

Quantitative Knochendichtemessung zur Diagnose der Osteopenie

Emil Heinz Graul

Zur quantitativen Bestimmung des Knochenmineralgehaltes kommen gegenwärtig drei Verfahren in Frage: die Single-Photonen-Absorptionsmetrie (SPA), die Doppel-Photonen-Absorptionsmetrie (DPA) und die quantitative Computertomographie (QCT). Die DPA-Methode ist nach unseren Erfahrungen die Methode der Wahl. Sie gibt in der Meßregion den Mineralgehalt des Knochens quantitativ in g/cm² an. Gute Meßgenauigkeit und geringe Strahlenexposition, verbunden mit vergleichsweise günstigen Kosten sprechen für die DPA-Methode zur Abschätzung des Frakturrisikos und für die Verlaufskontrolle bei den verschiedenen Osteopenien einschließlich der Alters-Osteoporose.

Jede Osteoporose ist eine Osteopenie. Deshalb benutzen wir in dieser Arbeit die Begriffe Osteoporose und Osteopenie nebeneinander. Osteoporosen sind Osteopenien unterschiedlichen Schweregrades: Osteopenie ist also der übergeordnete Begriff.

Die Osteoporose ist die häufigste Stoffwechselerkrankung des Skelettsystems. Sie ist gekennzeichnet durch einen krankhaften Verlust an Knochenmasse. Zugrunde liegt ein Mißverhältnis von Knochenaufbau und Knochenabbau. Hieraus resultiert eine funktionelle Insuffizienz des Skelettes und eine erhöhte Frakturneigung. Man unterscheidet verschiedene Formen der Osteoporose. Zum einen gibt es die primären Osteoporosen: die idiopathische Osteoporose, die postmenopausale Osteoporose, die den größten Teil der Osteoporosen ausmacht, sowie die senile oder Alters-Osteoporose. Bei den sekundären Osteoporosen liegen bekannte Ursachen vor; hierzu gehören verschiedene Stoffwechselerkrankungen und arzneimittelinduzierte Osteoporosen, die in jedem Lebensalter auftreten können (Tabelle 1).

Die Knochenmasse ist altersabhängig. Zwischen dem 20. und dem 25. Lebensjahr ist der Knochenaufbau abgeschlossen, in den nächsten zehn bis zwanzig Jahren bleibt die Knochenmasse konstant. Der dann folgende physiologische Knochenabbau beträgt 0,5 bis ein Prozent pro Jahr; man bezeichnet dies als einen „low turn-over“. Geht der Knochenabbau jedoch verstärkt vor sich, spricht man von „high turn-over“. Frauen nach der Menopause (fehlendes Östrogen) und generell Frauen wie Männer im hohen Alter sind besonders gefährdet. Man rechnet mit einem Anteil von einem Drittel aller Frauen über 60 Jahre und einem Zehntel aller Männer über 60 Jahre – also mit zwölf Prozent der Bevölkerung in der Bundesrepublik Deutschland. Die Osteopenie (Osteoporose) ist also in Anbetracht der Veränderung der Alterspyramide auch ein gesundheits-ökonomisches Problem.

Die häufigsten Komplikationen der Osteoporose sind Wirbelkörperfrakturen, Schenkelhalsfrakturen und andere periphere Frakturen. So schätzt man in den USA pro Jahr rund 450 000 Wirbelfrakturen, 230 000

Tabelle 1: Ursachen der Osteopenien (Osteoporosen)

- ▶ Idiopathische Osteoporose
- ▶ kindliche und juvenile Osteoporose
- ▶ prämenopausale Osteoporose
- ▶ postmenopausale Osteoporose
- ▶ „senile“ Osteoporose
- ▶ endokrinologische Osteoporose (Sexualhormonmangel – Östrogenmangel, aber auch Überschuß – Hypercortisolismus – Hyperthyreose)
- ▶ Osteoporose bei komplexen Osteopathien (Maldigestion, Malabsorption, renal bedingt)
- ▶ neoplastische Erkrankungen (insbesondere Metastasen, Plasmazytom)
- ▶ Ostitiden
- ▶ hereditär bedingte Osteoporose (zum Beispiel Osteogenesis imperfecta)
- ▶ Immobilisation (zum Beispiel lange Bettlägerigkeit, Zustand der Schwerelosigkeit, Para- und Tetraplegie)

Institut für Environtologie und Nuklearmedizin (Direktor: Prof. Dr. med. Dr. rer. nat. Emil Heinz Graul) der Philipps-Universität Marburg

Schenkelhalsfrakturen, 180 000 Unterarmfrakturen und 290 000 andere Frakturen.

Reinhard Ziegler hat in dieser Zeitschrift vor kurzem (Heft 11/1990) auf die Notwendigkeit einer großen multizentrischen Osteoporose-Therapie-Studie zur Bewertung der verschiedenen vorhandenen Therapiemöglichkeiten hingewiesen. Hierbei werden Knochendichtemessungen zur (Früh-)Erkennung und Verlaufskontrolle der Osteopenien verschiedener Genese eine wichtige Rolle spielen. Nur dann kann man die Erhebungen vergleichen und quantifizieren. Deshalb soll nachfolgend die Methode der Knochendichtemes-

Abbildung 1: Aufbau des DPA-Gerätes

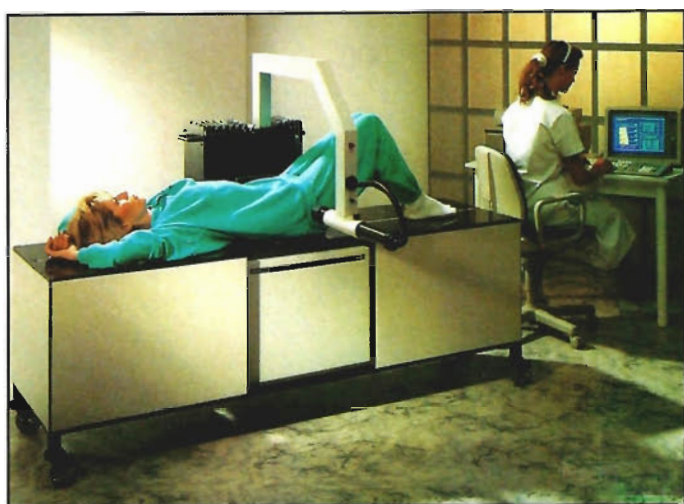
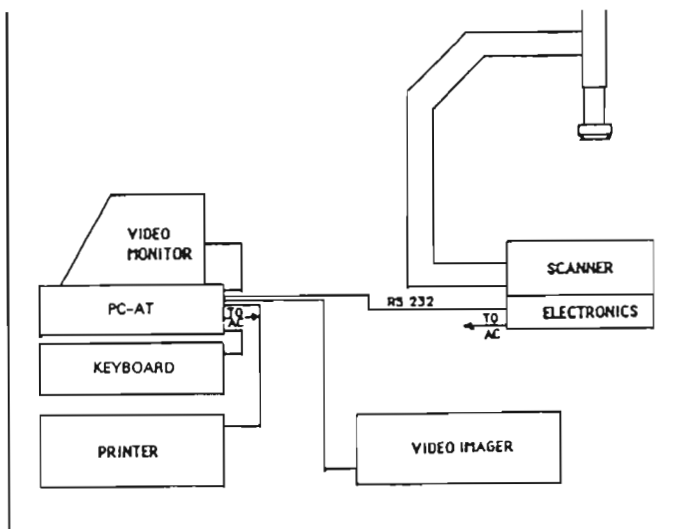


Abbildung 2: Aufnahme in lateraler Position



Abbildung 3: Patientenpositionierung für eine a.-p.-Aufnahme

sung, die wir seit zwei Jahren praktizieren, vorgestellt werden.

Ein Methodenvergleich

Zur Knochendichtemessung verwenden wir die Dual-Photonen-Absorptionsmetrie (DPA) mit einer Gadolinium-Strahlenquelle. Sie ist eine sehr sensitive, reproduzierbare Untersuchungsmethode mit sehr geringer Strahlenexposition und niedrigen Kosten. Gemessen werden die einzelnen Abschnitte der Wirbelsäule und der Oberschenkelhals.

Die „gewöhnliche“ Röntgensimmetrie ist zu ungenau, weil sie erst bei einem Knochenmasseverlust von 30 bis 50 Prozent verwertbare Ergebnisse liefert. Die Single-Photonen-

Tabelle 2: Kostenvergleich bei der Knochenmasse-Messung (nach Dunn)

	SPA	DPA	QCT
Anschaffungskosten	50 000– 60 000 DM	120 000– 160 000 DM	1,2–1,5 Millionen DM
Kosten pro Untersuchung	etwa 100 DM	etwa 200 DM	300– 500 DM

Absorptionsmetrie ist zwar zur Bestimmung des Kalziumgehaltes der Extremitätenknochenmasse geeignet, nicht jedoch zur Bestimmung des Grades einer Osteoporose der Wirbelsäule und des Oberschenkelhalses. Die zwar ebenfalls sehr sensible und genaue Knochendichtebestimmung mit der quantitativen

Computertomographie ist mit höheren Strahlenexpositionen als bei der DPA und mit hohen Kosten verbunden (Tabelle 2).

So ist aus unserer Sicht die DPA-Methode für die Praxis der quantitativen Knochenmassebestimmung die Methode der Wahl: Sie ist beliebig wiederhol- und reproduzier-

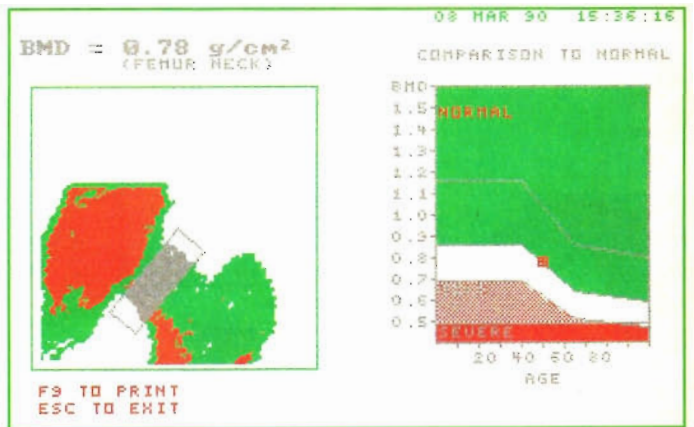
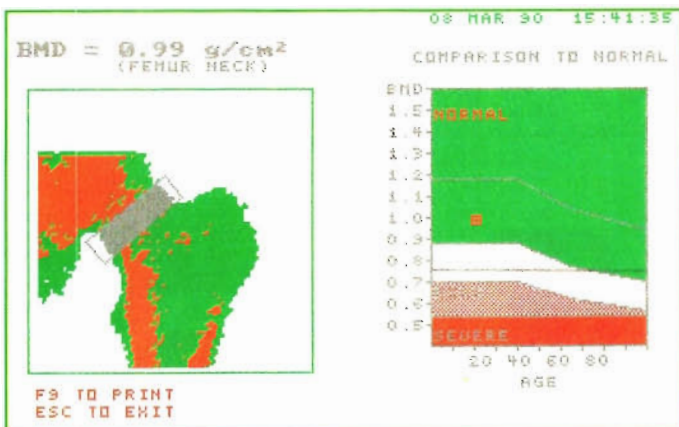
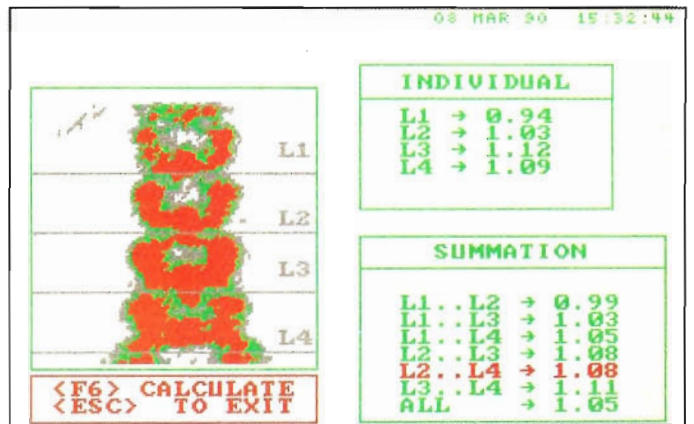
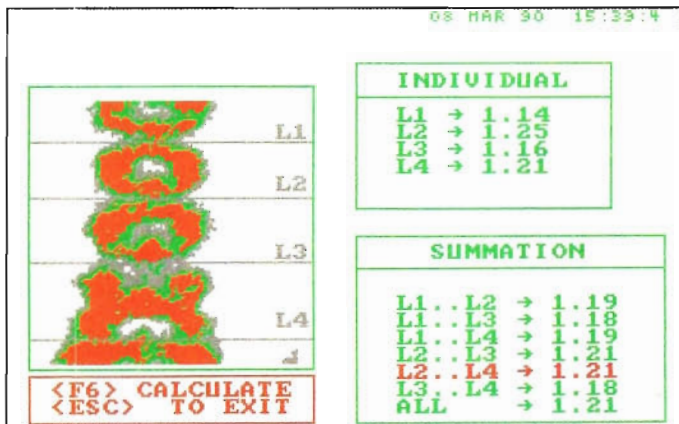
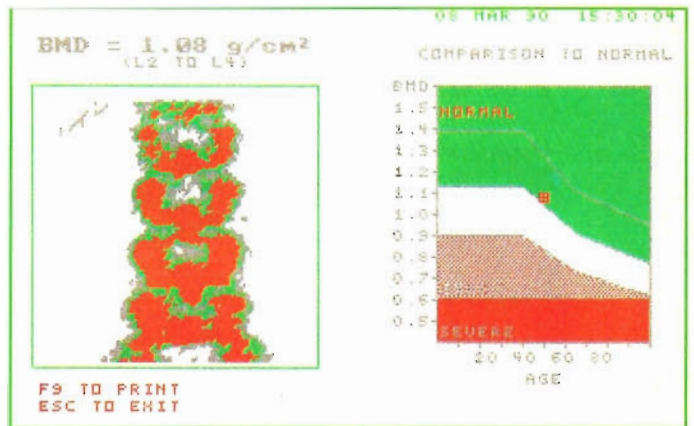
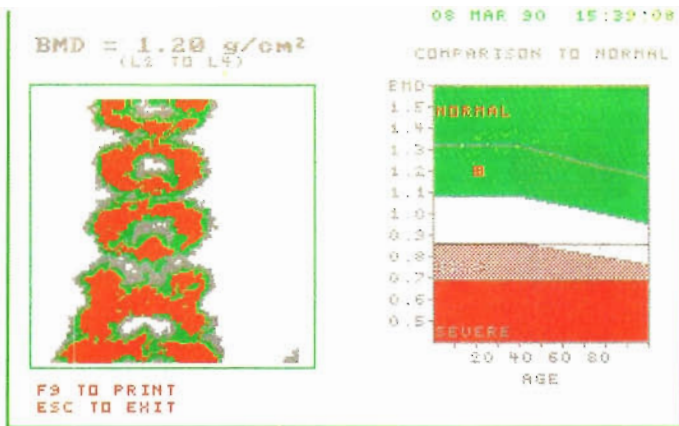


Abbildung 4 (Fall 1): 21 Jahre alter Mann mit homogener Darstellung der Wirbelsäule. Sämtliche Knochendichtewerte liegen im altersentsprechenden Normbereich. Normalbefund. Die Frakturrisikogrenze ist weitgehend altersunabhängig. Sie beträgt bei den gemessenen Wirbelkörperabschnitten < 0,86 g/cm² und für den linken Schenkelhals < 0,78 g/cm² – hier in die Felder „Comparison to normal“ eingezeichnet. Diese Werte sind für das in Bad Wildungen benutzte Gerät „Osteotech“ (Philips) spezifisch. – Das im oberen Bildteil ausgedruckte und insgesamt bewertete Summationsbild dient als Orientierung, weil es keine Detailbilder und -informationen liefert. Wichtig ist der mittlere Teil des Ausdrucks über den Lumbalteil der Wirbelsäule (L1) entfällt hier, da nur zum Teil erfasst). Hier werden individuelle Aussagen über L2 bis L4 vermittelt. Der untere Teil zeigt die Lokalisation (Szintigramm) des linken Oberschenkelhalses. Die ausgedruckten Werte (hier: 0,99 g/cm²) sind ebenfalls Normalwerte. Die Felder „Comparison to normal“ geben prinzipiell den altersabhängigen Gefährdungsgrad an: Die grünen Bereiche enthalten die Normalwerte; das weiße Feld zeigt bereits eine Osteopenie an. Fortgeschrittene Osteopenien werden in den rotschraffierten und roten Feldern angezeigt

Abbildung 5 (Fall 2): 50jährige Frau mit noch normaler Knochendichte in der Lendenwirbelsäule, jedoch schon grenzwertig niedriger Wert im Schenkelhals. Verlaufskontrolle erforderlich

bar und für die Verlaufskontrolle der Langzeittherapie geeignet. Unsere bisherigen Untersuchungen haben gezeigt, daß es altersunabhängig einen Grenzwert der Knochendichte gibt. Wenn dieser erreicht wird, besteht ein signifikant erhöhtes Frakturrisiko. Dieser Wert ist geräteabhängig; bei dem von uns verwendeten Gerät „Osteotech“ von Philips liegt er bei 0,86 BMD für die lumbale Wirbelsäule und bei 0,78 BMD für

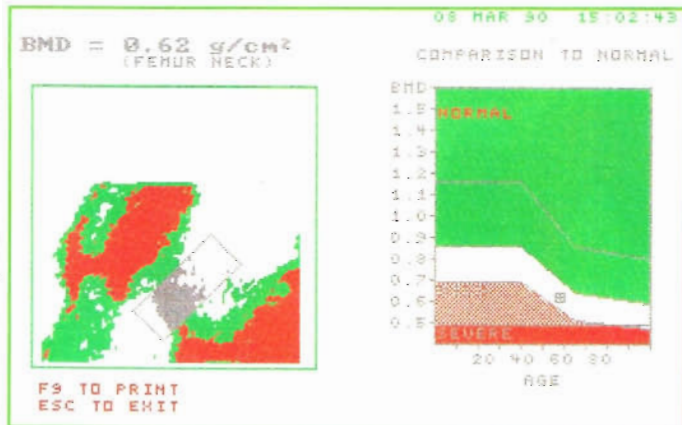
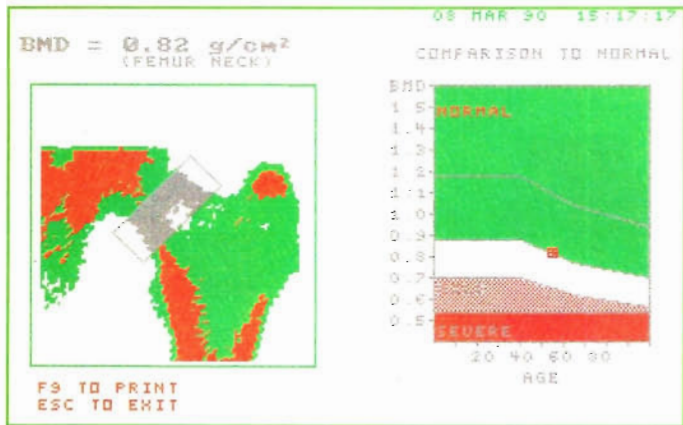
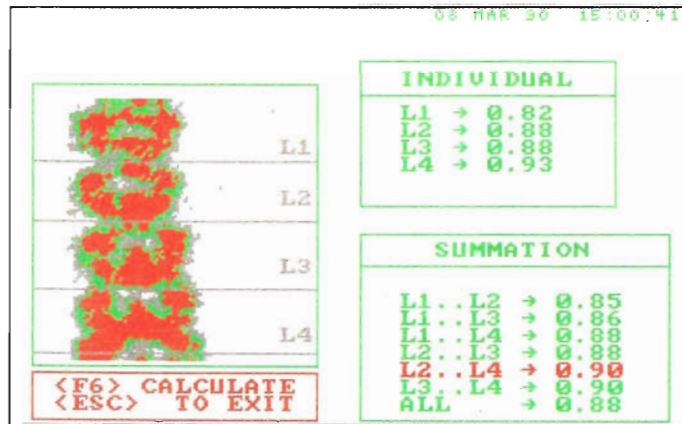
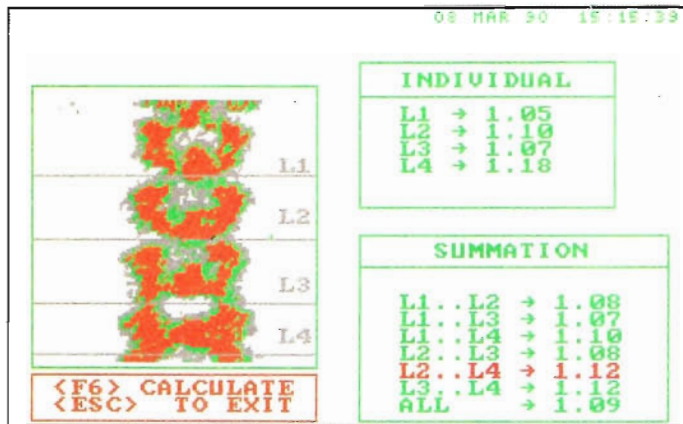
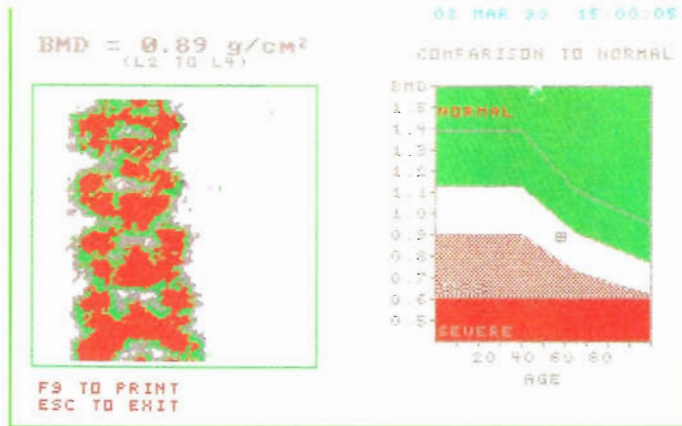
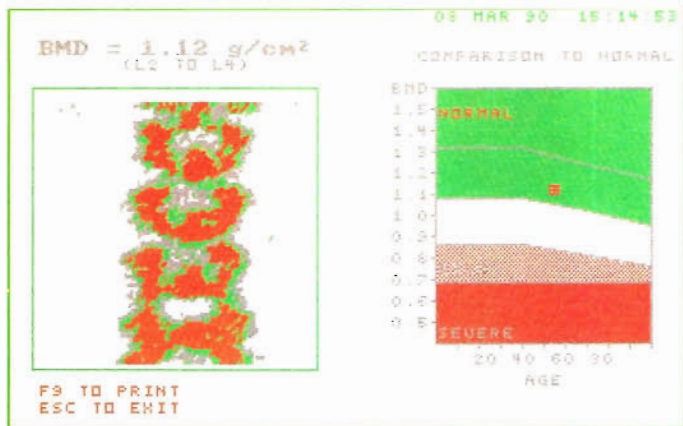
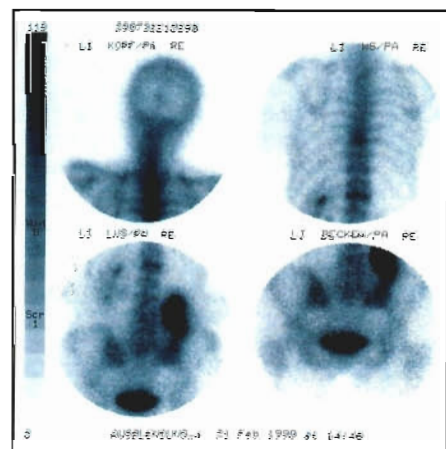


Abbildung 6 (Fall 3): 54-jähriger Mann mit rezidivierenden Rückenschmerzen. Knochendichte der LWS im Normbereich. Der Schenkelhals zeigt einen noch normalen Absolutwert, der jedoch an der unteren Grenze der Altersnorm liegt. Verlaufskontrolle empfehlenswert

den linken Femurschaft. Dabei genügt es nicht, einen gemittelten Wert für die Wirbelsäule zu bestimmen; vielmehr müssen die einzelnen Abschnitte der Wirbelsäule gescannt werden, weil Sinterungen einzelner Wirbelkörper und Deckplatteneinbrüche das Summenbild verfälschen können. Große Meßprobleme treten bei Patienten mit Skoliosen im Bereich der lumbalen Wirbelsäule auf.

Abbildung 7 (Fall 4): a. 58-jährige Patientin mit starken Rückenschmerzen. Die Knochendichtemessung der LWS ergibt leicht erniedrigte Werte. Der Schenkelhals zeigt jedoch eine massiv verminderte Knochendichte. - b. Das Knochenszintigramm zeigt ausgeprägte Wirbelkörper-Veränderungen mit Kompressionen und Deckplattenveränderungen. Die gemessenen Knochendichtewerte sind falsch hoch! Ausgeprägte Osteoporose



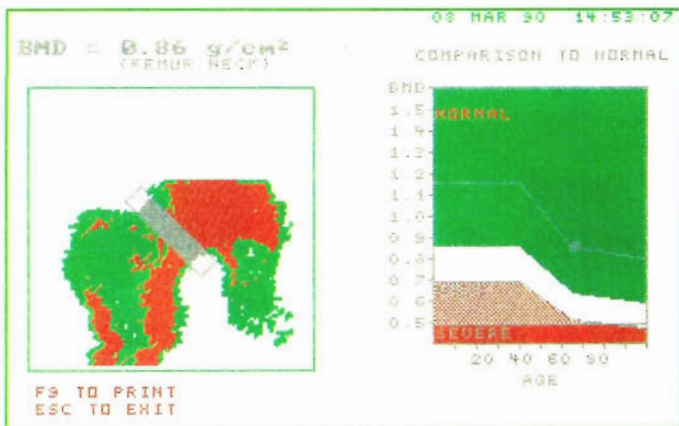
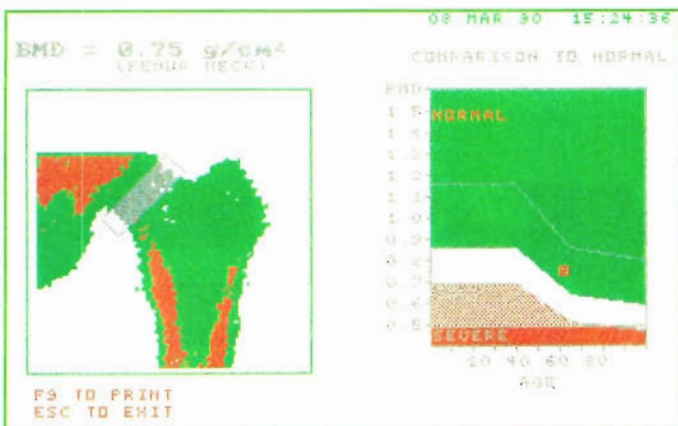
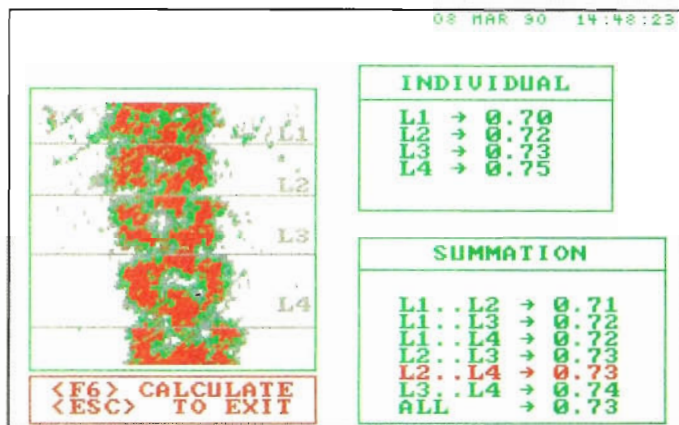
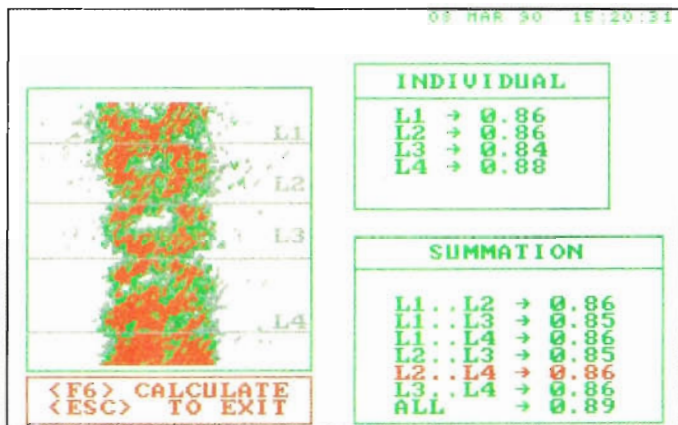
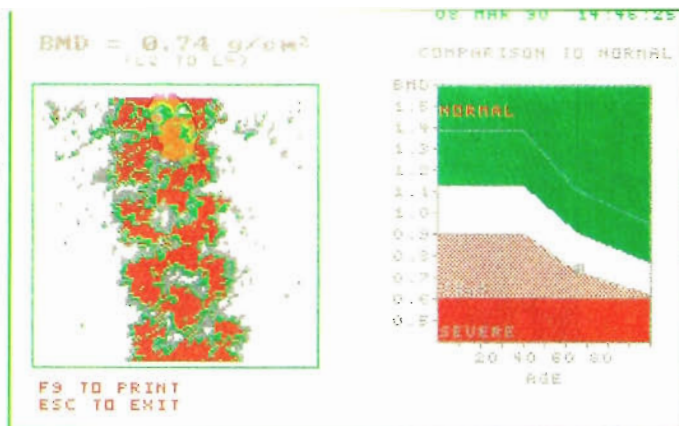
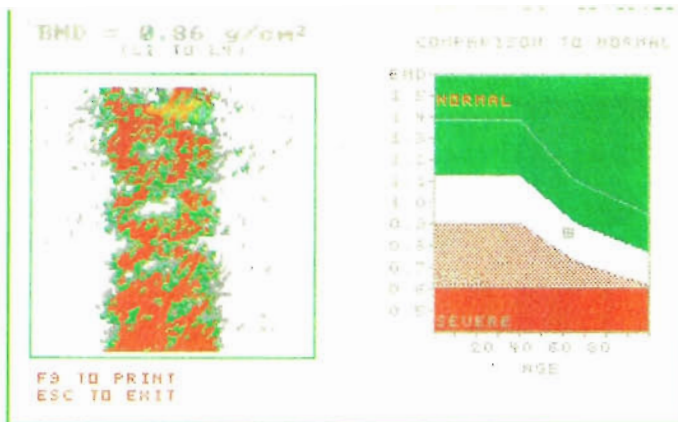


Abbildung 8 (Fall 5): 62-jähriger Patient mit schwerer Osteoporose. Die Knochendichtewerte sind falsch hoch. Frakturrisikogrenze teilweise erreicht!

Abbildung 9 (Fall 6): 65-jährige Patientin mit deutlich verminderter Knochendichte in der Lendenwirbelsäule bei normaler Dichte im Schenkelhals (re). Auch hier liegt eine ausgeprägte behandlungsbedürftige Osteoporose vor

Knochendichtemessung mit der DPA

Die Dual-Photonen-Absorptionsmessung erlaubt die Bestimmung des Knochenmineralgehaltes. Die in der Regel untersuchten Skelettabschnitte sind die Lendenwirbelsäule sowie der Schenkelhals. Diese Knochen zeichnen sich durch einen hohen Gehalt an Spongiosa aus (etwa

50 bis 70 Prozent), die von der Osteoporose in der Regel stärker betroffen wird als die Compacta. Dabei sind sowohl anteriore als auch laterale Messungen möglich.

Ein DPA-Meßsystem besteht im allgemeinen aus einer Scannereinheit, die als Strahlenquelle das Radionuklid Gadolinium 153 enthält, und einer hochauflösenden Detektorereinheit. Die aufgezeichneten Da-

ten werden in einem PC-System digital verarbeitet, auf einem Bildschirm gezeigt und in einem quantitativen Auswerteschema ausgegeben (Abbildungen 1 bis 3).

Die Strahlenquelle, das Gadolinium 153, weist zwei Energiepeaks bei etwa 44 keV und 100 keV auf. Da Knochensubstanz und Weichteilgewebe hinsichtlich der zwei unterschiedlichen Strahlungsenergien un-

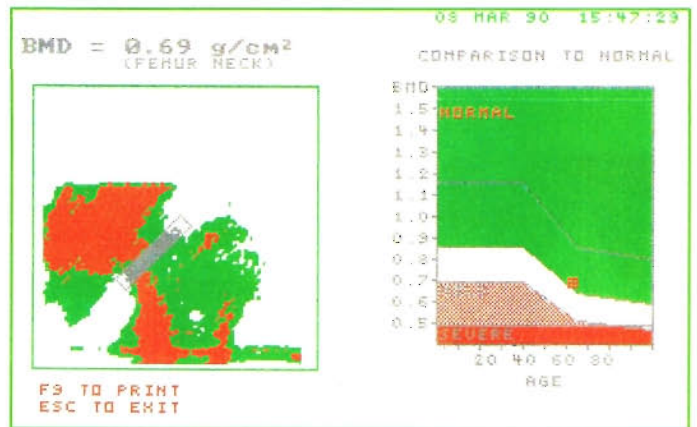
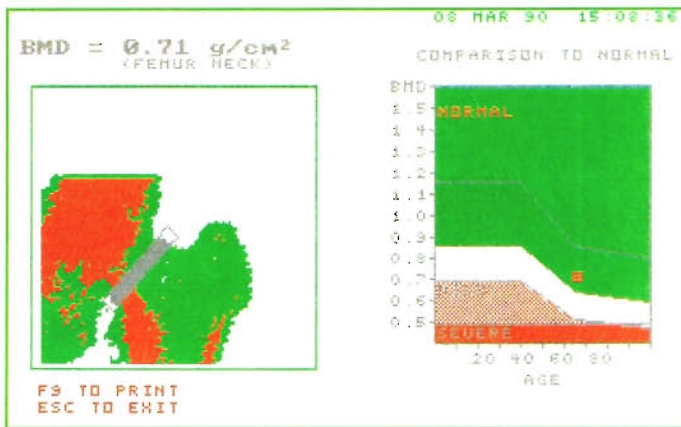
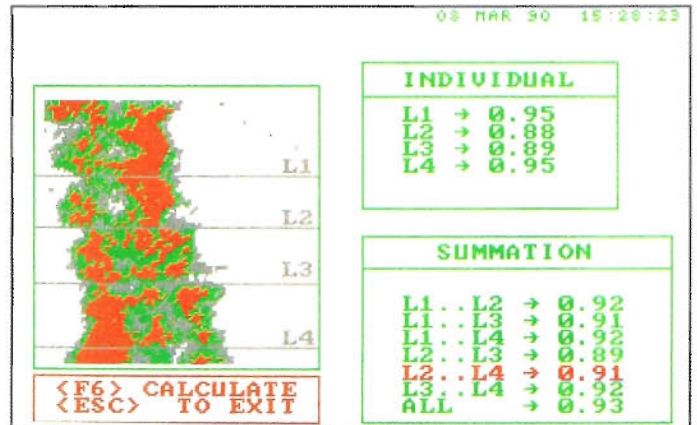
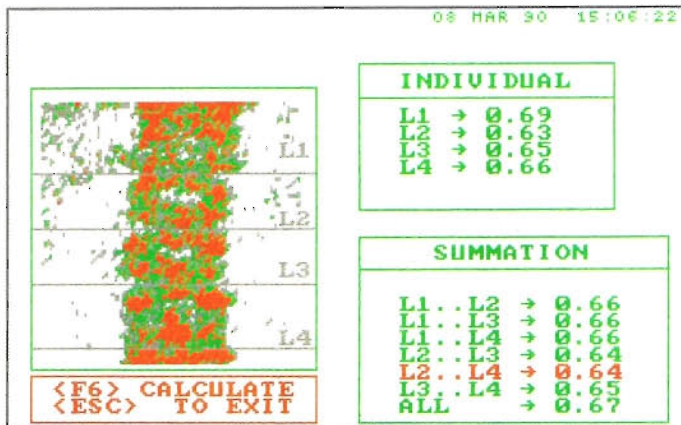
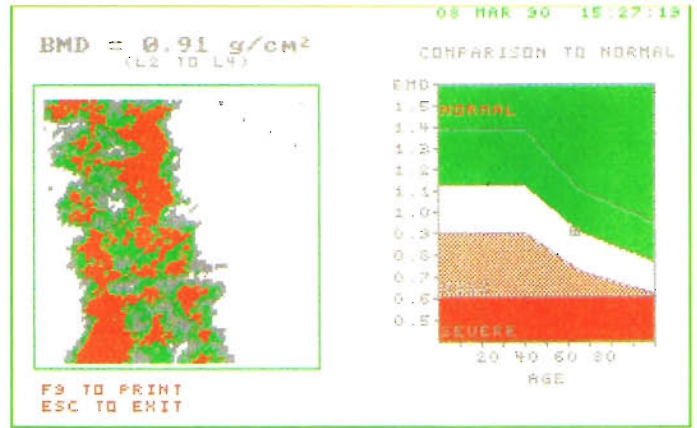
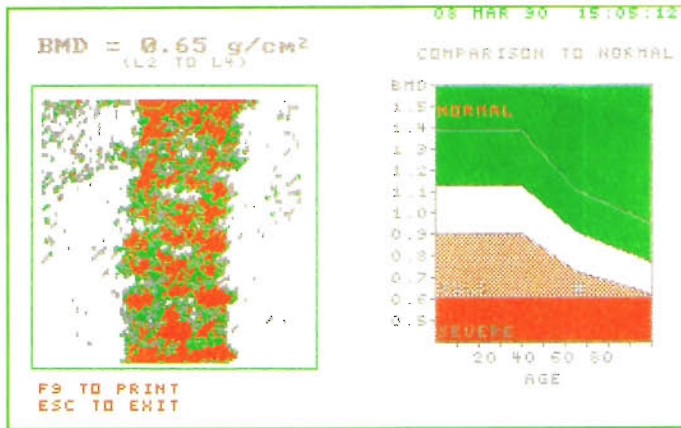


Abbildung 10 (Fall 7): 66jährige Patientin mit massiver Osteoporose. Inhomogene Darstellung der Lendenwirbelsäule. Der Schenkelhals zeigt eine deutlich erniedrigte Knochendichte, die Vergleichsgraphik zur Normalbevölkerung verleitet jedoch zu einer Fehleinschätzung, weil der Wert noch innerhalb des altersspezifischen Normbereiches liegt

Abbildung 11 (Fall 8): 63jährige Patientin mit relativ hohen Werten innerhalb der Lendenwirbelsäule, jedoch deutlich erniedrigter Knochendichte im Schenkelhals. Die hohen Werte bei der LWS werden durch eine ausgeprägte Skoliose mit Wirbeldeformitäten verursacht. Dies kann eine normale Knochendichte vortäuschen

terschiedliche Absorptionseigenschaften aufweisen, kann nach rechnerischer Bearbeitung der Meßwerte die abgebildete Knochensubstanz in Abhängigkeit vom Knochenmineralgehalt dargestellt werden, gemessen in g/cm². Gleichzeitig erfolgt ein Vergleich mit einem alters- und geschlechtsspezifischen Normkollektiv,

in das die individuellen Werte des Patienten eingeordnet werden.

Als Fehlermöglichkeiten tauchen falsch hoch gemessene Werte auf. Solche falsch hohen Werte, die nicht den tatsächlichen Knochenmineralgehalt wiedergeben, entstehen zum Beispiel durch Kompressionsfrakturen der Wirbelkörper, durch

Osteophytenbildung, durch vorgelagerte Kalkstrukturen wie etwa Aortenkalzifikationen. Auch durch vorherige Applikation von Radionuklidern können falsch hohe Werte entstehen, ebenso durch erhöhte Hintergrundstrahlung durch radioaktives Material. Um die Strahlenexposition des Patienten gering zu halten,

wird nur ein umschriebener kleiner Teilbereich des Körpers mit dem Gadolinium-Scanner abgefahren. Daher ist eine exakte Positionierung des Patienten erforderlich, um tatsächlich Oberschenkelhals und LWS abzubilden.

Die Gadolinium-153-Quelle hat eine Halbwertszeit von etwa 242 Tagen; sie muß deshalb nach einem Jahr erneuert werden, damit die Aufnahmezeiten nicht zu lang werden. Die Intensität des Photonen-

strahls beträgt etwa 40 µGy/Sekunde. Da bei der Bewegung des Scannerstrahls die Patientenoberfläche maximal vier Sekunden exponiert ist, resultiert eine Hauteintrittsdosis von 0,12 bis 0,16 mSv. Im Zentrum des Patientenkörpers liegt sie an den Stellen, die direkt vom Photonenstrahl getroffen werden, etwa bei der Hälfte der Hauteintrittsdosis.

Die physikalischen und mathematischen Grundlagen der DPA und die verschiedenen Geräte sind be-

schrieben in: Fischer, M.: Physik und Technik der DPA, Radiologie, 28 (1988) 179-183.

Anschrift des Verfassers:

Professor Dr. med. Dr. rer. nat.
Emil Heinz Graul
Chefarzt des Zentrums für
Nuklearmedizin und Ultraschall-
diagnostik im Verbundklinikum
der Wicker KG
Fürst-Friedrich-Straße 2-4
3590 Bad Wildungen

Cheiropathie als Diagnosehilfsmittel

100 Typ-I-Diabetiker im Alter von sieben bis 26 Jahren und einer Diabetesdauer von ein bis 23 Jahren wurden – verglichen mit einer Kontrollgruppe – auf eine diabetische Cheiropathie untersucht. Zur Bestimmung dieser symptomarmen Cheiropathie dienten das Aneinanderlegen der Hände, ein Handabdruck sowie Winkelmessungen, da diese diabetische Folgeerkrankung besonders frühzeitig und deutlich an den Finger- und Handgelenken beobachtet wird. Die Cheiropathie kommt bei jungen Typ-I-Diabetikern überraschend häufig vor (53 Prozent), davon hatten 49 Prozent gleichzeitig eine diabetische Retinopathie. Somit kann die diabetische Cheiropathie als Erkennungszeichen erhöht retinopathiegefährdeter Typ-I-Diabetiker angesehen werden.

In der Studie zeigte sich das Auftreten der diabetischen Cheiropathie unabhängig von Geschlecht und Diabetesdauer, sie korrelierte jedoch gut mit der Blutzuckereinstellung. 74 Prozent der Patienten mit einem mittleren HbA_{1c}-Wert von über zehn Prozent wiesen eine Bewegungseinschränkung der Hand- und/oder Fingergelenke auf.

Die frühe Diagnose einer diabetischen Cheiropathie ist wichtig, da die Krankheit durch eine gute Diabeseinstellung initial reversibel sein kann. mle

Scherbaum, W., J. Koubik, G. Winkler, E. Pfeiffer: Klinische und laborchemische Untersuchungen zur Häufigkeit und Ausprägung der diabetischen Cheiropathie im Kindes- und Jugendalter. Medizinische Klinik, 84 (1989) 1-4 (Nr. 1)

Priv.-Doz. Dr. W. A. Scherbaum, Abteilung Innere Medizin I, Medizinische Klinik und Poliklinik der Universität Ulm, Robert-Koch-Straße, 7900 Ulm.

Schmerztherapie bei gynäkologischen Malignomen

Die Schmerztherapie bei gynäkologischen Krebserkrankungen umfaßt ein großes Spektrum von Therapieformen, zumal sich Karzinomschmerzen mit einer sinnvoll geplanten Behandlung nachhaltig beseitigen lassen und so ihren schicksalhaften Charakter verlieren können. Diese wichtige ärztliche Aufgabe gilt erst recht für jene Erkrankungsstadien, in denen eine Heilung nicht

mehr möglich ist und der Arzt alles versuchen muß, Leiden zu lindern und ein lebenswertes Leben zu ermöglichen.

Die Ursachen tumorbedingter Schmerzen sind vielfältig und hängen in erster Linie mit dem Tumorstadium und der Metastasierung zusammen. Der wesentliche Eckpfeiler der Schmerztherapie bei gynäkologischen Malignomen ist die Be-

FÜR SIE REFERIERT

handlung mit Analgetika: periphere Analgetika (zum Beispiel Azetylsalicylsäure) schwache Opioide (zum Beispiel Codein), starke Opioide (zum Beispiel Morphin) können nach einem Stufenplan zur Schmerztherapie verordnet werden. Opioide werden immer dann eingesetzt, wenn die Schmerzstärke es erforderlich macht, nicht erst präfinal oder final. Solange es irgend geht, soll mit oralen Präparaten behandelt werden. Nicht unerwähnt bleiben dürfen die Nebenwirkungen, besonders des Morphins mit physischer Abhängigkeit bei regelmäßiger Einnahme sowie einer Obstipation.

Weitere Therapiemöglichkeiten sind die parenterale Schmerzbehandlung in Form von Morphininfusionen mit Hilfe eines kleinen tragbaren Perfusors, sowie die rückenmarksnahen und intraventrikulären Opiat-Analgesie. Auch eine adjuvante medikamentöse Therapie mit Antidepressiva, Neuroleptika, Hypnotika, Sedativa, Anxiolytika oder Kortisonpräparaten kann indiziert sein. Als ultima ratio gilt die perkutane Chordotomie, die jedoch nur bei Patientinnen mit begrenzter Lebenserwartung durchgeführt werden soll. mle

Sorge, J., Pichlmayr, I.: Schmerztherapie bei gynäkologischen Malignomen. Geburtsh. u. Frauenheilk. 50 (1990) 93-100.

Dr. med. Jürgen Sorge, Prof. Dr. med. Ina Pichlmayr, Zentrum Anästhesiologie der Medizinischen Hochschule Hannover, Podbielskistr. 380, 3000 Hannover 51.