

JOURNAL FÜR MENOPAUSE

HANS D, HARTL F, KRIEG MA, TAHINTZI-ZAWADYNSKI S
*Knochendichtemessung mit Ultraschall und Screening bei
Osteoporose*

Journal für Menopause 2002; 9 (4) (Ausgabe für Deutschland)
20-24

Journal für Menopause 2002; 9 (4) (Ausgabe für Österreich)
20-24

Homepage:

www.kup.at/menopause

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

ZEITSCHRIFT FÜR DIAGNOSTISCHE, THERAPEUTISCHE UND PROPHYLAKTISCHE ASPEKTE IM KLIMAKTERIUM

KNOCHENDICHTEMESSUNG MIT ULTRASCHALL UND SCREENING BEI OSTEOPOROSE

Measurement of bone mineral density by quantitative ultrasound and screening in osteoporosis

Summary

As an emerging alternative to DXA, there is a growing interest in the use of quantitative ultrasound (QUS) measurements for the non-invasive assessment of fracture risk in the management of osteoporosis. While the potential of QUS in the management of osteoporosis has been highly recognized by the scientific community and granted by the majority of the international bone disease organizations, it becomes important to develop strategies how to use ultrasound clinically. A number

of potential approaches for using QUS for risk assessment have been outlined. All of the approaches have specific advantages and disadvantages and may be applicable only to certain specific QUS approaches. However, the main focus of this paper will be on the Swiss operational clinical recommendations on the use of QUS in the management of osteoporosis for 2 QUS devices sold in Switzerland.

Key words: *quantitative ultrasound, risk factors, bone densitometry*

ZUSAMMENFASSUNG

Als mögliche Alternative zur DEXA-Messung besteht zunehmendes Interesse bei der Anwendung des quantitativen Ultraschalls (QUS) zur nicht-invasiven Messung des Frakturrisikos beim Management der Osteoporose. Während das Potential des QUS für das Management der Osteoporose sowohl von der wissenschaftlichen Gemeinde als auch von internationalen Gesellschaften zur Bekämpfung von Knochenerkrankungen sehr wohl anerkannt wird, wird es immer wichtiger, auch Strategien für den klinischen Einsatz des quantitativen Ultraschalls zu entwickeln. In diesem Artikel werden nun eine Reihe von möglichen Anwendungen zur Beurteilung des Frakturrisikos diskutiert. All diese Strategien haben gewisse Vor- und Nachteile, die möglicherweise nur für spezifische QUS-Anwendungen zutreffen. Der Hauptteil der Ausführungen zielt auf die operationellen Schweizer Richtlinien zur Anwendung von 2 QUS-Geräten beim Management der Osteoporose ab. Diese Strategie schließt sowohl die Empfehlungen der Schweizer Gesellschaft gegen Osteoporose in bezug auf Risikofaktoren als auch die

offiziell anerkannten Indikationen für die Durchführung einer DEXA-Messung ein.

EINLEITUNG

Osteoporose ist eine systemische Knochenkrankheit, die durch eine Verminderung der Knochenstoffmenge und eine Verschlechterung der Mikroarchitektur des Knochengewebes mit entsprechend erhöhtem Frakturrisiko [1] charakterisiert ist. Osteoporosebedingte Knochenbrüche betreffen in erster Linie die Wirbelsäule, den Unterarm und die Hüfte. Bei kleineren Verletzungen mit geringerer Krafteinwirkung können aber auch andere Bereiche betroffen sein. Die bei weitem schlimmste Komplikation bei Osteoporose hinsichtlich Krankheit und Mortalität ist eine Fraktur im Bereich der Hüfte. Die Knochendichte ist bis zu 70–75 % an der Varianz der Knochenfestigkeit beteiligt [2]. Bei der Evaluierung des osteoporoseassoziierten Frakturrisikos versuchte man daher, in erster Linie jene Patienten zu erfassen, die eine niedrige Knochendichte aufwiesen. Aus diesem Grunde wurden 1994 von einer Arbeitsgruppe der Weltge-

sundheitsorganisation (WHO) Kriterien aufgestellt, mit deren Hilfe die Osteoporose bei der kaukasischen Frau in der Postmenopause anhand der Knochendichtemessung bestimmt werden kann [3]. Der bei einer Patientin gemessene Knochendichtewert wird durch die Anzahl an Standardabweichungen (SD), die vom Mittelwert der Knochendichte junger Erwachsener abweichen, ausgedrückt. Man spricht im allgemeinen von T-Scores oder T-Werten. Demnach liegt Osteoporose vor, wenn der T-Score für die Knochendichte unterhalb von 2,5 Standardabweichungen unter der Mittellinie der Knochendichte junger Erwachsener liegt. In erster Linie wurde dieses Kriterium zur Messung der Knochendichte im Bereich der Lendenwirbelsäule, der Hüfte und des Handgelenks herangezogen. Die beträchtlichen Auswirkungen – in wirtschaftlicher und sozialer Hinsicht – der Frakturen im Bereich der Hüfte [4] sowie auch die Studien, die eine starke Korrelation zwischen der am Oberschenkelhals gemessenen Knochendichte und der Fraktur der Hüfte aufgezeigt hatten, führten jedoch dazu, daß die WHO ihre Richtlinien auf die Messung der Knochendichte mittels Dual-Röntgen-Absorptiometrie (DXA) der Hüfte konzentriert hat [5].

Zum Zeitpunkt der Aufstellung der WHO-Definition existierten nur wenige Geräte, mit denen das Frakturrisiko beurteilt werden konnte. Durch das Aufkommen einer Vielzahl von technisch unterschiedlichen Knochendichtemeßgeräten, die die Knochendichte an verschiedenen Stellen des Körpers messen [6], und durch die große Bandbreite des normierenden Datenmaterials kam es beim diagnostischen Vorgehen zur Feststellung der Osteoporose zu einer gewissen Konfusion. Obwohl die etablierten Richtlinien sich auf die Messung des Achsen skeletts mittels DXA bezogen, wurden zur Errechnung der T-Scores sowohl für andere Meßtechniken als auch für andere anatomische Bereiche die gleichen diagnostischen Kri-

terien angewendet, wodurch sich größere Diskrepanzen bei der Diagnose ergaben.

Heute geht man vermehrt dazu über, zur nichtinvasiven Beurteilung des Knochenbruchrisikos bei Osteoporose die neue Quantitative Knochen-Ultrasonometrie (QUS) als Alternative zur Dual-Röntgen-Absorptiometrie (DXA) heranzuziehen. Tatsächlich konnte im Rahmen prospektiver und retrospektiver Studien nachgewiesen werden, daß mit Hilfe von Ultraschallmessungen das Vorkommen von Knochenbrüchen bei älteren Frauen in der Postmenopause vorausgesagt werden kann [7–12]. In wissenschaftlichen Kreisen und von den meisten internationalen Institutionen, die sich mit Krankheiten des Knochengerüsts beschäftigen, wurde die potentielle Rolle der Quantitativen Knochen-Ultrasonometrie (QUS) im Zusammenhang mit der Osteoporose bereits anerkannt. Von der bundesstaatlichen Arzneimittelbehörde der USA (Food and Drug Administration – FDA) wurden bereits mehrere Ultraschallmeßgeräte zur Messung der Knochendichte zugelassen. Demnach gehört die QUS zu den anerkannten Methoden in der Beurteilung der Osteoporose.

Leider ist aufgrund der Vielfalt der verschiedenen QUS-Technologien, auch wenn sie von ähnlichen Grundprinzipien ausgehen, unter den Anwendern eine gewisse Verwirrung entstanden. Tatsächlich erschweren die unterschiedlichen Geräte die Vergleiche untereinander, wodurch der praktische Einsatz zur klinischen Untersuchung erschwert wird.

Die Quantitative Knochen-Ultrasonometrie ist eine nichtinvasive Messung, bei der keine Strahlenbelastung entsteht. Sie ist einfach zu bedienen, nicht teuer und mobil. Somit ergibt sich für diese Meßtechnik ein breiteres Anwendungsspektrum als für die Standard-Knochendichtemessungen mit Röntgenstrahlen. Dennoch verlangt eine klinische Anwendung die

Festlegung von Schwellenwerten für Knochenbrüchigkeit und Bestehen einer Osteoporose. Es müssen daher Verfahren zur Beurteilung des Knochenbruchrisikos und des Osteoporoserisikos erarbeitet und in der Praxis validiert werden.

In diesem Sinne können unterschiedliche Ansätze, einschließlich derjenigen, die während der kürzlich stattgefundenen Fachsitzungen vorgeschlagen wurden, ins Auge gefaßt werden [13].

QUS ALS METHODE ZUR BEURTEILUNG DER KNOCHENDICHTE

Theoretisch würde dieser Ansatz starke Korrelationen zwischen der QUS und der Knochendichte erfordern. Leider besteht für den Großteil der bruchgefährdeten Bereiche nur eine niedrige Korrelation QUS/Knochendichte (Korrelationskoeffizienten $r = 0,3-0,7$). Demnach kann man nicht erwarten, daß anhand der beiden diagnostischen Vorgehen die gleichen Fälle identifiziert werden. Sogar bei einer hohen Korrelation von $r = 0,8$ können 36 % der Knochendichteabweichungen nicht mit QUS vorausgesagt werden, wodurch sich ein unsicheres und demnach nicht empfehlenswertes Vorgehen ergibt.

QUS ALS INDIVIDUELLER ANSATZ BEI DER DIAGNOSE

Sobald die Voraussagekraft eines bestimmten QUS-Ansatzes (z. B. Meßstelle, spezifische verwendete Technik usw.) prospektiv etabliert ist, könnte der einzelne diagnostische, nur auf QUS basierende Ansatz die wirksamste Art und Weise darstellen, diese Technik einzusetzen. Sofern diese Voraussagekraft gleichwertig jener der konventionellen Knochendichtemeßmethoden ist, könnte die QUS aufgrund der geringeren Kosten einen wirtschaftlicheren Einsatz ermöglichen. Für die klinische Praxis müßten allerdings spezifische Anwendungsrichtlinien für die einzelnen Geräte festgelegt werden. Sollten die diagnostischen Kriterien der WHO auf die QUS angewendet werden, so muß die Beibehaltung des Schwellenwerts von $-2,5$ SD festgelegt werden. Wenn man weiß, daß QUS und die konventionelle Knochendichtemessung die gleiche Voraussagekraft besitzen, so müßten die beiden Ansätze die gleiche Anzahl wahrer und unwahrer Ergebnisse liefern und wären demnach gleichwertig. Dennoch gibt es bis dato keinen etablierten individuellen Ansatz, der eine Diagnose der Osteoporose nur mit der Quantitativen Knochen-Ultrasono-

Tabelle 1: Jede Studie, die im SQAP-Modell berücksichtigt wurde, wurde gemäß der Qualität ihres Designs gewichtet: Je höher der Gewichtungsfaktor, um so höher ist die Zuverlässigkeit bei der Definition der empfohlenen Schwellenwerte [15]

| Studientyp | Gewichtungsfaktor | Bedingungen |
|--------------------------|-------------------|------------------------------------------------------------------------|
| Längsschnittstudie | 3 | ≥ 500 Frauen mit ≥ 50 Oberschenkelhalsfrakturen |
| Große Querschnittstudie | 2 | Fallstudie – mit Kontrolle ≥ 50 Brüche (Hüfte) und ≥ 100 Kontrollen |
| Große Querschnittstudie | 1 | Fallstudie – mit Kontrolle ≥ 40 Brüche (Hüfte) und ≥ 80 Kontrollen |
| Kleine Querschnittstudie | 0,5 | Fallstudie – mit Kontrolle < 40 Brüche (Hüfte) und < 80 Kontrollen |

metrie (QUS) allein ermöglichen würde. Der einzige wirkliche Wert der QUS-Untersuchung besteht derzeit in ihrem Potential, zu erkennen, ob eine Person gefährdet ist.

Durch die Kombination z. B. mehrerer Ultraschall-Messungen an verschiedenen Stellen des Knochengewebes könnte man mit einer höheren diagnostischen Aussagekraft rechnen [14]. Ein solcher Ansatz würde allerdings noch des Nachweises im Rahmen einer prospektiven Studie bedürfen.

QUS ALS VORSORGE-METHODE ZUR IDENTIFIZIERUNG VON PERSONEN MIT HOHEM KNOCHENBRUCHRISIKO, BEI DENEN EINE ZUSÄTZLICHE BEURTEILUNG MITTELS DXA GERECHTFERTIGT WÄRE

Solange die erforderlichen Daten für einen diagnostischen Ansatz als allein einzusetzende Methode nicht vorhanden oder nicht aussagekräftig genug sind, sollte der QUS lediglich als Vorsorgeuntersuchung eingesetzt werden. Dies gilt in erster Linie für QUS-Messungen, bei denen im Rahmen von Studien, die zwar seriös geplant (siehe Tabelle 1) waren, aber deren Voraussagevermögen prospektiv noch nicht ermittelt werden konnte, zwischen Personen mit Osteoporose und zwischen gesunden Personen eine hohe Unterscheidungsfähigkeit festgestellt wurde. Alle Personen, deren gemessene Werte unter einem bestimmten Ultraschallschwellenwert liegen, wären als potentielle Risikopatienten anzusehen. Diese Personen könnten dann einer zusätzlichen Dual-Röntgen-Absorptiometrie (DXA) zugewiesen werden, auf der dann die definitive Diagnose und die daraus sich ergebende Entscheidung für eine eventuelle Behandlung beruhen würden. Die Anwendung dieser Stra-

tegie erfordert für jeden Gerätetyp die Festlegung dieses Schwellenwerts für die vorsorgliche Erkennung des Risikos.

QUS ALS SCREENINGMETHODE, DAMIT PERSONEN MIT WERTEN IM ZWISCHENBEREICH ZUSÄTZLICHE UNTERSUCHUNGEN MIT HILFE VON BIOCHEMISCHEN MARKERN BEKOMMEN

Sollten weitere diagnostische Methoden ermittelt werden, mit deren Hilfe die Voraussagekraft der QUS erhöht werden kann, würde das ihre Eignung als Screeningmethode verbessern. So könnten alle Personen, deren gemessene Werte im unteren Tertil liegen, als Personen mit hohem Knochenbruchrisiko betrachtet werden, während jene im oberen Tertil als Personen mit niedrigem Risiko anzusehen wären. Nur Personen, deren Meßwerte sich im mittleren Tertil bewegen, müßten sich einer zusätzlichen Untersuchung, z. B. mit Hilfe biochemischer Marker, unterziehen. Nachdem es sich bei den biochemischen Markern um Indikatoren des Knochenumbaus und bei der QUS um einen Indikator des Zustands des Knochengewebes handelt, bedeutet jeder dieser Indikatoren eine ergänzende Information im Zusammenhang mit dem Knochenbruchrisiko. Die zusätzliche Messung mit Hilfe biochemischer Marker bei Personen, deren Werte sich im mittleren Tertil der mit QUS gewonnenen Meßwerte befinden, könnte dazu dienen, Personen mit hohem zusätzlichem Risiko zu identifizieren (deren QUS-Ergebnisse im mittleren Tertil liegen, die aber einen hohen Grad an Knochenabbau aufweisen). Natürlich ist es möglich, Strategien aufgrund anderer Perzentile oder Unterteilungen zu entwickeln.

ERFAHRUNGEN IN DER SCHWEIZ UND EMPFEHLUNGEN

Während die Prävalenz der Osteoporose durch die Anzahl der Patientinnen mit einem T-Score unterhalb von $-2,5$ definiert wird, gibt es zahlreiche jüngere Studien, die sehr große Schwankungen bei der Prävalenz aufzeigen (bis zum Faktor > 10), wenn dieser gleiche T-Score auf die mit unterschiedlichen QUS-Geräten an unterschiedlichen Stellen des Knochengewebes durchgeführten Messungen [16–18] angewendet wird. Wegen der großen Schwankung des T-Score-Schwellenwerts für jedes Gerät (abhängig von der Methode, die man zur Ermittlung des „Cut-off“-Werts heranzieht, und von der QUS-Technik), können die WHO-Kriterien daher nicht auf die Beurteilung des Fersenbeins oder andere QUS-Meßstellen angewendet werden. Das Dilemma beruht darauf, daß weltweit bereits jetzt mehrere Tausend QUS-Geräte in der klinischen Routine eingesetzt werden, ohne daß diagnostische Entscheidungskriterien aufgestellt worden sind. Wie in vielen anderen Ländern ist man auch in der Schweiz mit diesem Problem konfrontiert, und es ist nicht selten, daß die WHO-Definition der Osteoporose auf den im klinischen Alltag eingesetzten QUS angewendet wird, auch wenn letztere durch die offiziellen Richtlinien verboten wurden [19].

Da die Verwendung unterschiedlicher Meßstellen und unterschiedlicher Techniken beträchtliche medizinische Konsequenzen nach sich ziehen kann, gründete man im Rahmen des Schweizer Qualitätssicherungsprojektes für Knochendichtemessungen (SQAP) in Übereinstimmung mit der Schweizerischen Vereinigung gegen die Osteoporose (SVGO) eine aus Experten bestehende Arbeitsgruppe. Diese Arbeitsgruppe wurde zu dem Zweck gegründet

Abbildung 1: Von SQAP [15] vorgeschlagene Screeningmethode mit Berücksichtigung der QUS, der DXA sowie bestimmter validierter zusätzlicher Risikofaktoren

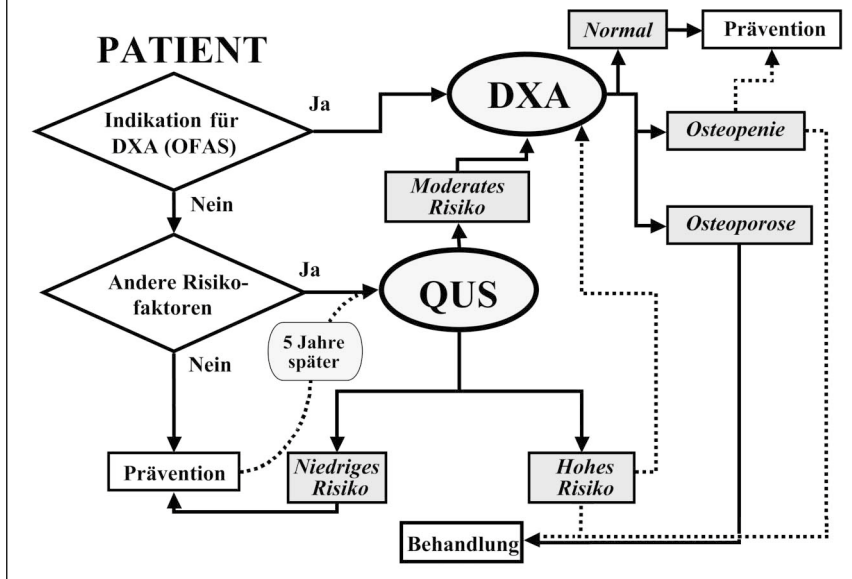


Tabelle 2: Im Rahmen der Empfehlungen des SQAP [15] definierte Bruttowerte und spezifische T-Scores pro QUS-Gerät, die einerseits auf der Vorhersage des Risikos eines Bruchs der Hüfte bei kaukasischen Frauen im Alter von 65 Jahren oder mehr und andererseits auf der Vorhersage des mit DXA gemessenen Schwellenwerts für Osteoporose nach den Kriterien der WHO für den Bereich des Oberschenkelhalses beruhen

| QUS-Gerät | QUS-Parameter | Geringes Risiko eines Oberschenkelhalsbruchs 90 % Empfindlichkeit Bruttowert/T-Wert | Hohes OP-Risiko 80 % Spezifität Bruttowert/T-Wert |
|-----------|-----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| Achilles | Steifigkeit (%) | 77,6/-1,2 | 59,1/-2,5 |
| Sahara | QUI (%) | 82,9/-0,95 | 63,2/-2,2 |

Verfahren zur Qualitätskontrolle für DXA und QUS, aber auch zur Etablierung von einfachen Empfehlungen zur klinischen Verwendung des QUS in der Bestimmung der Osteoporose zu erarbeiten. Die Empfehlungen betreffen 2 verschiedene derzeit in der Schweiz im Handel befindliche QUS-Gerätetypen. Die beiden Geräte – Achilles + (GE-Lunar Corporation, USA) und Sahara (Hologic Inc., USA) – messen das Fersenbein. Die Autoren Njeh et al. [20] und Cheng et al. [21] haben die einzelnen Geräte im Detail beschrieben. Anhand der gesamten Daten, die der Arbeitsgruppe zur Verfügung standen, wurde für jedes Gerät eine eigene Berechnungsmethode für den T-Score entwickelt. Einerseits beruht die Berechnung auf der Vorhersage des Risikos einer Hüftfraktur bei kaukasischen Frauen im Alter von 65 oder mehr Jahren und andererseits auf der Vorhersage des Osteoporose-

schwellenwertes, der gemäß den Kriterien der WHO für die Messstellen im Hüftbereich bei Messung mit DXA definiert ist. Die Daten wurden je nach der Ausgangsstudie (Tabelle 1) gewichtet und in einer Globalanalyse zusammengefasst [15]. Um der Bedeutung der für jedes der QUS-Geräte für diese Analyse zur Verfügung stehenden wissenschaftlichen Daten Rechnung tragen zu können, wurde auch ein Gewichtungsfaktor eingerechnet.

Die einzelnen QUS-Schwellenwerte wurden in eine Screeningstrategie übernommen, wobei die QUS-Messung, die DXA-Messung und bestimmte Risikofaktoren kombiniert wurden (Abb. 1) [15]. Das Bundesamt für Sozialversicherung (BSV) hat ganz bestimmte Indikationen festgelegt, bei denen die Kosten der DXA-Untersuchung refundiert werden. Alle Frauen, für die eine dieser Indi-

kationen zutrifft, müßten in den Genuß einer DXA-Untersuchung kommen. Hingegen werden Frauen, die zwar zusätzliche Osteoporoserisiken aufweisen, die jedoch keine DXA-Untersuchung rechtfertigen, mit QUS zu Vorsorgezwecken untersucht. Frauen, deren QUS-Meßwerte gleich oder höher als die Empfindlichkeitsschwelle von 90 % liegen, werden in die Kategorie mit „niedrigem Risiko für Osteoporose und Knochenbrüche“ gereiht (Tabelle 2). Bei ihnen werden, abgesehen von den normalen Vorsorgeuntersuchungen, keine zusätzlichen Untersuchungsmethoden vorgeschlagen. Frauen, deren QUS-Meßwerte unterhalb der Spezifitätsschwelle von 80 % liegen, werden in die Kategorie mit „hohem Risiko für Osteoporose und Knochenbrüche“ gereiht. Man könnte in der Folge die Frage diskutieren, ob bei Patientinnen der hohen Risikogruppe, die älter sind als 75 Jahre, keine DXA-Untersuchung durchzuführen sei, und bei denen die laufende Bestimmung der Knochendichte nicht von entscheidender Bedeutung bzw. aufgrund der vielfach vorkommenden degenerativen Veränderungen sogar nur schwer einschätzbar sei, aber auch bei Frauen, die Arzneimittel einnehmen, die eine bessere Auswirkung auf die Reduktion des Bruchrisikos haben als auf die Erhöhung der Knochendichte, wie z. B. Calcitonin oder Raloxifen. Frauen, die zumindest einen zusätzlichen Risikofaktor aufweisen und bei der QUS-Messung zur Zwischengruppe gehören, werden in die Kategorie mit „moderatem Risiko für Osteoporose und Knochenbrüche“ eingestuft. In diesem Fall könnte eine Beurteilung mittels DXA für die Differentialdiagnose Osteoporose bzw. Osteopenie und in der Folge für eine Entscheidungsfindung hinsichtlich Behandlung sehr empfehlenswert sein. In Anbetracht des erforderlichen Mindestzeitintervalls zwischen zwei Messungen [22], könnte eine neuerliche Beurteilung mittels QUS alle 5 Jahre bei allen Frauen, die keine Behandlung erhalten bzw.

die keine Risikofaktoren aufweisen, wiederholt werden. Während dieses Zeitintervalls würde eine entsprechende Vorsorgebegleitung angeboten. Diese Vorsorgemaßnahme mittels QUS könnte dazu dienen, Frauen mit hohem Osteoporose- und Knochenbruchrisiko früher zu identifizieren.

SCHLUSSFOLGERUNG

Der QUS könnte seiner Rolle bei der Osteoporosevorsorge vollkommen gerecht werden, wenn eine geeignete Strategie und spezifische Ultraschallschwellwerte klar definiert werden. Da jedoch die meisten der veröffentlichten Studien Frauen über 65 Jahre betreffen, ist Vorsicht geboten, und man sollte die Empfehlungen nicht auf jüngere Frauen extrapolieren. Diese Empfehlungen sollten zum jetzigen Zeitpunkt auch nicht auf die männlichen Populationen übertragen werden. Zu diesem Zweck sind noch zusätzliche Studien notwendig, in denen die QUS-Messungen bestätigt werden und spezifische Schwellwerte für diese Populationen berechnet werden.

Literatur:

1. Anonymous. Consensus development conference: diagnosis, prophylaxis and treatment of osteoporosis. *Am J Med* 1993; 94: 646–50.
2. Hans D, Njeh CF, Genant HK, Meunier PJ. Quantitative ultrasound in bone status assessment. *Rev Rhum Engl Ed* 1998; 65: 489–98.
3. Kanis JA, Melton LJ, Christiansen C, Johnston CC, Khaltsev N. The diagnosis of osteoporosis. *J Bone Miner Res* 1994; 9: 1137–41.
4. Marshall D, Johnell O, Wedel H. Meta-analysis of how well measures of bone mineral density predict occurrence of osteoporotic fractures [see comments]. *BMJ (Clin Res Ed)* 1996; 312: 1254–9.
5. Kanis JA, Johnell O, Oden A, Jonsson B, De Laet C, Dawson A. Risk of hip fracture according to the World Health Organization criteria for osteopenia and osteoporosis. *Bone* 2000; 27: 585–90.
6. Genant HK, Lu Y, Mathur AK, Fuerst TP, Zhao S, Cummings SR. Diverse Diagnostic Armamentarium in



Didier Hans, Ph.D.

Dr. D. Hans, Ph.D. ist gegenwärtig Leiter der Bereiche Forschung und Entwicklung der Abteilung für Nuklearmedizin der Universität Genf. Er ist ein anerkannter Experte auf dem Gebiet des quantitativen Ultraschalls und arbeitet an vorderster Front an DXA- und QUS-Technologien. Dr. Hans ist erfahren in der Validation und Optimierung neuer Technologien und der Entwicklung von DXA- und Ultraschall-Protokollen, Qualitätssicherung und Ausbildung von Forschungsassistenten für große, multizentrische klinische Studien. Er hat einen Ph.D. in Humanbiologie/Medizinischer Physik sowie einen M.S.-Titel h.c. von der Claude Bernard-Universität in Lyon, Frankreich. Vormalig arbeitete er als Direktor des Qualitätssicherungszentrums und als stellvertretender Direktor von Forschung und Entwicklung der Ultraschall-Abteilung der Osteoporose und Arthritis-Forschungsgruppe der Universität von Kalifornien in San Francisco. In Europa war er am Zentrum für Epidemiologie der Osteoporose in Lyon tätig, war Direktor der Abteilung für Knochendensitometrie und neue Technologien sowie Direktor der Abteilung für Qualitätskontrolle. Dr. Hans ist eines der Gründungsmitglieder von Synarc Inc. und aktives Mitglied in acht internationalen Gesellschaften und Beiräten, zusätzlich ist er Reviewer für sieben internationale wissenschaftliche Zeitschriften, hat mehr als 70 Arbeiten publiziert und Kapitel zu 11 Büchern verfaßt.

Korrespondenzadresse:

*Dr. Didier Hans
Head of research and Development
Division of Nuclear Medicine, Geneva University Hospital
1211 Geneva 14, Rue Micheli-du-Crest 25, E-Mail: dhans@iprolink.ch*

- bone mass measures: opportunities and dilemmas. *Osteoporosis International* 1997; 7: 258.
7. Barkmann R, Kantorovich E, Singal C, Hans D, Genant HK, Heller M, Gluer CC. A new method for quantitative ultrasound measurements at multiple skeletal sites: first results of precision and fracture discrimination. *J Clin Densitom* 2000; 3: 1–7.
 8. Bauer DC, Gluer CC, Pressman AR, Vogt TM, Ensrud KE, Cauley JA, Fox KM, Black DM, Genant HK, Cummings SR. Broadband ultrasonic attenuation (BUA) and the risk of fracture: A prospective study. *J Bone Miner Res* 1995; 10 (Suppl): S175.
 9. Hans D, Dargent-Molina P, Schott AM, Sebert JL, Cormier C, Kotzki PO, Delmas PD, Pouilles JM, Breart G, Meunier PJ. Ultrasonographic heel measurements to predict hip fracture in elderly women: the EPIDOS prospective study. *Lancet* 1996; 348: 511–4.
 10. Mele R, Masci G, Ventura V, de Aloysio D, Biccocchi M, Cadossi R. Three-year longitudinal study with quantitative ultrasound at the hand phalanx in a female population. *Osteoporos Int* 1997; 7: 550–7.
 11. Njeh CF, Hans D, Li J, Fan B, Fuerst T, He YQ, Tsuda-Futami E, Lu Y, Wu CY, Genant HK. Comparison of six calcaneal quantitative ultrasound devices: precision and hip fracture discrimination. *Osteoporos Int* 2000; 11: 1051–62.
 12. Thompson PW, Taylor J, Oliver R, Fisher A. Quantitative ultrasound (QUS) of the heel predicts wrist and osteoporosis related fractures in women age 45–75 years. *J Clin Densitom* 1998; 1: 219–26.
 13. Glüer CC, Hans D. How to use ultrasound for risk assessment: a need for defining strategies [editorial]. *Osteoporos Int* 1999; 9: 193–5.
 14. Hans D, Srivastav SK, Singal C, Barkmann R, Njeh CF, Kantorovich E, Gluer CC, Genant HK. Does combining the results from multiple bone sites measured by a new quantitative ultrasound device improve discrimination of hip fracture? *J Bone Miner Res* 1999; 14: 644–51.
 15. Hans D, Hartl F, Krieg MA. Device specific weighted t-score for 2 quantitative ultrasounds: operational recommendations for the management of osteoporosis. 2003; in press.
 16. Faulkner K, von Stetten E, Miller P. Discordance in patient classification using T-scores. *J Clin Densitom* 1999; 2: 343–50.
 17. Hans D, Rizzoli R, Thiebaud D, Lippuner K, Allaoua S, Genton L, Luzuy F, Krieg MA, Jarger P, Slosman DO. Reference data in a Swiss population. Discordance in patient classification using T-scores among calcaneum, spine, and femur. *J Clin Densitom* 2001; 4: 291–8.
 18. Varney LF, Parker RA, Vincelette A, Greenspan SL. Classification of osteoporosis and osteopenia in postmenopausal women is dependent on site-specific analysis. *J Clin Densitom* 1999; 2: 275–83.
 19. Kanis JA, Gluer CC. An update on the diagnosis and assessment of osteoporosis with densitometry. Committee of Scientific Advisors, International Osteoporosis Foundation. *Osteoporos Int* 2000; 11: 192–202.
 20. Njeh CF, Blake GM. Calcaneal Quantitative Ultrasound: Water-Coupled. In: Njeh CF, Hans D, Fuerst T, Gluer C-C, Genant HK (eds). *Quantitative Ultrasound: Assessment of Osteoporosis and Bone Status*. Martin Dunitz, London, 1999; 109–24.
 21. Cheng S, Hans D, Genant H. Calcaneal Quantitative Ultrasound Systems: Gel-Coupled. In: Njeh CF, Hans D, Fuerst T, Gluer C-C, Genant HK (eds). *Quantitative Ultrasound: Assessment of Osteoporosis and Bone Status*. Martin Dunitz, London, 1999; 125–44.
 22. Lu Y, Glüer C. Statistical Tools in Quantitative Ultrasound Applications. In: Njeh CF, Hans D, Fuerst T, Gluer C-C, Genant HK (eds). *Quantitative Ultrasound: Assessment of Osteoporosis and Bone Status*. Martin Dunitz, London, 1999; 77–100.

Mitteilungen aus der Redaktion

Besuchen Sie unsere Rubrik

[Medizintechnik-Produkte](#)



Neues CRTD Implantat
Intica 7 HF-T QP von Biotronik



Artis pheno
Siemens Healthcare Diagnostics GmbH



Philips Azurion:
Innovative Bildgebungslösung

Aspirator 3
Labotect GmbH



InControl 1050
Labotect GmbH

e-Journal-Abo

Beziehen Sie die elektronischen Ausgaben dieser Zeitschrift hier.

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

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

[Bestellung e-Journal-Abo](#)

Haftungsausschluss

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

Bitte beachten Sie auch diese Seiten:

[Impressum](#)

[Disclaimers & Copyright](#)

[Datenschutzerklärung](#)