

Pandey MP, Schöggel K, Viszeli J, Widhalm K

Body Composition: Dual-Röntgen-Absorptiometrie (DEXA)

Journal für Ernährungsmedizin 2011; 13 (1), 32-34

Homepage:

www.aerzteverlagshaus.at

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

MIT NACHRICHTEN DER



For personal use only.

Not to be reproduced without permission of Verlagshaus der Ärzte GmbH.

Erschaffen Sie sich Ihre ertragreiche grüne Oase in Ihrem Zuhause oder in Ihrer Praxis

Mehr als nur eine Dekoration:

- Sie wollen das Besondere?
- Sie möchten Ihre eigenen Salate, Kräuter und auch Ihr Gemüse ernten?
- Frisch, reif, ungespritzt und voller Geschmack?
- Ohne Vorkenntnisse und ganz ohne grünen Daumen?

Dann sind Sie hier richtig



BODY COMPOSITION

DEXA – DUAL-RÖNTGEN-ABSORPTIOMETRIE

SERIE
TEIL 4

DEXA ist schnell und präzise, stellt verlässliche Werte für die Messung des gesamten Körpers sowie für einzelne Teilbereiche zur Verfügung und hat sich mittlerweile als Standard- bzw. Referenzmethode in Labor und Klinik etabliert. Nachdem sich wissenschaftliche Untersuchungen lange Zeit auf Erwachsene beschränkten, wurden in den vergangenen Jahren zahlreiche Studien auch an Kindern und Jugendlichen publiziert.

Maitrayee P Pandey, Katrin Schöggel, Julia Viszelj, Kurt Widhalm*

Die Dual-Röntgen-Absorptiometrie, kurz DEXA („Dual Energy X-Ray Absorptiometry“) genannt und früher auch unter der Bezeichnung „Dual Photon Absorptiometrie“ (DPA) bekannt, stellt ein medizinisch-technisches Verfahren zur Bestimmung der Körperzusammensetzung dar. Bei der DEXA-Methode werden zwei energetisch unterschiedliche Röntgenstrahlen (40 und 80 bkeV) durch den menschlichen Körper geleitet. Die verschiedenen Körpergewebsdichten zeigen je nach Energiestufe der Röntgenstrahlen eine unterschiedliche Abschwächung. Hierdurch lassen sich Fettmasse, fettfreie Masse und Knochenmasse auf Basis eines 3-Kompartimenten-Modells berechnen (1,2).

Während die DEXA-Messung ursprünglich zur Beurteilung der Knochendichte (Diagnose von Osteoporose) herangezogen wurde, stellt sie heute auch eine äußerst genaue Mög-

lichkeit (1 bis 2 % Variationskoeffizient) zur adäquaten Messung der Körperzusammensetzung dar (3). Im Jahre 1995 erlangte die DEXA-Methode die FDA-Freigabe für den klinischen Einsatz zur Messung der Körperzusammensetzung, zuvor wurde sie nur in der Forschung verwendet (4).

Die DEXA-Technik ist schnell und präzise (5) und hat sich mittlerweile als Standard- bzw. Referenzmethode in Labor und Klinik etabliert (6). Obwohl die wissenschaftliche Datenlage sich lange Zeit nur auf Untersuchungen am Erwachsenen begrenzte, untersuchten in den letzten Jahren viele Studien die DEXA-Messung auch an Kindern und Jugendlichen.

DURCHFÜHRUNG UND HINTERGRÜNDE

DEXA verwendet einen Ganzkörper-scanner, bei dem zwei energetisch unterschiedliche Röntgenstrahlen (40 und 80 bkeV) durch den Körper geleitet werden. Dabei wird der gesamte Körper im liegenden Zustand durch einen bewegten Detektor mittels Röntgenstrahlen geradlinig gescannt (Abb. 1). Die DEXA-Methode basiert auf der

Messung der exponentiellen Abschwächung (aufgrund der Absorption durch verschiedene Körpergewebe) von Photonen, die zuvor auf zwei Energieniveaus emittiert wurden, um daraus dann das Körpergewicht in Knochendichte, fettfreie Körpermasse und Fettmasse zu unterteilen (7,8). Die bei der DEXA-Methode verwendete Strahlung ist äußerst gering und kann mit der natürlichen Hintergrundstrahlung verglichen werden (Tab. 2).

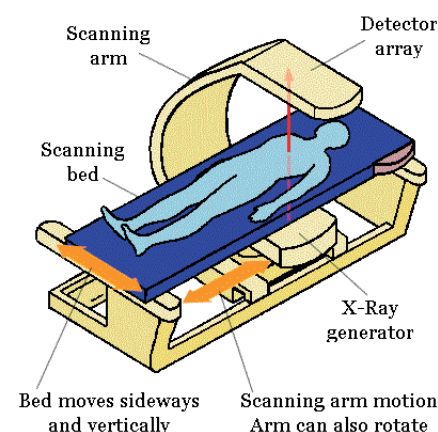


Abbildung 1: Bildliche Darstellung der DEXA-Methode (Quelle: www.cwu.edu/~geed/442/BODY-COMP.PPT)

Hersteller/ Densitometer	Gewichtsobergrenze (kg) (lb)	Tabellenmaß (cm)
GE Lunar Prodigy Advance	159 (350)	197,5 × 60
GE Lunar Prodigy	136 (300)	197,5 × 60
GE Lunar DPX-MD	136 (300)	196,8 × 57,6
Hologic QDR series	136 (300)	195,6 × 65 - 67
Hologic Discovery Series	159 (350)	195,6 × 67
Norland XR-46	114 (250)	193 × 64
Norland XR-36	114 (250)	193 × 64

Tabelle 1: Gewichtsobergrenzen und Tabellenmaße für Densitometer (7, 9).

DEXA UND STRAHLUNG

DEXA verwendet eine niedrige Strahlendosis (weniger als 5 microSv), die mit der Hintergrundstrahlung gleichgesetzt werden kann (Tab. 2,3). Dadurch sind wiederholte Messungen für alle Menschen, auch für Kinder und Kleinkinder, unproblematisch. Im Falle von Kindern und Jugendlichen ist die angewandte Strahlendosis ethisch absolut vertretbar (8). Schwangeren hingegen wird von dieser Methode der Körperzusammensetzungsmessung abgeraten (10).

GENAUIGKEIT UND REPRODUZIERBARKEIT

Die Genauigkeit von DEXA wurde bei athletischen und gesunden Menschen, Kindern und Jugendlichen bzw. Patienten mit bestimmten Krankheitsbildern getestet und für gut befunden. Nur bei stark adipösen Patienten ist die Genauigkeit der Messung geringer. Einige Einschränkungen von DEXA können die Genauigkeit der Körperzusammensetzungsmessung möglicherweise beeinträchtigen. Hierzu zählen verschiedene Geräte von unterschiedlichen Herstellern, verschiedene Softwareversionen bzw. die korrekte Positionierung des Patienten bei der Durchführung der Messung. Weiters misst DEXA im Unterschied zur Bioimpedanzanalyse kein Körperwasser. Diese Limitationen der verschiedenen DEXA-Geräte führten in der medizinischen Fachwelt zu Diskussionen. In einer Studie führte die Verwendung zweier DEXA-Methoden (HOLOGIC und LUNAR) zu erheblichen Schwankungen in der Körperfettverteilung (2,4 bis 13,4 % höhere Werte bei HOLOGIC) bei HIV Erkrankten (3). Diese Daten lassen den Schluss zu, dass nicht nur unterschiedliche Hardware, sondern auch Softwarekomponenten zu Variationen in der Messung der Körperzusammensetzung beitragen (10). Laut Modlesky et al. ist DEXA gut reproduzierbar: Wiederholte Messungen über einen Tag am selben Patienten zeigten einen Variationskoeffizienten von ca. 1 % bei der gesamten Körperzusammensetzung, 2 % bei fettfreier Körpermasse und 0,8 % bei Fettmasse (1).

MESSGENAUIGKEIT BEI KINDERN

Aviva et al. (13) verglichen DEXA mit dem 4-Kompartimentenmodell bei Kindern und fanden bei beiden Methoden Unterschiede in der Berechnung der Fettmasse. Dennoch schlussfolgerten

die Autoren, dass DEXA eine geeignete Methode im klinischen Alltag sei, und damit auch Vorhersagen von metabolischen Abnormalitäten, die in Zusammenhang mit massivem Körperfett bei Kindern und Jugendlichen stehen, getroffen werden könnten.

In einer weiteren Studie (14) wurde die Genauigkeit von DEXA mit derjenigen des 4-Kompartimentenmodells bei fettleibigen Kindern verglichen. Die Autoren fanden Einschränkungen bei der

Genauigkeit der Methoden, die möglicherweise auf Unterschiede in der Gewebsmasse und auf die verschiedenen Entwicklungsstadien der Kinder und Jugendlichen zurückzuführen sind. Weiters sollten Schwierigkeiten in der Durchführung der DEXA-Messung bei massiv adipösen Patienten wie eine maximale (Gewichts-)Belastung bzw. Liegengröße der Geräte, vom Hersteller durch Optimierung der Geräte beseitigt werden.

Verfahren	Durchschnittlich wirksame Strahlendosis *	Vergleich zur natürlichen Hintergrundstrahlung	Zusätzliches lebensbedrohliches Krebsrisiko **
DEXA (bildgebend für Frauen und Männer)	0.001 mSv	3 Stunden	vernachlässigbar

Tabelle 2: Strahlungsdosen bei DEXA. Anmerkung betreffend pädiatrische Patienten: Aufgrund der unterschiedlichen Körpergrößen variieren die verabreichten Dosen bei Kindern und Jugendlichen signifikant von denen von Erwachsenen.

*Die wirksamen Durchschnittsdosen sind charakteristische Werte für einen Erwachsenen mit Durchschnittsgröße. Die tatsächliche Dosis kann in Abhängigkeit von der Größe der Person und von den unterschiedlichen bildgebenden Verfahren erheblich abweichen.

** Als vernachlässigbar gilt ein zusätzliches durchschnittliches Krebsrisiko für Erwachsene von weniger als 1 von 1 Million (11), http://www.radiologyinfo.org/en/safety/index.cfm?pg=sfty_xray.

Type	Model	Patient Dose (µSv)
Body CT Scan		5,000 – 15,000
Head CT Scan		2,000 – 4,000
Lumbar Spine X-Ray		600 – 1,700
Lateral Spine X-Ray		820
Dental Bitewing		60
Chest X-Ray		50
DEXA Total Body	Lunar Prodigy	0.37
DEXA Total Body	Lunar DPX-L	0.20

Tabelle 3: Vergleich verschiedener Röntgendosen (12, 13, 18).

Klinische Abkürzungen

Klinische Abkürzungen für DEXA bei Erwachsenen, gelistet von Albanese et al. (18).

- **Ernährungsstörungen:**
Adipositas, Übergewicht, Anorexia Nervosa
- **Gastrointestinale Störungen:**
Morbus Crohn, Zöliakie, Gastrektomie
- **Hepatobiliäre Erkrankungen:**
Zirrhose, Gallensteine
- **Nierenerkrankungen:**
Chronische Niereninsuffizienz, Hämodialyse, Transplantation
- **Endokrinologische Erkrankungen:**
Hypophyseninsuffizienz, Akrenvergrößerung, Cushing Syndrom
- **Knochenerkrankungen:**
Osteoporose, Morbus Paget, Osteopetrose
- **Lungenerkrankungen:**
COPD, Zystische Fibrose
- **Medikamente and Pharmaka:**
Corticosteroide, Hormone, Parenterale Ernährung
- **Sonstige Erkrankungen:**
Diabetes, AIDS, Sympathetisches Dys-trophie Syndrom, Amyotrophie, Lateralsklerose, Tetraplegie, Duchenne Muskeldystrophie

Intra-manufacturer differences in measured composition of body compartments, using dual-energy X-ray absorptiometry				
	Machine A	Machine B	Difference	P
BMC (kg)	2.9	2.8	+ 0.53	0.1
Total Tissue (kg)	57.8	56.9	+ 0.90	0.11
Fat (%)	9.8	15.1	- 5.30	0.001
Fat (kg)	5.9	8.9	- 3.00	0.0006
Lean (kg)	51.9	48.0	+3.90	0.0001

Tabelle 4: Unterschiedliche Messergebnisse bei Verwendung zweier verschiedener DEXA-Methoden (11).

MESSGENAUIGKEIT BEI ERWACHSENEN

Eine andere Studie (15) verglich die Genauigkeit von DEXA mit derjenigen des 4-Kompartimentenmodells bei adipösen Erwachsenen und berichtete, dass die DEXA-Methode für den prozentuellen Körperfettanteil Querschnittswerte mit lediglich geringem statischem Fehler (BIAS) liefert. Trotzdem sind einige individuelle Daten mit großen Prognosefehlern behaftet ($\pm 4,2\%$ BF). Diese Fehler scheinen mit der Gewebedicke und der daraus resultierenden höheren Abschwächung der energetischen Strahlung in Zusammenhang zu stehen. Dies könnte möglicherweise die Genauigkeit der Methode beeinflussen. Deshalb entwickelte „Lunar iDXA“ (16) vor kurzem eine neue Funktion, die eine DEXA-Messung auch bei Personen mit mehr als 182 kg (= 400 pound (lb)) Körpergewicht ermöglicht.

Nocross et al (17) verglichen die Fettprozentmessung von DEXA mit derjenigen des 2- und 3-Kompartimentenmodells und fanden dabei für Jugendliche keinen Unterschied. Um DEXA als Me-

thode zur Messung der Körperzusammensetzung für große Bevölkerungsgruppen zu etablieren, sei jedoch ein weiterer Vergleich mit dem 4-Kompartimentenmodell, das auch Gesamtkörperwasser und Knochenanteil misst, nötig.

Die klinische Anwendung der DEXA-Messung bei Kindern wurde auch von Salvatoni et al. (19) untersucht. Die Autoren empfehlen DEXA aufgrund ihrer Invasivität, Genauigkeit, Schnelligkeit und dem Kindesalter abgestimmten Software für die Messung der Körperzusammensetzung bei einer Vielzahl von metabolischen und ernährungsabhängigen Erkrankungen (z.B. normale oder genetisch bedingte Adipositas, insulinabhängiger Diabetes mellitus, kongenitaler Hypothyroidismus, Zöliakie, Wachstumshormonmangel).

VOR- UND NACHTEILE DER DEXA-MESSUNG

Russel H. Nord (3) listete die Vor- und Nachteile der DEXA-Messung auf und unterschied dabei allgemeine (für alle DEXA Geräte geltend) und spezifische (für bestimmte DEXA Geräte geltend) Aspekte.

Allgemeine Vorteile

- Keine Störungen bei der Messung des Knochenmineralgehalts
- Regionale Messungen möglich
- Hydrationsstatus des Probanden irrelevant
- Nicht invasiv
- Keine Unannehmlichkeiten für Probanden

Spezifische Vorteile

- Adäquate Abschätzung 'versteckter' Gewebmasse
- Übereinstimmung mit anderen Methoden
- Geeignete und genaue regionale Analyse
- Leichte Anwendung

Allgemeine Nachteile

- Schätzung von 'versteckter' Gewebmasse
- Messfehler bei der Berechnung der nicht-anthropomorphen Fettverteilung
- Schwierigkeiten bei massiver Adipositas
- Strahlendosis

Spezifische Nachteile

- Sensitivität für Körperdicke
- Keine Messung von (Klein)Kindern
- Fehler des Röntgenfächerstrahls
- Größe der Gerätelegen

Literatur:

- 1) Heymsfield SB, Wang Z, Baumgartner RN, Ross R. Human body composition: advances in models and methods. *Ann Rev Nutr.* 1997; 17:527-58.
- 2) Woodrow G. Body composition analysis techniques in adult and pediatric patients: how reliable are they? How useful are they clinically? *Perit Dial Int.* 2007 Jun;27 Suppl 2:S245-9.
- 3) Nord RH. DXA body composition properties: inherent in the physics or specific to scanner type? *Appl Radiat Isot.* 1998 May-Jun; 49(5-6):517-8.
- 4) Salvatoni, Paolo Brambilla, Manuela Deiana und Luigi Nespoli. Application of DEXA in body composition assessment in children. *Ann Diagn Paediatr Pathol.* 1998; 2:49-51
- 5) Truth MS, Hunter GR, Kekes-Szabo T. Estimating intra-abdominal adipose tissue in women by dual-energy X-ray absorptiometry. *Am J Clin Nutr.* 1995 Sep;62(3):527-32.
- 6) Plank, Lindsay D. Dual-energy X-ray absorptiometry and body composition. *Current Opinion in Clinical Nutrition & Metabolic Care:* May 2005 - Volume 8 - Issue 3 - p 305-309.
- 7) Brownbill RA, Ilich JZ. Measuring body composition in overweight individuals by dual energy x-ray absorptiometry. *BMC Med Imaging.* 2005 Mar 4;5(1):1; doi: 10.1186/1471-2342-5-1
- 8) Goran MI, Driscoll P, Johnson R, Nagy TR, Hunter G. Cross-calibration of body-composition techniques against dual-energy X-ray absorptiometry in young children. *Am J Clin Nutr.* 1996 Mar; 63(3):299-305.
- 9) Davies P S. Body Composition assessment. *Arch Dis Child* 1993; 69:337-338.
- 10) LaForgia J, Dollman J, Dale MJ, Withers RT, Hill AM. Validation of DXA body composition estimates in obese men and women. *Obesity (Silver Spring).* 2009 Apr; 17(4):821-6. Epub 2009 Jan 8.
- 11) Jebb SA. Measurement of soft tissue composition by dual energy X-ray absorptiometry. *Br J 12 Nutr.* 1997 Feb; 77(2):151-63.
- 12) http://www.radiologyinfo.org/en/safety/index.cfm?pg=sfty_xray
- 13) <http://www.bodycomposition.com.au/docs/radiation.pdf>
- 14) Sopher AB, Thornton JC, Wang J, Pierson RN Jr, Heymsfield SB, Horlick M. Measurement of percentage of body fat in 411 children and adolescents: a comparison of dual-energy X-ray absorptiometry with a four-compartment model. *Pediatrics.* 2004 May; 113(5):1285-90.
- 15) Wells JC, Haroun D, Williams JE, Wilson C, Darch T, Viner RM, Eaton S, Fewtrell MS. Evaluation of DXA against the four-component model of body composition in obese children and adolescents aged 5-21 years. *Int J Obes (Lond).* 2010 Apr;34(4):649-55. Epub 2010 Jan 12.
- 16) Lunar iDXATM intelligent DXA. Available <http://www.activexray.com/pdf/idxapdf>. Assessed on 29 November 2010
- 17) Norcross J, Van Loan MD. Validation of fan beam dual energy x ray absorptiometry for body composition assessment in adults aged 18-45 years. *Br J Sports Med.* 2004 Aug; 38(4):472-6.
- 18) Albanese CV, Diessel E, Genant HK. Clinical applications of body composition measurements using DXA. *J Clin Densitom.* 2003 Summer;6(2):75-85.
- 19) Salvatoni, Paolo Brambilla, Manuela Deiana und Luigi Nespoli. Application of DEXA in body composition assessment in children. *Ann Diagn Paediatr Pathol.* 1998; 2:49-51

* Univ.-Prof. Dr. Kurt Widhalm, Abteilung für Ernährungsmedizin, Universitätsklinik für Kinder- und Jugendheilkunde, Medizinische Universität Wien, Währinger Gürtel 18-20, 1090 Wien