

K. Koronas¹, I. Athanailidis², P. Varsamis³, G. F. Zarotis⁴, A. Kitsios¹, G. Abatzides¹

Knochendichte erwachsener Tennisspieler im Vergleich zu sportlich Inaktiven

Bone density in adult tennis players compared to sports-inactive people

1 Institut für Sportwissenschaft, Aristoteles Universität Thessaloniki

2 Institut für Sportwissenschaft, Demokritus Universität Thrakien

3 Deutsche Sporthochschule Köln

Zusammenfassung

In einer kontrollierten Querschnittstudie sollte überprüft werden, ob regelmäßige sportliche Aktivität in Form des Tennisspiels sich auf die Knochendichte im Bereich der Lendenwirbelsäule und des Oberschenkelhalses auswirkt. Die Knochendichte wurde mittels der DXA-Methode (Dual X-Ray-Absorptiometrie) bestimmt. Die Untersuchungsstichprobe bestand aus 80 Männern im Alter von 41 bis 60 Jahren. Die Hälfte von ihnen trieb keinen Sport, während die andere Hälfte Tennis als Freizeitsport im Mittel 6,58 ($\pm 2,94$) Stunden pro Woche spielte. Die beiden Gruppen wurden anhand ein- und zweifaktorieller Kovarianzanalysen verglichen. Bei der Kontrolle der Gütekriterien wurde eine signifikante Korrelation zwischen der Knochendichte des Oberschenkelhalses und der Körperlänge bzw. Körpermasse identifiziert. Aus den Ergebnissen ging hervor, dass die Tennisspieler in den gemessenen Variablen eine signifikant höhere Knochendichte aufwiesen, als die Nichtspieler. Die multiplen Paarvergleiche fielen übereinstimmend aus. Das Alter spielte insgesamt eine geringfügige Rolle. Die Befunde unterstreichen die positive Rolle der sportlichen Aktivität, die diese bei der Knochendichte erwachsener Männer spielt.

Schlüsselwörter: Tennisspiel; Sport; Aktivität; Gesundheit; Knochendichte; Osteoporose; Lendenwirbelsäule; Oberschenkelhals; DXA; Männer

Einleitung

Bewegung und Sport haben positive Auswirkungen nicht nur auf die konditionellen Fähigkeiten, sondern auch auf die Knochen und das Skelettsystem. Demnach liegt eine enge positive Wechselbeziehung zwischen körperlicher Aktivität und Knochenmasse vor (3, 8). Dem regelmäßigen körperlichen Training in Form von Kraftbeanspruchungen kommt dabei eine herausragende Rolle zu. Der Gewinn an Knochenmasse ist allerdings besonders nachhaltig, wenn die motorische Aktivität Belastungen in der Längsachse der Knochen beinhaltet und im Kindes- und Jugendalter stattfindet (6). Ferner wird das Erzielen einer maximalen Knochenmasse bis zum 30. Lebensjahr als ein bedeutsamer Faktor für die

Summary

A controlled cross-sectional study was performed to investigate whether regular sports activity in the form of playing tennis has an effect on the bone density of the lumbar spine and the neck of the femur. Bone density was measured by the DXA method (Dual X-Ray Absorptiometry). The study sample consisted of 80 men ages 41 to 60 years. Half of these played no sports, while the other half played leisure tennis on an average of 6.50 (± 2.94) hours per week. The two groups were compared using one- and two-factorial covariance analyses. In control of the quality criteria, a significant correlation was found between bone density of the neck of the femur and the body height, respectively weight. It was evident from the results that the tennis players had significantly higher bone density in the measured variables than the non-players. Multiple paired comparison brought the same results. Age played overall a slight role. The findings emphasize the positive effect of sports activities in which these men participated.

Key words: Tennis playing, sports, activity, health, bone density, osteoporosis, lumbar spine, neck of the femur, DXA, men

Knochengesundheit der restlichen Lebensjahre erachtet (5). Bei einer griechischen Stichprobe wurde ermittelt, dass die maximale Knochendichte (Peak Bone Mass, PBM) bei Männern im 30. Lebensjahr und bei Frauen im 25. Lebensjahr erreicht wird (30). Gemäß einschlägigen Befunden werden die genetischen Einflüsse für etwa 60-80% der PBM-Varianz verantwortlich gemacht (19), während die restliche Prozentzahl von weiteren Personen- bzw. Umweltfaktoren, wie Ernährung und körperliche Aktivität/Muskelkraft abhängt (8, 17). Die Körpermasse ist ein weiteres positives Korrelat der Knochenmasse, insbesondere im Bereich der unteren Extremitäten (18,22). Das Führen eines bewegungsarmen Lebensstils wird hingegen als ein gewichtiger Risikofaktor angesehen (vgl. 9, 21, 23).

Die Beurteilung der Knochendichte bzw. Osteoporose war seit langem ein vorwiegend für Frauen relevantes Thema. Deshalb bezieht sich der größte Anteil der empirischen Forschung a) auf Frauen nach ihrer Menopause, wegen der Zunahme der Knochenbrüchigkeit, und b) auf den Mangel an Bewegung bzw. Abbau der Knochendichte. Aus den aktuellen Angaben der Weltgesundheitsorganisation (27) wird allerdings evident, dass mit zunehmendem Alter die Häufigkeit von Osteoporose-Frakturen sowohl bei Frauen als auch bei Männern wächst. Zur Analyse der Knochenmasse hat sich als diagnostische Methode für präventive, therapeuti-

Knochendichte zu beobachten ist. Sie beträgt etwa 3-5% pro Dekade und beschleunigt sich sogar nach dem 50. Lebensjahr (vgl. 25, 30).

Methodik

Neben dem Geschlecht dienten vier Kriterien der Stichprobenauswahl: das Alter, die Ernährung, der Beruf bzw. die damit verbundene körperliche Belastung und Indizien der Knöchensituation, wie ältere Frakturen, internistische Erkrankungen und Therapien mit Cortison. Sie wurden anhand

Tabelle 1: Grundmerkmale der Stichprobe pro Untersuchungsgruppe (Mittelwerte (MW), Standardabweichungen (s) und Größe (N)).

Variable	Gruppe	Sport Treibende (Tennisspieler)			Nicht Sport Treibende			Gruppenvergleich		
		MW	±	s	MW	±	s	N ₁₂	F; Sig.	η ²
Alter (Jahre)	jüngere	45,50	±	2,95	45,50	±	2,95	20		
	ältere	55,50	±	2,95	55,50	±	2,95	20		
	Gesamt	50,50	±	5,84	50,50	±	5,84	40		
Größe (cm)	jüngere	177,90	±	5,74	175,20	±	6,73	20	5,910*	,072
	ältere	174,90	±	5,51	171,95	±	4,87	20		
	Gesamt	176,40	±	5,76	173,58	±	6,03	40		
Gewicht (kg)	jüngere	86,45	±	8,30	83,15	±	10,34	20		
	ältere	83,45	±	7,02	82,55	±	10,34	20		
	Gesamt	84,95	±	7,74	82,85	±	10,21	40		
BMI (kg/cm ²)	jüngere	27,29	±	2,05	27,06	±	2,67	20		
	ältere	27,33	±	2,55	27,98	±	3,85	20		
	Gesamt	27,31	±	2,29	27,52	±	3,30	40		
JSA	jüngere	18,05	±	2,65				20	6,990*	,155
	ältere	20,65	±	3,51				20		
	Gesamt	19,35	±	3,34				40		
WSA	jüngere	6,50	±	2,86				20		
	ältere	6,65	±	3,09				20		
	Gesamt	6,58	±	2,94				40		

Legende: F : Wert des F-Tests
 Sig. : Signifikanzniveau 0.05 (*) oder 0.01 (**)
 η² : Varianzaufklärung
 BMI : Body Mass Index (=Gewicht/Größe²)
 JSA : Jahre der Sportlichen Aktivität (in Jahren)
 WSA : Wöchentliche Sportliche Aktivität (in Stunden)

sche und wissenschaftliche Fragestellungen die Osteodensitometrie insbesondere in Form der gering strahlenbelastenden dualen X-Ray-Absorptiometrie (DXA) bewährt. Studien zur Wirkung der Sportaktivität und zur Messung der Knochendichte bei Männern sind jedoch äußerst rar (vgl. 11, 29). Einige von ihnen betreffen die Knochendichte der oberen Extremitäten von Tennisspielern. Sie legen unter anderem eine bereichsspezifische Auswirkung der körperlichen Aktivität nahe, da beispielsweise am Schlagarm eine hohe Knochendichte ausgemacht wird (10, 12).

Ziel der vorliegenden Studie war es zunächst, die Wechselbeziehung zwischen der Knochendichte und dem Ausmaß sportlicher Aktivität, hier des Tennisspiels, zu bestimmen. Des Weiteren galt es zu ermitteln, ob die Sporttreibenden sich von den Sportinaktiven in der Knochendichte signifikant unterscheiden. Dafür wurde eine Stichprobe von Männern der mittleren Altersspanne herangezogen. Es handelt sich um den Lebensabschnitt, in dem eine Rückbildung der

eines Fragebogens und einer ärztlichen Anamnese bzw. Untersuchung kontrolliert. Durch die genannten Ein- bzw. Ausschlusskriterien sollte eine relative Homogenität bzw. Vergleichbarkeit der Untersuchungsgruppen erzielt werden. Insbesondere hinsichtlich des Alters bestand eine Vergleichbarkeit, da von jedem Lebensjahr und von jeder Gruppe eine Person herangezogen wurde. Die Stichprobe bestand aus 40 Männern im Alter der fünften (41. - 50. Lj.) und 40 Männern der sechsten Dekade (51. - 60. Lj.). Daneben sollte die Hälfte der 80 Männer in den letzten zehn Jahren mindestens drei Stunden pro Woche Tennis als Freizeitsport gespielt haben. Die andere Hälfte sollte keinen Sport getrieben haben.

Bei allen Personen wurden die Körpermasse und die Körperlänge anhand geprüfter Messinstrumente erhoben. Die Knochendichte wurde im Bereich der Lendenwirbelsäule (L1-L4) und des Oberschenkelhalses durch das DXA-Verfahren (Dual X-Ray-Absorptiometrie) gemessen (13, 26). Dafür wurde ein Apparat des Typus „Hologic 1000 Q.D.R.“ amerikanischer Herstellung benutzt (HOLOGIC, INC., North and South America, Pacific Rim). Dessen Richtigkeit (0.5-2%) und Präzision (1%) werden als hoch angesehen (7, 15). Vor jeder Sitzung erfolgte eine Graduierung bzw. Abstimmung des Messgerätes unter Zuhilfenahme einer künstlichen Lendenwirbelsäule. Die Personen wurden während der Messung einer minimalen Strahlung ausgesetzt (1 mrem bzw. 0,01 Sv). Für jeden der zwei untersuchten Körperbereiche wurden die Roh-, T- und Z-Score berechnet bzw. festgehalten. Der T-Score charakterisiert Mittelwerte und Standardabweichungen einer jungen, geschlechtsgleichen Normalpopulation, während der Z-Score eine Relation der gewonnenen Werte zum Alter bedeutet (s.a. 14, 16).

Für die statistische Überprüfung der Fragestellungen wurden einfache Korrelations- und univariate ein- bzw. zweifaktorielle Kovarianzanalysen eingesetzt. Bei Felduntersuchungen ist es kaum möglich, die Gruppen in allen ihren

Grundmerkmalen zu vergleichen. So gibt es Merkmale, die in den Gruppen relativ unterschiedlich ausgeprägt sind und die Effekte der un- auf die abhängigen Variablen beeinflussen können. Die Kovarianzanalyse ermöglicht, die Wirkung solcher Variablen statistisch zu „neutralisieren“. Außer der Irrtumswahrscheinlichkeit kann noch die „aufgeklärte Varianz“ (η^2) herangezogen werden. Gemäß der aktuellen Klassifikation der Effektgrößen (ϵ) entspricht eine Varianzaufklärung von über 13,79% ($\eta^2 \geq .138$) sehr starken Effekten, während eine aufgeklärte Varianz zwischen 5,88% und 13,79% mittelstarke Effekte signalisiert (4, S. 604 /617). Die Analysen wurden mit dem Programm SPSS (Version 10.0) durchgeführt.

Ergebnisse

Tabelle 1 zeigt die Ausprägungen der Grundmerkmale. Dabei ist zu beachten, dass die Untersuchungsgruppen vergleichbare Voraussetzungen aufweisen. Eine Ausnahme bildet die Körpergröße. Die sportaktiven bzw. jüngeren waren im Mittel signifikant größer als die sportinaktiven bzw. älteren Männer. Die darauf bezogenen Effektgrößen sind allerdings als „mittelstark“ einzuordnen (jeweils: $\eta^2 < .138$). Schließlich verzeichnete sich hinsichtlich der Jahre sportlicher Aktivität ein trivialer Unterschied zugunsten der älteren im Vergleich zu den jüngeren sportaktiven Männern.

Im Folgenden wird auf ausgewählte lineare Wechselbeziehungen unter den erhobenen Variablen eingegangen. Sie können Hinweise über die Validität der Verfahren liefern und über mögliche Besonderheiten der Stichprobe informieren. Aus der Tabelle 2 geht zunächst hervor, dass die theoriekonforme signifikante Korrelation zwischen Knochendichte und Körpermasse sich nur für den Oberschenkelhals bestätigen lässt. Sie kommt auch für die Körperlänge zur Geltung, weil letztere mit der Körpermasse hoch korreliert ($r = .416$; $p < .01$). Wird die Analyse für jede der Untersuchungsgruppen getrennt durchgeführt, so ist die Korrelation nur für die sportaktive Gruppe signifikant (z.B. bei der Körpermasse: $r = .395$; $p < .05$ vs. $r = .224$; $p > .10$).

Tabelle 2: Korrelationen zwischen Knochendichte und ausgewählten individuellen Merkmalen. (N=80; N=40 für JSA und WSA).

Knochendichte	Alter	Größe	Gewicht	BMI	JSA	WSA
LWS, Rohwerte	.169	.195	.186	.069	.065	.082
LWS, T-Werte	.161	.197	.182	.064	.046	.082
LWS, Z-Werte	.239	.168	.163	.064	.097	.070
OSH, Rohwerte	-.067	.388**	.303**	.057	.033	-.050
OSH, T-Werte	-.087	.393**	.292**	.043	-.003	-.072
OSH, Z-Werte	.026	.358**	.278**	.052	.096	-.074

Legende: LWS: Lendenwirbelsäule
OSH: Oberschenkelhals
vgl. a. Tab. 1

Für den Bereich der Lendenwirbelsäule sind alle Korrelationen zwar positiv, aber nicht signifikant (s. Tab. 2). Ebenso werden die linearen Zusammenhänge der restlichen Merkmale zur Knochendichte aus statistischer Sicht als „zufällig“ eingestuft. Die Werte der Knochendichte in den Bereichen der Lendenwirbelsäule und des Oberschenkelhals stehen zueinander in enger Beziehung ($r = .515$; $p < .01$). Schließlich wurden inverse Wechselbeziehungen zwischen Aktivität und Körpermasse festgestellt ($r = -.331$; $p < .05$).

Die Tatsache, dass in der vorliegenden Sportgruppe der Umfang der sportlichen Aktivität mit der Knochendichte keinen linearen Zusammenhang aufweist, führte zu weiteren Analysen. Zunächst wurden Diagramme erstellt, um mögliche kurvenlineare Beziehungen zwischen sportlicher Aktivität und Knochendichte zu erkunden. Sie haben allerdings zu keinem erkennbaren Muster geführt. Anschließend wurden anhand der Mittelwerte zwei extreme Gruppen gebildet. Die Gruppen hoher Aktivität (JSA: $M = 21,71$; $s = 2,61$; $n = 21$ und WSA: $M = 9,5$; $s = 2,64$; $n = 15$) unterschieden sich in der Knochendichte von den Gruppen niedriger Aktivität (JSA: $M = 16,73$; $s = 1,69$; $n = 19$ und WSA: $M = 4,8$; $s = 1,11$; $n = 25$) nicht signifikant.

Tabelle 3: Knochendichte im Bereich der Lendenwirbelsäule je nach Untersuchungsgruppe. Die T- und Z-Werte werden in Prozent angegeben; die Norm beträgt 100%.

Variable	Gruppe	Sport Treibende (Tennisspieler)			Nicht Sport Treibende			Gruppenvergleich		
		MW	\pm	s	MW	\pm	s	N ₁₂	F; Sig.	η^2
Rohwerte (g/cm ²)	jüngere	1,22	\pm	0,15	1,01	\pm	0,12	20	31,040**	.296
	ältere	1,31	\pm	0,25	1,03	\pm	0,17	20		
	Gesamt	1,26	\pm	0,21	1,02	\pm	0,14	40		
T-Werte (%)	jüngere	112,45	\pm	15,13	92,90	\pm	10,72	20	31,336**	.297
	ältere	119,75	\pm	22,91	94,40	\pm	15,28	20		
	Gesamt	116,10	\pm	19,52	93,65	\pm	13,05	40		
Z-Werte (%)	jüngere	115,45	\pm	16,54	95,00	\pm	10,80	20	4,306*	.055
	ältere	126,30	\pm	24,82	99,30	\pm	16,37	20		
	Gesamt	120,88	\pm	21,53	97,15	\pm	13,86	40		

Legende: vgl. Tab. 1; 2

Im Folgenden werden die Werte und die Ergebnisse der Gruppenvergleiche im Hinblick auf die Auswirkung des Tennisspiels auf die Knochendichte dargestellt (Tab. 3). Dafür wurde eine zweifaktorielle Kovarianzanalyse benutzt (Sport / Altersgruppe mit Körperlänge und Körpermasse). Für den Bereich der Lendenwirbelsäule ergaben sich bedeutsame Unterschiede zwischen Sportaktiven und Sportinaktiven. Sie fielen zugunsten der ersten Gruppe aus und entsprechen sehr starken Effekten. Exemplarisch werden die Ergebnisse der Z-Werte aufgeführt ($F_{(1;74)} = 30,349$; $p < .001$; $\eta^2 > .200$). Der Einfluss des Alters war nur für die Z-Werte signifikant und zwar mit einer kleinen Effektgröße. Demnach wiesen die älteren (51-60 Jahre) eine höhere Knochendichte als die jüngeren (41-50 Jahre) Männer auf und zwar unabhängig von der Sportgruppierung.

Im Bereich des Oberschenkelhalses waren noch größere Unterschiede zwischen sportaktiven und sportinaktiven Männern (jeweils: $p < .001$ und $\eta^2 > .300$) zu beobachten. Signifikante Alterseffekte ließen sich hierbei nicht feststellen (vgl. Tab. 4).

Tabelle 4: Knochendichte im Bereich des Oberschenkelhalses je nach Untersuchungsgruppe. Die T- und Z-Werte werden in Prozent angegeben; die Norm beträgt 100 %

Variable	Gruppe	Sport Treibende (Tennisspieler)			Nicht Sport Treibende			Gruppenvergleich		
		MW	±	s	MW	±	s	N ₁₂	F; Sig.	η ²
Rohwerte (g/cm ²)	jüngere	1,33	±	0,15	1,06	±	0,13	20	43,843**	.372
	ältere	1,27	±	0,17	1,06	±	0,14	20		
	Gesamt	1,30	±	0,17	1,06	±	0,13	40		
T-Werte (%)	jüngere	126,05	±	14,33	99,30	±	11,95	20	47,699**	.392
	ältere	118,45	±	16,00	98,80	±	12,92	20		
	Gesamt	122,25	±	15,48	99,05	±	12,28	40		
Z-Werte (%)	jüngere	134,50	±	15,26	106,45	±	12,76	20	46,060**	.384
	ältere	131,00	±	18,20	109,00	±	14,09	20		
	Gesamt	132,75	±	16,67	107,73	±	13,33	40		

Legende: vgl. Tab. 1; 2

Anhand einer einfaktoriellen Kovarianzanalyse wurden Paarvergleiche durchgeführt (vgl. Tab. 5). Das bisherige Ergebnisbild wurde reproduziert. Überdies ergab sich eine Überlegenheit der sportaktiven Gruppe vorwiegend im Bereich des Oberschenkelhalses. Einen eher unerwarteten Befund konstituierte die kleine Wertedifferenz zwischen den sportaktiven jüngeren und den sportinaktiven älteren Männern. Sie ist auf den oben aufgeführten stichprobebedingten Alterseffekt zurückzuführen. Außerdem ist zu unterstreichen, dass die Unterschiede der Altersgruppen innerhalb jeder Aktivitätsgruppe nicht signifikant waren.

Tabelle 5: Paarvergleiche nach Bonferrem unter den Untersuchungsgruppen (!). Die Signifikanz gilt nur für die Roh- und T-Werte.

Gruppierungen nach Sportaktivität und Alter		LWS	OSH
Sportaktive – Jüngere	Sportaktive – Ältere	**	**
	Sportinaktive – Jüngere	**	**
	Sportinaktive – Ältere	**	**
Sportaktive – Ältere	Sportinaktive – Jüngere	**	**
	Sportinaktive – Ältere	**	**
Sportinaktive – Jüngere	Sportinaktive – Ältere		

Legende: vgl. Tab. 1; 2

Diskussion und Folgerungen

Anhand der vorliegenden Studie wurde versucht, die Zusammenhänge zwischen der sportlichen Aktivität, hier dem Tennisspiel, und der Knochendichte zu erforschen. Daraufhin wurde eine Stichprobe von Männern im Alter von 41-60 Jahren untersucht. Versucht wurde, möglichst ähnliche Gruppenvoraussetzungen zu schaffen. Die Korrelationsanalyse erbrachte anregende Ergebnisse für die Fragestellung. Demzufolge stehen Masse und Länge des Körpers mit der Knochendichte des Oberschenkelhalses, jedoch nicht mit jener der Lendenwirbelsäule, in einem engen Zusammenhang. Es handelt sich um eine theoriekonforme Korrelation, da ein großes Körpergewicht für Belastungen in der Längsachse der Knochen sorgt. Es ist bemerkenswert, dass dieses Phänomen nur für Männer der sportaktiven Gruppe gilt. Dieser Tatbestand spricht für die intervenierende Rolle der sportlichen

Aktivität beim Zusammenhang zwischen Körpermasse und Knochendichte. Beim Tennisspiel, wie auch bei anderen Sportarten, wird die Möglichkeit gegeben, in senkrechten Positionen Kraft und Intensität variierend bzw. wechselhaft anzuwenden (2). Es handelt sich um eine Funktion, die sehr wahrscheinlich die Wirkungen des Körpergewichts multipliziert. Allerdings war der Umfang sportlicher Aktivität mit der Knochendichte praktisch unkorreliert. Dies ist dadurch zu deuten,

dass die Mehrheit der untersuchten Tennisspieler das Minimum der dafür benötigten sportlichen Aktivität längst überschritten hat (20). Dem Extremgruppenvergleich zufolge sind 16,73 (± 1,69) Jahre mit 4,8 (± 1,11) Stunden wöchentlichem Tennisspiel für die Bildung einer guten Knochendichte als ausreichend anzusehen.

Gemäß den Kovarianzanalysen lassen sich signifikante Unterschiede zugunsten der sportaktiven Männer verzeichnen. Sie weisen eine sehr hohe Knochendichte im Vergleich zu den Normen auf (etwa 120% bei der LWS und 137% beim OSH), während sich die Knochendichte der sportinaktiven Männer diesen Normen angleicht (98% bzw. 105%). Die Differenz der beiden Gruppen im Bereich des Oberschenkelhalses ist sehr groß, was auf die mechanische Belastung dieser Knochen durch das Tennisspiel zurückzuführen ist. Das Alter der Männer spielte dabei eine geringfügige Rolle. Die ausgemachten vereinzelt Alterseffekte sind von kleiner Effektgröße und als stichprobebedingt einzuordnen. Demnach sind die herangezogenen Altersgruppen im Merkmal der Knochendichte nicht unterscheidbar. Dies ist ein erwarteter Sachverhalt, weil diese Gruppen zwei aufeinander folgende Dekaden decken.

Die Ergebnisse stehen mit den bisherigen Befunden zu den Wirkungen der sportlichen Aktivität in Einklang. Sie untermauern den Zusammenhang zwischen Knochendichte und Tennisspiel als Freizeitsportart bei erwachsenen Männern. Folglich gehört das Tennisspiel einer Gruppe von Sportarten an, die zur Förderung bzw. Erhaltung der Knochendichte erwachsener Männer signifikant beitragen. Derartigen Einflüssen muss eine große Bedeutung beigemessen werden, weil eine hohe Knochendichte vor Osteoporose und Knochenbrüchen schützt.

Die vorliegende Studie versteht sich als eine explorative Arbeit, weil sie auf die wenig untersuchte Teilpopulation der Männer fokussiert ist. Ihre Befunde sind nur bedingt generalisierbar, weil die Stichprobe verhältnismäßig klein bzw. nicht repräsentativ ist. Sie sind dennoch theoriekonform und regen zu weiterführender Forschung an. Aufschlussreich wäre beispielsweise die vergleichende Erkundung der Auswirkungen anderer Bewegungsformen bzw. Sportarten. Ebenso interessant wären längsschnittige Untersuchungspläne in (sport-)therapeutischen Kontexten. Sie könnten Informatio-

nen über die Effektivität verschiedener motorischer Maßnahmen liefern. In jedem Fall ist eine differenzierte bzw. genauere Erfassung der Schutz-, Risiko- und Kontextfaktoren vonnöten, die dem heutigen biopsychosozialen Verständnis von Gesundheit zu Grunde liegen (28).

Literatur

1. *Abatzides G*: Körperliche Aktivität und Knochenmasse bei jungen Personen. *Knochen* 8 (1997) 247-250. (Übersetzung aus dem Griechischen).
2. *Avioli LV*: Clinician's Manual on Osteoporosis. Science Press, London, 2. Ed (1997).
3. *Biewener AA, Bertram JE*: Mechanical loadings and bone growth in vivo. In: B.K. Hall (Ed.): Bone CRC Press, Boca Raton (Finland) Vol. 7 (1992) 1-36.
4. *Bortz J, Döring N*: Forschungsmethoden und Evaluation für Human- und Sozialwissenschaftler. Springer, New York (2002).
5. *Drinkwater BL*: Weight-bearing exercise and bone mass. *Phys Med Rehab Clin* 6 (1995) 567-578.
6. *Fehily AM, Colres RL, Evans WD*: Factors affecting bone density in young adults. *Am J Clin Nutr* 56 (1992) 579.
7. *Felsenberg D, Gowin W*: Bone densitometry: applications in sports-medicine. *Eur J Radiol* 28 (1998) 150-154.
8. *Georgiou E*: Auswirkungen der körperlichen Aktivität auf die Osteoporose. *Knochen* 8 (1997) 254-258. (Übersetzung aus dem Griechischen).
9. *Gleeson PB, Protas E, Leblanc A, Schneider VS, Evans HJ*: Effects of weight lighting on bone mineral density in premenopausal women. *J Bone Miner Res* 5 (1990) 153-158.
10. *Haaspalo H, Kontulainen S, Sievanen H, Kannus P, Jarvinen M, Vuori I*: Exercise-induced bone gain is due to enlargement in bone size without a change in volumetric bone density: A peripheral quantitative computed tomography study of the upper arms of tennis players. *Bone* 27 (1994) 351-357.
11. *Hogstrom M, Alfredson H, Lorentzon R, Thorsen K*: Bone mineral density, body composition, and physical activity in medical students. *Osteoporosis Int Suppl* 2 (2000) 123.
12. *Kannus P, Haaspalo H, Sievenen H, Oja P, Vuori I*: The site specific effects of long-term unilateral activity on bone mineral density and content. *Bone* 15 (1994) 279-84.
13. *Kroger H, Laitinen K*: Bone mineral density measured by dual-energy X-ray absorptiometry in normal men. *Eur J Clin Invest* 22 (1994) 454-460.
14. *Latsos GN*: Grundprinzipien der Knochendichtemessung. *Knochen* 9 (1998) 235-240. (Übersetzung aus dem Griechischen).
15. *Lees B, Stevenson JC*: An evaluation of dual energy X-ray absorptiometry and comparison with dual photon absorptiometry. *Osteoporosis Int* 2 (1992) 146-52.
16. *Lyritys GP*: Knochendichtemessung. *Knochen* 2 (1992) 71-76. (Übersetzung aus dem Griechischen).
17. *Lyritys GP*: Osteoporose. Eigene Edition, Athen (1996). (Übersetzung).
18. *Mazess RB, Berden H, Ettinger M, Schulz E*: Bone density of the radius, spine and proximal femur in osteoporosis. *J Bone Miner Res* 3 (1988) 13-18.
19. *Morrison HA, Qi JC, Tokota HA*: Prediction of bone density from vitamin D receptor alleles. *Nature* 307 (1994) 284.
20. *Mpakas HE*: Physikalische Medizin und Rehabilitation: Osteoporose Eigene Edition, Athen (1996). (Übersetzung aus dem Griechischen).
21. *Nelson DA, Kleerekoper M, Peterson EL*: Reversal of vertebral deformities in osteoporosis. Measurements errors or "rebound"? *J Bone Miner Res* 9 (1994) 977.
22. *Orwall ES, Klein RF*: Osteoporosis in men. *Endocr Rev* 16 (1995) 87-116.
23. *Petterson SE et al*: Muscular strength and bone density with weight training in middle aged women. *Med Sci Sports Exerc* 23 (1991) 499.
24. *Petterson U, Nordstrom P, Lorentzon R*: A comparison of bone mineral density and muscle strength in young male adults with different exercise. *Revel Calcif Tissue Int* 64 (1999) 490-498.
25. *Recker RR, Davies KM, Hinders SM, Heaney RP, Stegman RP, Kimmel DB*: Bone gain in young women. *JAMA* 268 (1992) 2403-2408.
26. *Schneider P, Borner W, Rendl J, Eilles C, Schliske K, Scheubeck M*: Significance of two different bone density measurement methods in assessment of mineral content of the peripheral and axial skeleton. *Z Orthop Ihre Grenzgeb* 1 (1992) 16-21.
27. *World Health Organization*: Assessment of fracture risk and its application to screening for postmenopausal osteoporosis. In: WHO Technical Report, Series 843. WHO, Genf (1994).
28. *World Health Organization*: International Classification of Functioning, Disability and Health (ICF). WHO, Genf (2002).
29. *Wünsche B, Wünsche K, Fähnrich H, Venbrocks R, Kaiser W*: Comparison of quantitative ultrasound parameters of the os calcis between young athletes and age- and sex- matched nonathletic controls. *Osteoporosis Int. Suppl* 2 (2000) 131-132.
30. *Yiatzides A, Magiassis B, Apostolopoulou N, Lyritys G*: Eine Studie über die Risikofaktoren der Entwicklung einer niedrigen maximalen Knochendichte bei jungen Frauen im Alter von 17 bis 25 Lj. *Knochen* 6 (1995) 10-16. (Übersetzung aus dem Griechischen).

Korrespondenzadressen:

Dr. Konstantinos Koronas
Adramitiou 3
56728 Thessaloniki
E-mail: KKoronas@phed.auth.gr
Griechenland

Dr. Sportwiss. Georgios F. Zarotis
Im Hag 7
51427 Bergisch Gladbach
E-mail: DrGZarotis@aol.com