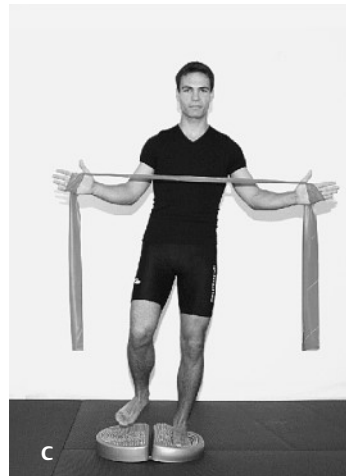


Abb. 11 Übung 10: Aero Step und Theraband (verschiedene Übungsvarianten).

Abb. 1-11 Übung 1-10: Standardisiertes Trainingsprogramm auf dem Aero Step (Abb. 1, 2, 3, 4, 7, 11 a u. c mit freundlicher Genehmigung aus [11]; Abb. 5, 6, 8, 9, 11 b u. d von Dr. R. Schwesig).

sund im Anschluss an eine theoretische und praktische Einführungsveranstaltung ausgehändigt.

► **Methodik**

Fragestellung

Aufgrund der hohen Sturzhäufigkeit bei älteren Menschen und den daraus resultierenden Folgen, insbesondere bei Osteoporosepatienten, besteht ein dringender Bedarf an der Entwicklung und Evaluation sensomotorischer Trainingsprogramme zur

Verbesserung der Lebensqualität und Alltagskompetenz. Deshalb war es Ziel dieser Studie, in einer Längsschnittuntersuchung im Basinedesign zu evaluieren, ob ein sensomotorisches Training auf dem Aero Step Einfluss auf die Haltungsregulation sowie die Lebensqualität älterer Personen (Gesunde und Osteoporosepatienten) hat. Der Parameter Sturzgefahr wurde im Rahmen der Fragebogenuntersuchung ebenfalls erfasst. Mithilfe der Posturographie gelang es, diesen zu parametrisieren (Sturzindex). Auf diesen Aspekt wird in diesem Beitrag nicht eingegangen.

Untersuchungsstichprobe

In die Untersuchungsstichprobe wurden 47 Personen im Alter von 40-80 Jahren eingeschlossen. Die Probanden wurden aus dem ortsansässigen Kneipp-Verein (n=20) und aus drei Osteoporosegruppen der Sektion Physikalische und Rehabilitative Medizin der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg (n=27) rekrutiert. Alle Probanden fungierten zunächst als Kontrollgruppe (Baselinephase). Das Durchschnittsalter über alle Probanden betrug 66,6 Jahre (vgl. Tab.1). Die Stichprobe bestand zu 96% (n=45) aus Frauen.

Tab. 1 Charakterisierung der gesamten Untersuchungsstichprobe (n = 47).

	Alter (in Jahren)		Größe (in m)		Gewicht (in kg)		BMI (in kg/m ²)	
	MW	SD	MW	SD	MW	SD	MW	SD
Osteoporosegruppe (n = 27)	68.5	± 6.8	1.61	± 0.1	70.7	± 11.6	27.4	± 4.1
Gesund (n = 20)	64.1	± 10.8	1.64	± 0.1	72.0	± 12.1	26.9	± 3.9
Gesamt (n = 47)	66.6	± 8.9	1.62	± 0.1	71.3	± 11.7	27.2	± 4.0
Signifikanz (t-Test, p-Werte)	0.171		0.086		0.863		0.547	

(Die Probanden der Kneipp-Gruppe werden im Folgenden als Gruppe Gesund bezeichnet.)

Lediglich 2 (4%) der 47 Probanden waren männlichen Geschlechts, sodass die Probanden der Gruppe Gesund und die der Osteoporosegruppen sich neben den in Tabelle 1 aufgeführten Merkmalen auch diesbezüglich nicht signifikant unterschieden.

Untersuchungsablauf¹

Vor Beginn der Studie wurden alle Studienteilnehmer über Studienziele, Testablauf und eingesetzte Untersuchungsmethoden mittels einer Probandeninformation aufgeklärt. Darüber hinaus wurde eine schriftliche Einverständniserklärung der Probanden eingeholt.

Die Probanden nahmen zunächst an einer posturographischen Untersuchung und einer Fragebogenuntersuchung teil (MZP 1). Anschließend durchliefen sie ohne Intervention die zweiwöchige Baselinephase, um sich dann einer erneuten posturographischen Untersuchung und Befragung zu unterziehen (MZP 2). In der nun folgenden Interventionsphase (standardisiertes Trainingsprogramm) trainierten die Mitglieder der Osteoporosegruppe unter Anleitung einer Physiotherapeutin im Rahmen ihres 45-minütigen wöchentlichen Osteoporosetrainings (anteilig 15 min auf dem Aero Step) über einen Zeitraum von drei Monaten, während die Probanden der Gruppe Gesund nach Teilnahme an einer Einführungsveranstaltung selbstständig (täglich über vier Wochen) zu Hause trainierten. Nach Abschluss der Trainingsphase erfolgte der dritte Messzeitpunkt (MZP 3), drei Monate (MZP 4) und 2 Jahre (MZP 5) nach Beendigung des Trainings

nahmen die Probanden an einer erneuten Untersuchung und Befragung (ohne Lebensqualität) teil. Die Rücklaufquote der Fragebogenuntersuchung betrug zu MZP 1 und 2 jeweils 100%, zu MZP 3 und 4 jeweils 92,3% und zu MZP 5 83%.

Untersuchungsmethoden

Posturographie

Zur Messung der Haltungsregulation wurde das Interaktive Balance System (IBS) der Firma Neurodata mit der dazugehörigen Software (Tetrax) verwendet. Dieses Messsystem bietet die Möglichkeit einer vielfältigen und differenzierten Analyse der auftretenden Vertikalkräfte sowie die Zuordnung der Frequenzbereiche (Fourier-Analyse) zu den posturalen Subsystemen. Die Probanden wurden in acht Positionen, Messzeit jeweils 30 sec, untersucht [12].

Die Fourier-Analyse, nach dem französischen Mathematiker und Physiker Joseph Fourier (1768–1830), ist ein fundamentales Hilfsmittel in den verschiedensten naturwissenschaftlichen Anwendungsfeldern (z.B. Differenzialgleichungen; Theorie der Schwingungen). Sie stellt einen mathematischen Algorithmus dar, durch den eine gegebene periodische Funktion $f(x)$ mit der (größten oder Grund-)Periode $T = 2\pi/\omega$ exakt oder angenähert durch eine trigonometrische Summe ersetzt wird [13]. Oppenheim [14] klassifizierte vier Frequenzbereiche und ordnete diese auf der Basis der Forschungsergebnisse von DeWitt [15] und Taguchi [16] den posturalen Subsystemen zu (Tab. 2).

Neben den vier Frequenzbereichen der Fourier-Analyse liegen der posturographi-

sehen Ergebnisdarstellung folgende ausgewählte Parameter zugrunde:

- ▶ Stabilitätsindikator (ST): Der ST gibt den Zustand der allgemeinen Stabilität an. Er ist der Quotient aus der Summe der Amplitudenänderungen (Körperschwan- kungen) dividiert durch das Körper- gewicht des Probanden. Demzufolge ist die Instabilität des Probanden umso höher, desto größer der Quotient ist.
- ▶ Summenscore (SS): Der SS stellt eine diskrete, auf der Basis der vier Stan- dardabweichungsintervalle des Postu- ral summary sheets zu bildende Vari- able dar. Je niedriger der Summenscore, desto besser die Haltungsregulation.

Fragebogenuntersuchung

Mit einem Fragebogen-Set wurden folgen- de Parameter erfasst:

- ▶ Demografische Daten,
- ▶ Sturzgefahr,
- ▶ Fragen zum gesundheitlichen Befinden und zur Zufriedenheit mit dem Trai- ningsprogramm,
- ▶ Lebensqualität (WHOQOL-Bref).

Statistische Auswertung

Zur Auswertung der Daten stand das Sta- tistikprogramm SPSS Version 11.0 zur Ver- fügung.

Die Prüfung der Gruppenunterschiede im Prä- und Posttest-Vergleich innerhalb einer Gruppe erfolgte bei den ordinalska- lierten Daten (Fragebogenuntersuchung) mit dem Wilcoxon-Test (zweiseitig). Zwi- schen den Gruppen kam hier der Mann- Whitney-U-Test bzw. bei nominalskalierten Daten der Chi-Quadrat-Test zur An-

Tab. 2 Funktionelle Frequenzbereiche der Fourier-Analyse [14].

Frequenzbereich (in Hz)	Posturales Subsystem
0,03–0,1 (F 1)	Visuelles System
0,1–0,5 (F 2–4)	Peripheres Vestibularsystem
0,5–1,0 (F 5–6)	Propriozeptives System
1,0 und höher (F 7–8)	Zentrales, zerebelläres System

¹ Der Messzeitpunkt (MZP) 2 war nur für die Baseline relevant, währenddessen die MZP 3, 4 und 5 den 2., 3. bzw. 4. MZP für die Inter- ventionsphase darstellten.

wendung. Die metrischen Daten (Posturographie) wurden auf der Grundlage eines Allgemeinen Linearen Modells (ALM) mit Messwiederholung varianzanalytisch ausgewertet. Für den Haupteffekt Zeit werden die Parameter des Greenhouse-Geisser Tests angegeben (df; F; Signifikanz; Partielles Eta-Quadrat). Bezüglich der abhängigen Variablen erfolgt eine Beschränkung auf die hypothesenrelevanten Parameter.

Powerberechnung

Mithilfe des Kalkulationsprogramms nQuery erfolgte die Powerberechnung zur Ermittlung des optimalen Stichprobenumfangs anhand der Variablen Summenscore. Demnach sind bei einer Power von 80%, einer Mittelwertdifferenz von 7,0, einer Standardabweichung der Mittelwertdifferenz von 14,8 und der Verwendung eines gepaarten, zweiseitigen t-Tests mit einem Signifikanzniveau von $\alpha=0,050$ 34 Probanden pro Gruppe notwendig, um die H1-Hypothese akzeptieren zu können. Ausgehend von einer Dropout Rate von 20% sind 41 Probanden pro Gruppe zum MZP1 zu akquirieren.

► **Untersuchungsergebnisse und Diskussion**

Posturographie – Haltungsregulation

Im Folgenden werden die hypothesenrelevanten posturographischen Parameter dargestellt (Tab.3 u.4). In der Baselinephase traten in beiden Gruppen keine signifikanten Veränderungen auf.

Exemplarisch sei die longitudinale Leistungsentwicklung über den Untersuchungszeitraum von 30 Monaten am Parameter Stabilitätsindikator veranschaulicht (Abb. 12a u. b).

Die Begrifflichkeit von Biering [17] hinsichtlich des Adaptationsbegriffes zugrunde legend, zielte diese Studie auf regressive Adaptationseffekte ab, d.h. auf Hemmung und Verzögerung involutiver Abbauprozesse. Diesbezüglich konnten sehr gute Effekte durch die Intervention in beiden Gruppen erzielt werden, wobei unter Zugrundelegung der Parameter Stabilitätsindikator und Summenscore die Wirksamkeit in der Osteoporosegruppe größer war als in der Gruppe Gesund. Folglich ist, in Übereinstimmung

mit Sinaki und Lynn [18] festzustellen, dass eine verbesserte Balance, wie sie durch das Aero-Step-Trainingsprogramm erzielt wurde, das Sturzrisiko reduziert. Insbesondere die zahlreichen signifikanten Verschlechterungen im Follow up 1 in der Osteoporosegruppe sowie im Follow up 2 in beiden Gruppen und nahezu allen Parametern unterstreichen den Wert eines kontinuierlichen sensomotorischen Trainings auf dem Aero Step, v.a. bei Osteoporosepatienten. Überdies sind sie ein Indiz dafür, dass die involutiven Abbauprozesse und das damit verbundene erhöhte Sturzrisiko durch eine bewegungsarme inaktive Lebensweise im Alter begünstigt werden, weshalb ein erhebliches Präventionspotenzial bei Älteren in der aktiven Sturzprophylaxe zu se-

hen ist. Inzwischen liegen Studien vor, die ebenfalls belegen, dass sensomotorische Trainingsprogramme bei Osteoporosepatienten zu einer Risikoreduzierung und zumindest teilweise zu einer Reduzierung der Sturzinzidenz führen [8, 18, 19].

Einschätzung des Trainingsprogramms

Die Einschätzung des Aero-Step-Trainingsprogramms durch die Probanden kann insgesamt als sehr positiv bezeichnet werden. 76% der Trainierenden waren mit der Anwendbarkeit dieses Trainingsprogramms zufrieden bzw. sehr zufrieden. Die Wirkung beurteilten 72% mit zufrieden bzw. sehr zufrieden. Immerhin 82% konnten durch das Training auf dem Aero Step eine Verbesserung ihres gesundheitlichen

Tab. 3 Gruppe Gesund – Posturographie.

	Zeit	df	F	Signifikanz	Eta-Quadrat
Abhängige Variable: Summenscore (SS)					
Haupteffekt Zeit		2.79	1.11	0.353	0.061
Tests der Innersubjekt-kontraste	MZP1 gegen MZP2	(17;1)	1.27	0.280	0.069
	MZP2 gegen MZP3	(17;1)	0.02	0.900	0.001
	MZP3 gegen MZP4	(17;1)	2.39	0.140	0.123
Abhängige Variable: Stabilitätsindikator (ST)					
Haupteffekt Zeit		2.72	5.96	0.002	0.560
Tests der Innersubjekt-kontraste	MZP1 gegen MZP2	(17;1)	5.57	0.030	0.247
	MZP2 gegen MZP3	(17;1)	0.01	0.955	0.000
	MZP3 gegen MZP4	(17;1)	13.13	0.002	0.436
Abhängige Variable: F 5–6					
Haupteffekt Zeit		2.81	6.92	0.001	0.289
Tests der Innersubjekt-kontraste	MZP1 gegen MZP2	(17;1)	10.77	0.004	0.388
	MZP2 gegen MZP3	(17;1)	0.35	0.561	0.020
	MZP3 gegen MZP4	(17;1)	8.56	0.009	0.335

Tab. 4 Osteoporosegruppe – Posturographie.

	Zeit	df	F	Signifikanz	Eta-Quadrat
Abhängige Variable: Summenscore (SS)					
Haupteffekt Zeit		2.50	7.04	0.001	0.281
Tests der Innersubjekt-kontraste	MZP1 gegen MZP2	(18;1)	7.93	0.011	0.306
	MZP2 gegen MZP3	(18;1)	7.04	0.016	0.281
	MZP3 gegen MZP4	(18;1)	7.06	0.016	0.282
Abhängige Variable: Stabilitätsindikator (ST)					
Haupteffekt Zeit		2.54	17.87	0.000	0.498
Tests der Innersubjekt-kontraste	MZP1 gegen MZP2	(18;1)	7.58	0.013	0.296
	MZP2 gegen MZP3	(18;1)	9.07	0.007	0.335
	MZP3 gegen MZP4	(18;1)	12.86	0.002	0.417
Abhängige Variable: F 5–6					
Haupteffekt Zeit		2.72	17.13	0.000	0.488
Tests der Innersubjekt-kontraste	MZP1 gegen MZP2	(18;1)	3.96	0.062	0.180
	MZP2 gegen MZP3	(18;1)	6.09	0.024	0.253
	MZP3 gegen MZP4	(18;1)	14.74	0.001	0.450

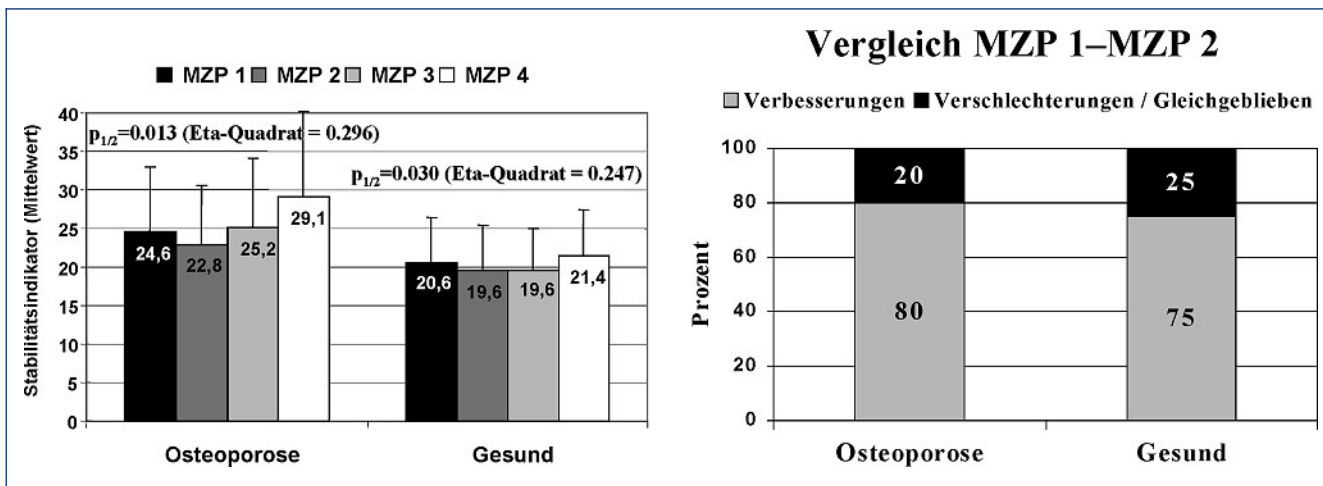


Abb. 12a u. b Stabilitätsindikator im Längsschnitt.

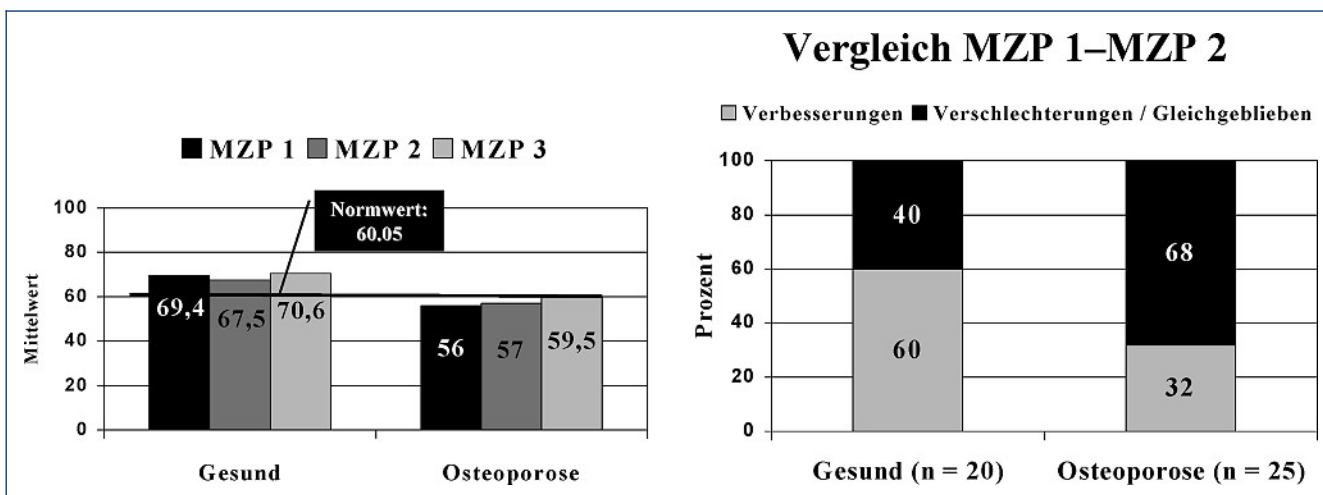


Abb. 13a u. b Lebensqualität – Variable „overall“ im Vergleich Gesund vs. Osteoporose.

Befindens feststellen. Dieses Ergebnis steht im Einklang mit der von Meusel [20] beschriebenen Verbesserung des Befindens durch Bewegungsaktivitäten.

Die Qualität des Trainingsprogramms wurde von 86% mit gut bzw. sehr gut bewertet. Lediglich 8% der Trainierenden waren der Auffassung, dass das Trainingsprogramm nicht ihren Bedürfnissen entsprechen hat und nur 9% äußerten sich ablehnend bezüglich der Weiterführung des Trainingsprogramms auf dem Aero Step.

Lebensqualität

Die Variable Lebensqualität zeigte keine signifikanten Veränderungen. Auffällig, aber nicht überraschend, ist die deutlich niedrigere Lebensqualität der Osteopo-

rosepatienten im Vergleich zu den gesunden Älteren zu allen Messzeitpunkten (Abb. 13a u. b).

➤ Fazit

Das sensomotorische Training auf dem Aero Step erwies sich als geeignet, die sensomotorische Leistungsfähigkeit älterer Personen, insbesondere von Osteoporosepatienten, zu verbessern. Diese Verbesserungen basierten primär auf Anpassungen im somatosensorischen System, das für die Sturzprophylaxe von primärer Bedeutung ist. Ebenfalls positiven Einfluss hatte das Trainingsprogramm auf die gesundheitliche Befindlichkeit der Proban-

den, wohingegen es die Lebensqualität nicht zu beeinflussen vermochte. 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 bei zielgerichtetem und qualifiziertem Umgang fast keine Grenzen gesetzt sind. Im Hinblick auf mögliche weitere Anwendungsfelder (z.B. Rückenschule, Rehabilitation nach Verletzungen der unteren Extremität) bleibt es weiteren wissenschaftlichen Studien vorbehalten, den Wirksamkeitsnachweis zu erbringen, um die Potenzen dieses Trainingskonzeptes zu erschließen.

Literatur

- 1 Gerst T: Gesundheitsförderung im Alter – Potentiale müssen genutzt werden. Deutsches Ärzteblatt. 2002; 99: 1178.
- 2 Drinkwater BC, Mc Cloy H: Research lecture: Does physical activity play a role in preventing osteoporosis? Research Quarterly for Exercise and Sport. 1995; 3: 197–206.
- 3 Müller K, Schwesig R, Leuchte S, Riede D: Koordinationstraining und Lebensqualität – Eine Längsschnittuntersuchung bei Pflegepersonal mit Rückenschmerzen. Gesundheitswesen. 2001; 63: 609–618.
- 4 Oschkenat W: Sport im Alter. In: Dirschauer A, Meyer-Holz J (Hrsg.): Sportmedizin/Sportphysiotherapie – Kompendium. Kassel: Gutenberg, Riemann; 1996: Kap. 7.7, 1–3.
- 5 Hübscher J: Bedeutung des Sports im Leistungsalter für Prävention und Rehabilitation. Gesundheitswesen. 1999; 61: 518–521.
- 6 Skelton DA: Effects of physical activity on postural stability. Age and Ageing. 2001; 30 (54): 33–39.
- 7 Granacher U, Strass D, Gollhofer A: Training induced adaptations in reflex-characteristics of elderly men. In: Müller E, Schwaweder H, Zallinger G, Fastenbauer V (Hrsg.): 8th Annual Congress European College of Sport Science. Salzburg; 2003: 174.
- 8 Werle J, Zimmer A: Sturzprophylaxe durch Bewegungssicherheit im Alter: Konzeption und Effektivitätsprüfung eines sensorischen Interventionsprogramms bei Osteoporosepatientinnen. Z Gerontol Geriat. 1999; 32: 348–357.
- 9 Lord SR, Clark RD, Webster IW: Visual acuity and contrast sensitivity in relation to falls in an elderly population. Age and Aging. 1991; 20: 175–181.
- 10 Walter U, Schwarz FW: Gutachten: Prävention im deutschen Gesundheitswesen. Medizinische Hochschule Hannover für die Kommission Humane Dienste (unveröffentlichtes Manuskript); 2001.
- 11 Müller K, Schwesig R, Kreutzfeldt A, Becker S, Hottenrott K: Das Rückenaktivprogramm. 99 Übungen gegen Rückenschmerz und Haltungsprobleme und 44 Tipps für Ihre Wirbelsäule. Aachen: Meyer & Meyer; 2004.
- 12 Schwesig R: Evaluierung des Koordinationstrainings im Spacecurl zur Sekundärprävention von Rückenschmerzen. Freiburg: Gaggstatter; 2001.
- 13 Eichler JH, Kronfeldt HD, Sahn J: Das Neue Physikalische Grundpraktikum. Berlin: Springer; 2001.
- 14 Oppenheim U u.a.: Postural Characteristics of Diabetic Neuropathy. Diabetes Care. 1999; 22 (2): 328–332.
- 15 DeWitt G: Optic versus vestibular and proprioceptive impulses, measured by posturography. Agressologie. 1972; 13: 79–82.
- 16 Taguchi K: Spectral analysis of the movement of the center of gravity in vertiginous and ataxic patients. Agressologie. 1978; 19: 69–70.
- 17 Biering H: Die Notwendigkeit altersspezifischer Untersuchungen zur Herausbildung einer ansprechenden motorischen Leistungsfähigkeit im späteren Lebensalter. Gesundheitssport und Sporttherapie. 2003; 19: 215–219.
- 18 Sinaki M, Lynn SG: Reducing the risk of falls through proprioceptive dynamic posture training in osteoporotic women. Am J Phys Med Rehabil. 2002; 81: 241–246.
- 19 Felsenberg D: Incidence of Vertebral Fracture in Europe: Results from the European Prospective Osteoporosis Study (EPOS). J Bone Miner Res. 2002; 17 (4): 716–724.
- 20 Meusel H: Grundlagen der Bewegungstherapie in der geriatrischen Rehabilitation. Z Gerontol Geriat. 2000; 33 (Suppl.1): I/35–I/44.

Summary

Sensomotoric training in old age and osteoporosis: Development and evaluation

The main objective of this study was to develop a sensomotoric training programme on the “Aero Step” as well as carry out a controlled longitudinal section evaluation of baseline design, against the background of falls frequency in elderly people, especially in osteoporotic patients. The study comprised of healthy elderly people ($n = 20$; mean age 64.1 years) and osteoporotic patients ($n = 27$; mean age 68.5 years) examined with regard to the parameters; sensomotoric (posture and balance regulation) falls risk and quality of life. The instruments of the research included posturography, as well as a self-devised questionnaire. The assessment of life quality was carried out by means of WHOQOL-Bref (German version). The sensomotoric training led to a significant improvement of posture regulation (stability indicator); 80% in the Osteoporotic group and 75% in the healthy group ($p = 0.030$; $p = 0.013$). The improvements were based on the adaptation in the somatosensory region as documented by significant changes in the Fourier-Analysis, especially in the healthy group ($p = 0.004$). As a result of participating in the training programme, 76% of the osteoporotic patients and 90% of the elderly healthy people indicated improvement in their health status. However, the intervention measures had no significant influence on the quality of life. There were numerous significant cases of deterioration in the “Follow Up 1” (12 weeks after intervention) in the osteoporotic group as well as “Follow Up 2” (2 years after intervention) in both groups. Conclusively, nearly all parameters underline the importance of continuous sensomotoric training in the elderly population, especially in osteoporotic patients.

Key words: Healthy elderly people, osteoporosis, quality of life, posturography

Korrespondenzadresse

PD Dr. phil. habil.
René Schwesig
Martin-Luther-Universität
Halle-Wittenberg
Institut für Sportwissenschaft
06099 Halle/Saale
Tel.: 03 45/5 52 44 35
Fax: 03 45/5 52 70 54
E-Mail: rene.schwesig@sport.uni-halle.de

