Katholisches Klinikum Bochum

Methoden zur Erfassung des Ernährungsstatus bei Erwachsenen und Kindern

UK RUB UNIVERSITÄTSKLINIKUM DER RUHR-UNIVERSITÄT BOCHUM

Anjona Schmidt-Choudhury

a.schmidt-choudhury@klinikum-bochum.de

DEUTSCHE GESELLSCHAFT FÜR KINDER- UND JUGENDMEDIZIN e.V.

DGKJ-Ernährungskurs

DEUTSCHE GESELLSCHAFT FÜR KINDER- UND JUGENDMEDIZIN e.V.

Gesellschaft für Pädiatrische Gastroenterologie und Ernährung e.V.

Katholisches Klinikum Bochum

UK RUB UNIVERSITÄTSKLINIKUM DER RUHR-UNIVERSITÄT BOCHUM

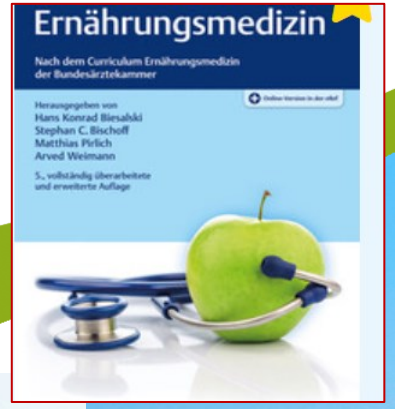
DEUTSCHE GESELLSCHAFT FÜR KINDER- UND JUGENDMEDIZIN e.V.

Methoden zur Erfassung des Ernährungsstatus bei Erwachsenen und Kindern

Anjona Schmidt-Choudhury

Potenzielle Interessenskonflikte:

Unterstützung der Firmen
milupa, Nestle, Nutricia und Falk
im Rahmen von Ernährungsvorträgen



Quellen für den Vortrag: u.a.
Vorträge Dr. K. Werkstätter und Prof. Dr. A. Hauer,
Biesalski et al. Ernährungsmedizin Thieme Verlag

DEUTSCHE GESELLSCHAFT
FÜR KINDER- UND JUGENDMEDIZIN e.V.

Methoden zur Erfassung des Ernährungsstatus bei Erwachsenen und Kindern

Was wollen wir heute besprechen?

- Warum soll der Ernährungszustand erfasst werden?
- Wie kann man den Ernährungszustand erfassen?
- Welchen Stellenwert haben unterschiedliche Ansätze zur Bestimmung des Ernährungszustandes?

DEUTSCHE GESELLSCHAFT
FÜR KINDER- UND JUGENDMEDIZIN e.V.

Warum soll der Ernährungszustand erfasst werden?

Im Rahmen der ärztlichen Untersuchung sollen eine

- potenzielle Überernährung oder
- eine Mangelernährung bei vermeintlich gesunden Patient:innen identifiziert werden
- in der Pädiatrie muss eine Gedeihstörung rechtzeitig erkannt werden
- Die Einschätzung von Körpermaßen muss mit adäquaten Instrumenten erfolgen (z.B. unterschiedliche Perzentilen!)

DEUTSCHE GESELLSCHAFT
FÜR KINDER- UND JUGENDMEDIZIN e.V.

Warum soll der Ernährungszustand erfasst werden?

Globale Sicht auf das Thema Ernährungszustandserfassung 2021:

- weltweit stirbt alle zehn Sekunden ein Kind unter fünf Jahren durch Mangelernährung!
- insgesamt sind schätzungsweise 149,2 Millionen Kinder chronisch unterernährt oder ausgezehrt

DEUTSCHE GESELLSCHAFT
FÜR KINDER- UND JUGENDMEDIZIN e.V.

Mangelernährung auch „bei uns“?

Mangelernährung in der Klinik

Pawellek I., Dokoupil K., Koletzko B. Prevalence of malnutrition in paediatric hospital patients. Clinical Nutrition (2008) 27: 72-76.

Schlussfolgerung der Autoren:

Inakzeptabel hohe Prävalenz ME in der Klinik mit erheblichen Konsequenzen für die kurz- und langfristige Gesundheit und Wohlbefinden

Strategien für systematisches Screening und Behandlung von Mangelernährung in pädiatrischen Patienten müssen ausgearbeitet und implementiert werden

Prävalenz von Mangelernährung bei 475 pädiatrischen Patienten bei Klinikeinweisung

Diagnosis	Malnutrition total weight for height/length <90th centile (%)
Patients with multiple diagnosis ($n = 32$)	43.8
Mental retardation ($n = 25$, subgroup of patients with neurological diseases)	40.0
Infectious diseases ($n = 55$)	34.5
Cystic fibrosis (CF) ($n = 12$)	33.3
Cardiovascular disease ($n = 14$)	28.6
Other non-specific diseases ($n = 26$)	28.6
Oncological diseases ($n = 22$)	27.3
Gastrointestinal diseases ($n = 110$)	23.6
Accidents ($n = 50$)	18.0
Neurological diseases (incl. mental retardation) ($n = 81$)	17.3
Respiratory diseases ($n = 15$)	13.3
Haematological diseases ($n = 8$)	12.5
Urogenital diseases ($n = 29$)	10.3
Metabolic diseases ($n = 10$)	10.0
Dermatological diseases ($n = 11$)	9.1

DEUTSCHE GESELLSCHAFT
FÜR KINDER- UND JUGENDMEDIZIN e.V.

Im Krankenhaus sollte auch auf Mangelernährung „gescreent“ werden

NRS Nutritional Risk Screening

Screening auf Mangelernährung im Krankenhaus
Nutritional Risk Screening (NRS 2002)

empfohlen von der Europäischen Gesellschaft für Klinische Ernährung und Stoffwechsel (ESPEN)

Vorscreening:

- Ist der Body-Mass-Index < 20,5 kg/m²? ja ☐ nein ☐
- Hat der Patient in den vergangen 3 Monaten an Gewicht verloren? ja ☐ nein ☐
- War die Nahrungszufuhr in der vergangenen Woche vermindert?
- Ist der Patient schwer erkrankt? (z. B. Intensivtherapie) ja ☐ nein ☐
- Wird eine dieser Fragen mit „ja“ beantwortet, wird mit dem Hauptscreening fortgefahren.
- Werden alle Fragen mit „nein“ beantworte, wird der Patient wöchentlich neu gescreent.
- Wenn für den Patienten z. B. eine große Operation geplant ist, sollte ein präventiver Ernährungsplan verfolgt werden, um dem assoziierten Risiko vorzubeugen.

Hauptscreening:

Störung des Ernährungszustands:	Punkte
keine	0
mild Gewichtsverlust > 5 %/3 Mon. **oder** Nahrungszufuhr 50 – 75 % des Bedarfes in der vergangen Woche	1
mäßig Gewichtsverlust > 5 %/2 Mon. **oder** BMI 18,5 – 20,5 kg/m² **und** reduzierter Allgemeinzustand (AZ) **oder** Nahrungszufuhr 25 – 50 % des Bedarfes in der vergangenen Woche	2
schwer Gewichtsverlust > 5 %/1 Mon. (> 15 %/3 Mon.) **oder** BMI < 18,5 kg/m² und reduzierter Allgemeinzustand oder Nahrungszufuhr 0 – 25 % des Bedarfes in der vergangenen Woche	3

+

Krankheitsschwere	Punkte
keine	0
mild z. B. Schenkelhalsfraktur, chronische Erkrankungen besonders mit Komplikationen: Leberzirrhose, chronisch obstruktive Lungenerkrankung, chronische Hämodialyse, Diabetes, Krebsleiden	1
mäßig z. B. große Bauchchirurgie, Schlaganfall, schwere Pneumonie, hämatologische Krebserkrankung	2
schwer z. B. Kopfverletzung, Knochenmarktransplantation, intensivpflichtige Patienten (APACHE-II > 10)	3

+ 1 Punkt wenn Alter ≥ 70 Jahre

≥ 3 Punkte Ernährungsrisiko liegt vor. Erstellung eines Ernährungsplanes.

< 3 Punkte wöchentlich wiederholtes Screening. Wenn für den Patienten z. B. eine große Operation geplant ist, sollte ein präventiver Ernährungsplan verfolgt werden, um das assoziierte Risiko zu vermeiden.

aus Biesalski:

Abb. 32.2 Nutritional Risk Screening 2002 (NRS 2002).

Screening auf Mangelernährung im Krankenhaus. Empfohlen von der Europäischen Gesellschaft für Klinische Ernährung und Stoffwechsel (ESPEN) [10]. (Quelle: mit freundlicher Genehmigung von Dr. Tatjana Schütz, Uniklinikum Leipzig)

DEUTSCHE GESELLSCHAFT
FÜR KINDER- UND JUGENDMEDIZIN e.V.

Mangelernährung auch „bei uns“?

Mangelernährung in der Klinik

Pawellek I., Dokoupil K., Koletzko B. Prevalence of malnutrition in paediatric hospital patients. Clinical Nutrition (2008) 27: 72-76.

Schlussfolgerung der Autoren:

Inakzeptabel hohe Prävalenz ME in der Klinik mit erheblichen Konsequenzen für die kurz- und langfristige Gesundheit und Wohlbefinden

Strategien für systematisches Screening und Behandlung von Mangelernährung in pädiatrischen Patienten müssen ausgearbeitet und implementiert werden

Prävalenz von Mangelernährung bei 475 pädiatrischen Patienten bei Klinikeinweisung

Diagnosis	Malnutrition total weight for height/length <90th centile (%)
Patients with multiple diagnosis ($n = 32$)	43.8
Mental retardation ($n = 25$, subgroup of patients with neurological diseases)	40.0
Infectious diseases ($n = 55$)	34.5
Cystic fibrosis (CF) ($n = 12$)	33.3
Cardiovascular disease ($n = 14$)	28.6
Other non-specific diseases ($n = 26$)	28.6
Oncological diseases ($n = 22$)	27.3
Gastrointestinal diseases ($n = 110$)	23.6
Accidents ($n = 50$)	18.0
Neurological diseases (incl. mental retardation) ($n = 81$)	17.3
Respiratory diseases ($n = 15$)	13.3
Haematological diseases ($n = 8$)	12.5
Urogenital diseases ($n = 29$)	10.3
Metabolic diseases ($n = 10$)	10.0
Dermatological diseases ($n = 11$)	9.1

DEUTSCHE GESELLSCHAFT
FÜR KINDER- UND JUGENDMEDIZIN e.V.

Warum soll der Ernährungszustand erfasst werden?

- Im Rahmen der ärztlichen Untersuchung sollen eine potenzielle Überernährung oder Mangelernährung identifiziert werden
- Überernährung: **BMI**
- Mangelernährung: indirekte Methoden zur Bestimmung der Körperzusammensetzung

DEUTSCHE GESELLSCHAFT
FÜR KINDER- UND JUGENDMEDIZIN e.V.

Methoden zur Erfassung des Ernährungsstatus bei Erwachsenen und Kindern

body mass index = BMI (1832 belg. Statistiker Quetelet)

$$BMI = Körpergewicht\ (kg) / [Körpergröße\ (m)]^2$$

Der BMI relativiert die durch die Körpergröße bedingten Unterschiede des Gewichts und ist ein indirektes Maß für die Fettmasse.

DEUTSCHE GESELLSCHAFT
FÜR KINDER- UND JUGENDMEDIZIN e.V.

body mass index BMI (Quetelet-Index)

WHO - Kriterium für eine **Unter**ernährung:

BMI von <18,5kg/m^2

bei Erwachsenen

WHO - Kriterium für eine **Über**ernährung:

BMI von ≥25kg/m^2

DEUTSCHE GESELLSCHAFT
FÜR KINDER- UND JUGENDMEDIZIN e.V.

BMI und Adipositas bei Erwachsenen

DEUTSCHE GESELLSCHAFT FÜR KINDER- UND JUGENDMEDIZIN e.V.

DGKJ-Ernährungskurs

Tabelle 4: Klassifikation der Adipositas bei Erwachsenen gemäß dem BMI (modifiziert nach WHO, 2000 [1])

Kategorie	BMI [kg/m²]	Risiko für Folgeerkrankungen
Untergewicht	< 18,5	niedrig
Normalgewicht	18,5 – 24,9	durchschnittlich
Übergewicht	25 – 29,9	gering erhöht
Adipositas Grad I	30 – 34,9	erhöht
Adipositas Grad II	35 – 39,9	hoch
Adipositas Grad III	≥ 40	sehr hoch

DEUTSCHE GESELLSCHAFT
FÜR KINDER- UND JUGENDMEDIZIN e.V.

Methoden zur Erfassung des Ernährungsstatus bei Kindern und Jugendlichen

BMI -Perzentilen

DEUTSCHE GESELLSCHAFT
FÜR KINDER- UND JUGENDMEDIZIN e.V.

BMI und Adipositas bei Kindern& Jugendlichen

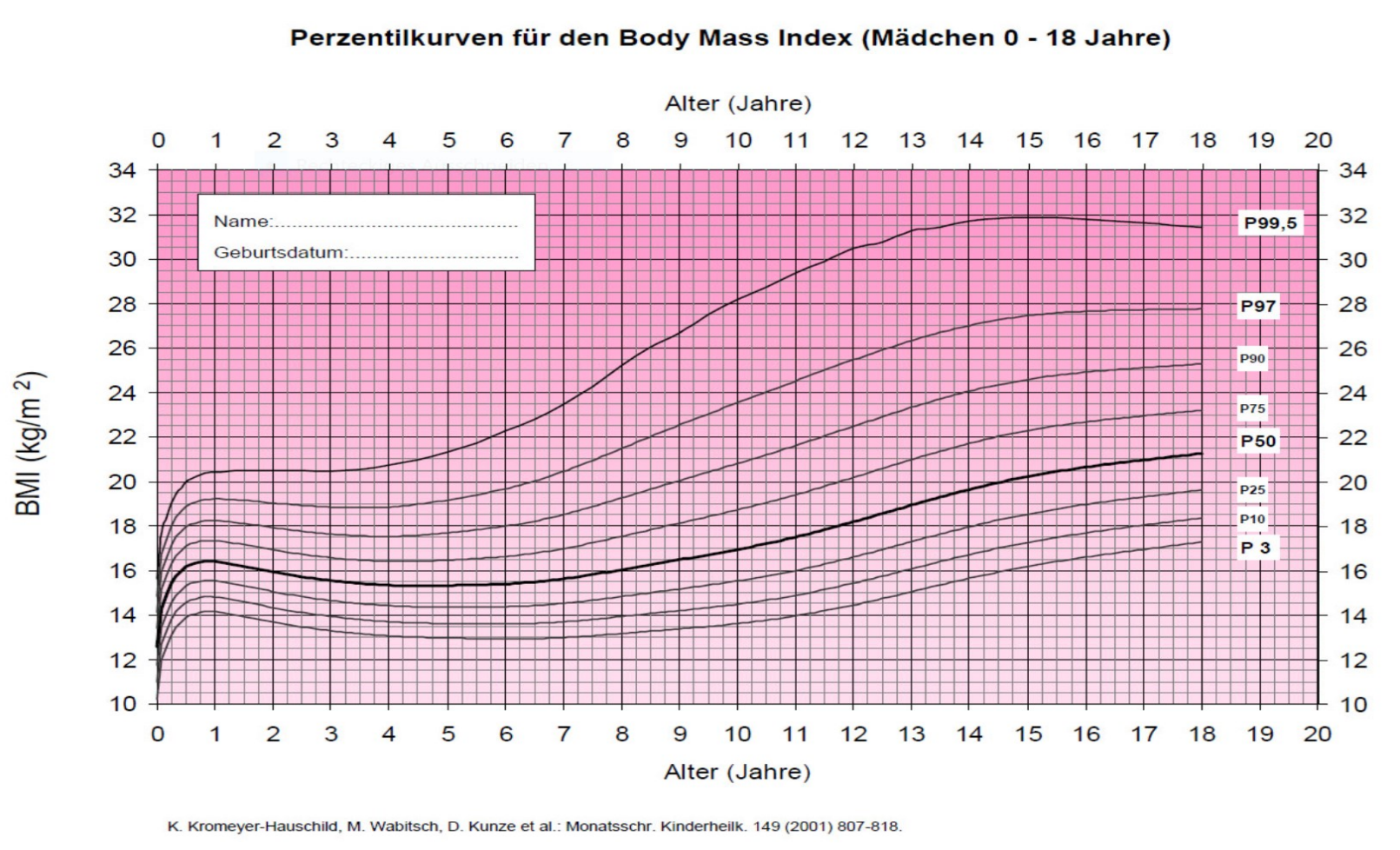
Arbeitsgemeinschaft Adipositas im Kindes- und Jugendalter

Ob bei Kindern und Jugendlichen ein Übergewicht besteht, zeigt der Wert an, der bei „BMI Percentil“ angegeben wird:

BMI-Percentil: < 10	**Untergewicht**
BMI-Percentil: 10 – 90	**Normalgewicht**
BMI-Percentil: > 90 – 97	**Übergewicht**
BMI-Percentil: > 97 – 99,5	**Adipositas**
BMI-Percentil: > 99,5	**Extreme Adipositas**

DEUTSCHE GESELLSCHAFT
FÜR KINDER- UND JUGENDMEDIZIN e.V.

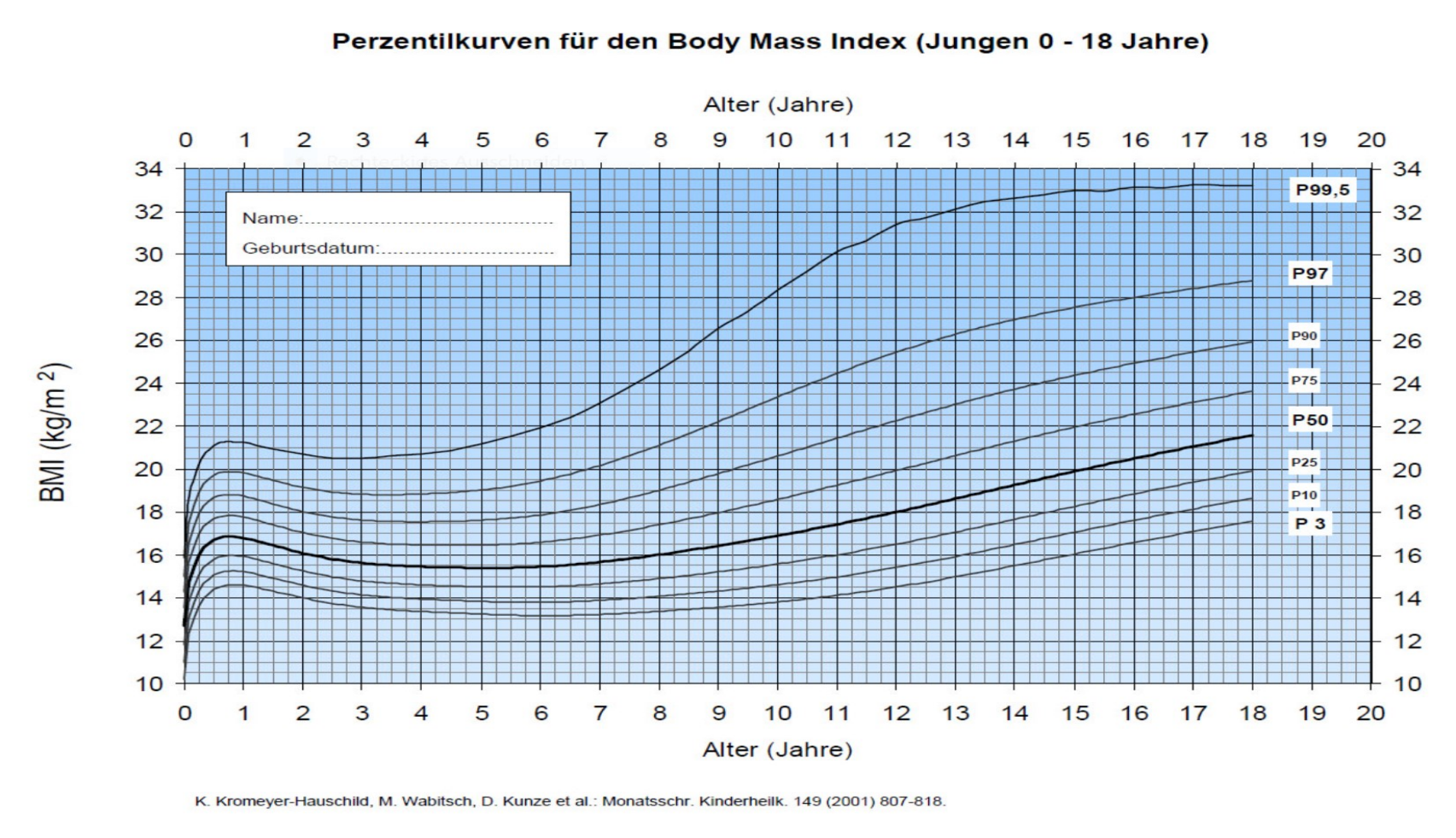
BMI und Adipositas bei Kindern& Jugendlichen



K. Kromeyer-Hauschild, M. Wabitsch, D. Kunze et al.: Monatsschr. Kinderheilk. 149 (2001) 807-818.

DEUTSCHE GESELLSCHAFT
FÜR KINDER- UND JUGENDMEDIZIN e.V.

BMI und Adipositas bei Kindern& Jugendlichen



DEUTSCHE GESELLSCHAFT
FÜR KINDER- UND JUGENDMEDIZIN e.V.

BMI
bei Kindern& Jugendlichen
in Deutschland

Leitthema

Bundesgesundheitsbl 2019 · 62:1225–1234
https://doi.org/10.1007/s00103-019-03015-8
Online publiziert: 16. September 2019
© Springer-Verlag GmbH Deutschland, ein Teil von Springer Nature 2019

Anja Schienkiewitz · Stefan Damerow · Angelika Schaffrath Rosario · Bärbel-Maria Kurth
Abteilung für Epidemiologie und Gesundheitsmonitoring, Robert Koch-Institut, Berlin, Deutschland

Body-Mass-Index von Kindern und Jugendlichen: Prävalenzen und Verteilung unter Berücksichtigung von Untergewicht und extremer Adipositas

Ergebnisse aus KiGGS Welle 2 und Trends

DEUTSCHE GESELLSCHAFT
FÜR KINDER- UND JUGENDMEDIZIN e.V.

BMI
bei Kindern& Jugendlichen
in Deutschland

Leitthema

Bundesgesundheitsbl 2019 · 62:1225–1234
https://doi.org/10.1007/s00103-019-03015-8
Online publiziert: 16. September 2019
© Springer-Verlag GmbH Deutschland, ein Teil von Springer Nature 2019

Anja Schienkiewitz · Stefan Damerow · Angelika Schaffrath Rosario · Bärbel-Maria Kurth
Abteilung für Epidemiologie und Gesundheitsmonitoring, Robert Koch-Institut, Berlin, Deutschland

Body-Mass-Index von Kindern und Jugendlichen: Prävalenzen und Verteilung unter Berücksichtigung von Untergewicht und extremer Adipositas

Ergebnisse aus KiGGS Welle 2 und Trends

Vortrag Prof Krawinkel heute „Mangelernährung“

Vortrag Prof Reinehr morgen „Adipositas“

DEUTSCHE GESELLSCHAFT
FÜR KINDER- UND JUGENDMEDIZIN e.V.

Exkurs: was sind Perzentilen?

- Perzentile (lat. Hundertstelwerte“ bzw. Prozentränge)
- die Verteilung des untersuchten Parameters (Länge, Gewicht, KU…) wird in 100 umfangsgleiche Teile zerlegt = in 1-%-Segmente aufgeteilt.
- Perzentile sind Quantile, bei denen 100·p eine ganze Zahl ist
- das Quantil Q 0.97 entspricht dem Perzentil P97: unterhalb dieses Punktes liegen 97% aller Fälle der Verteilung

DEUTSCHE GESELLSCHAFT
FÜR KINDER- UND JUGENDMEDIZIN e.V.

Was sind Perzentilen?

- in der medizinischen Statistik sind sie ein Maß für die Streuung einer statistischen Verteilung, die nach Rang oder Größe der Einzelwerte sortiert ist
- Wichtig z.B. für die Einschätzung der Entwicklung der Körpergröße und / oder des Körpergewichts von Kindern und Jugendlichen

DEUTSCHE GESELLSCHAFT
FÜR KINDER- UND JUGENDMEDIZIN e.V.

Exkurs: was sind Perzentilen? Interpretation

Meßwert liegt	< 3. Perzentile	> 97. Perzentile
Körperlänge	„Minderwuchs“	„Hochwuchs“
Körpergewicht	„Dystrophie“	„Hypertrophie“
Kopfumfang	„Mikrozephalus“	„Makrozephalus“

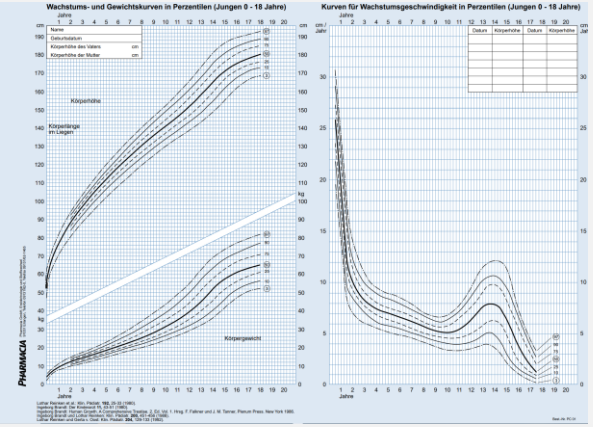
aus dem Internet Vortrag Uni-Rostock

DEUTSCHE GESELLSCHAFT
FÜR KINDER- UND JUGENDMEDIZIN e.V.

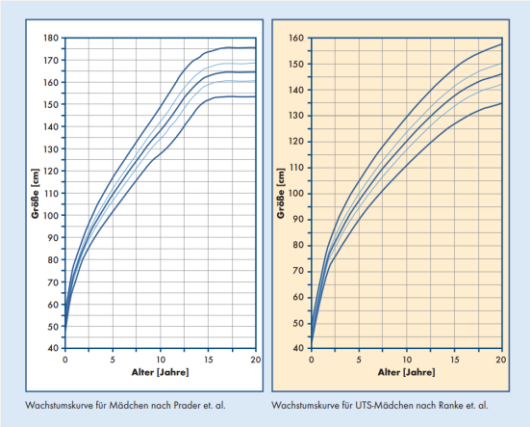
Beispiele für unterschiedliche Perzentilen

Gesunde deutsche Jungen

Länge,Gewicht, KU



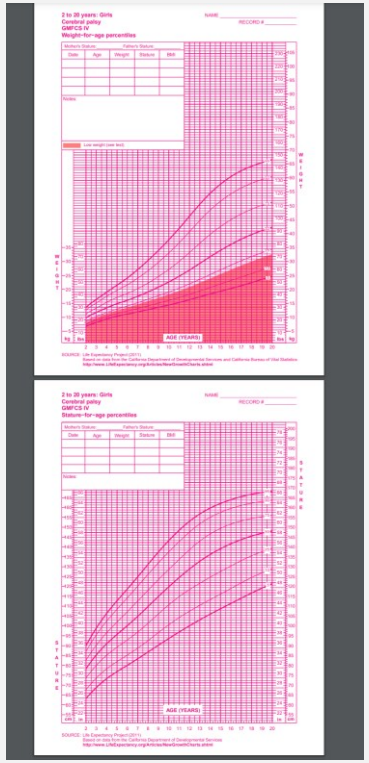
Ulrich-Turner-Syndrom



GMSC-Perzentilen

schwer neurol. Behinderte

Kinder /Jugendliche



DEUTSCHE GESELLSCHAFT
FÜR KINDER- UND JUGENDMEDIZIN e.V.

Exkurs: Längensollgewicht

- das Längensollgewicht (LSG) ist ein wichtiger Parameter zur Beurteilung des Ernährungszustandes
- das LSG bezieht sich nicht auf das Alter des Kindes, sondern auf dessen Größe. Es wird also die aktuelle Größe mit dem Gewicht in Zusammenhang gebracht und dann das Längensollgewicht in Prozent angegeben
- Anwendung findet das LSG bei Kindern unter 16 Jahren
- im Gegensatz zum BMI, der (erst ab 12 Jahren aussagekräftig ist), beurteilt dieses also auch die Gewichtszunahme von Säuglingen, Kleinkindern und Schulkindern
- ermöglicht die Einschätzung von rel. Unter- oder Übergewicht bei Minder-, Normal- oder Hochwuchs

DEUTSCHE GESELLSCHAFT
FÜR KINDER- UND JUGENDMEDIZIN e.V.

Berechnung Längensollgewicht

Längensollgewicht (%) =
Körpergewicht × 100 / Gewichtsmedian für Körperlänge

- Normalgewicht: 90–110 %
- Übergewicht: 110–120 %
- Adipositas: >120 %
- Untergewicht: <90 % (85?)

DEUTSCHE GESELLSCHAFT
FÜR KINDER- UND JUGENDMEDIZIN e.V.

Warum soll der Ernährungszustand erfasst werden?

- Im Rahmen der ärztlichen Untersuchung sollen eine potenzielle Überernährung oder Mangelernährung identifiziert werden
- Überernährung: **BMI**
- Mangelernährung: indirekte Methoden zur Bestimmung der Körperzusammensetzung

Methoden zur Erfassung des Ernährungsstatus bei Erwachsenen und Kindern

Mangelernährung:

- <u>indirekte Methoden</u> zur Bestimmung der Körperzusammensetzung:
  - Anthropometrie
  - bioelektrische Impedanzanalyse.
  - Laborparameter sind für die Bestimmung des Ernährungszustands eher nicht aussagekräftig

DEUTSCHE GESELLSCHAFT
FÜR KINDER- UND JUGENDMEDIZIN e.V.

Methoden zur Erfassung des Ernährungsstatus bei Erwachsenen und Kindern

Für die **Diagnostik** der **Mangelernährung** ist der BMI nicht geeignet !

- Leitsymptom der krankheitsassoziierten Mangelernährung ist:
- der signifikante unbeabsichtigte Gewichtsverlust (z.B. >10% in 6 Monaten).
- Scores für das Screening auf Mangelernährung (z.B. NRS-2002, SGA, MUST, MNA) finden in der Erwachsenenmedizin Anwendung

DEUTSCHE GESELLSCHAFT
FÜR KINDER- UND JUGENDMEDIZIN e.V.

Methoden zur Erfassung des Ernährungsstatus bei Erwachsenen und Kindern

Für die **Diagnostik** der **Mangelernährung** ist der BMI nicht geeignet !

- Leitsymptom der krankheitsassoziierten Mangelernährung ist:
- der signifikante unbeabsichtigte Gewichtsverlust (z.B. >10% in 6 Monaten).
- Scores für das Screening auf Mangelernährung (z.B. NRS-2002, SGA, MUST, MNA) finden in der Erwachsenenmedizin Anwendung
  - Malnutrition Universal Screening Tool (Erwachsene)
  - Mini Nutritional Assessment Geriatrie

DEUTSCHE GESELLSCHAFT
FÜR KINDER- UND JUGENDMEDIZIN e.V.

Methoden zur Erfassung des Ernährungsstatus bei Erwachsenen und Kindern

Scores zur Ermittlung von Malnutrition in der Pädiatrie existieren zwar,

- sind in ihrer Wertigkeit und Anwendbarkeit jedoch z.T. umstritten

- und auch Kindergastroenterolog:innen kaum bekannt

(internes, noch unveröffentliches Ergebnis der AG Ernährung/Ernährungsmedizin der GPGE)

DEUTSCHE GESELLSCHAFT
FÜR KINDER- UND JUGENDMEDIZIN e.V.

Methoden zur Erfassung des Ernährungsstatus bei Erwachsenen und Kindern

Scores zur Ermittlung von Malnutrition in der Pädiatrie

- Strongkids
- PYMS pediatric yorkhill malnutrion score
- STAMP screening tool for the assessment of malnutrition in children
- NRS nutritional risk score (gibt es auch für Erwachsene wie gezeigt)
- FNST feeding nutritional screening tool (schwer behinderte Kinder)

DEUTSCHE GESELLSCHAFT
FÜR KINDER- UND JUGENDMEDIZIN e.V.

Methoden zur Erfassung des Ernährungsstatus bei Erwachsenen und Kindern

Für die **Diagnostik** der Mangelernährung ist der BMI nicht geeignet !

- die Zusammensetzung des Körpers ist eine wesentliche Größe der klinischen Ernährungsmedizin
- jede relevante Veränderung des Ernährungszustands geht mit Änderungen der Körperzusammensetzung einher
- ein Verlust von fettfreier oder auch von Körperzellmasse korreliert mit Verschlechterungen von Körperfunktionen und einem ungünstigeren Krankheitsverlauf.

DEUTSCHE GESELLSCHAFT
FÜR KINDER- UND JUGENDMEDIZIN e.V.

Methoden zur Erfassung des Ernährungsstatus bei Erwachsenen und Kindern

Die Zusammensetzung des Körpers ist eine wesentliche Größe der klinischen Ernährungsmedizin

Die Bestimmung der Körperzusammensetzung z.B. durch Aufteilung in:

Fettmasse und fettfreie Masse oder extra- und intrazelluläre Flüssigkeit, Körperzellmasse, Muskelmasse, Knochen

kann im Kontext verschiedener klinischer Zustände hilfreich sein

DEUTSCHE GESELLSCHAFT
FÜR KINDER- UND JUGENDMEDIZIN e.V.

Methoden zur Erfassung des Ernährungsstatus bei Erwachsenen und Kindern

Bestimmung der Körperzusammensetzung kann hilfreich sein:

- zur Verlaufskontrolle und Bewertung der Ernährungstherapie mit differenzierter Betrachtung bestimmter Organe und Gewebe.
- Gewichtsreduktionsprogramme haben z.B., die Reduktion der Fettmasse unter weitgehendem Erhalt der Muskelmasse zum Ziel

DEUTSCHE GESELLSCHAFT
FÜR KINDER- UND JUGENDMEDIZIN e.V.

Methoden zur Erfassung des Ernährungsstatus bei Erwachsenen und Kindern

Bestimmung der Körperzusammensetzung kann hilfreich sein bei:

- Hyperhydratation

  Ödeme, Aszites, ausgedehnte Pleuraergüssen: klinische Einschätzung, Gewicht und assoziierte Größen oder Screening-Instrumente können versagen

- Frühzeitiger Diagnostik und Quantifizierung von Mangelernährung

  Körpergewicht kann noch normal ist sein mit schon vorhandenem Verlust an Körperzellmasse (Expansion des extrazellulären Flüssigkeitsraumes)

DEUTSCHE GESELLSCHAFT
FÜR KINDER- UND JUGENDMEDIZIN e.V.

Methoden zur Erfassung des Ernährungsstatus bei Erwachsenen und Kindern

Bestimmung der Körperzusammensetzung kann hilfreich sein bei:

- <u>Sarkopenie</u>

  Verlust von Muskelmasse durch körperliche Inaktivität, Inflammation oder humorale Faktoren (v. a. bei älteren Menschen) wird als eigenständiges Problem definiert

- tritt auch bei Adipositas auf

- geeignete Grenzwerte liegen noch nicht vor, trotzdem sollte versucht werden, die Muskelmasse zu bestimmen

DEUTSCHE GESELLSCHAFT
FÜR KINDER- UND JUGENDMEDIZIN e.V.

Methoden zur Erfassung des Ernährungsstatus bei Erwachsenen und Kindern

Bestimmung der Körperzusammensetzung kann hilfreich sein:

- zur Verlaufskontrolle und Bewertung der Ernährungstherapie mit differenzierter Betrachtung bestimmter Organe und Gewebe.
- Gewichtsreduktionsprogramme haben z.B., die Reduktion der Fettmasse unter weitgehendem Erhalt der Muskelmasse zum Ziel

DEUTSCHE GESELLSCHAFT
FÜR KINDER- UND JUGENDMEDIZIN e.V.

Methoden zur Erfassung des Ernährungsstatus bei Erwachsenen und Kindern

Bestimmung der Körperzusammensetzung kann hilfreich sein:

- zur Schaffung von Bezugsgrößen, z.B. für kalorimetrische Messungen oder Funktionsuntersuchungen (z.B. zur Berechnung des Grundumsatz pro kg fettfreier Masse oder der Muskelkraft pro kg Muskelmasse)

DEUTSCHE GESELLSCHAFT
FÜR KINDER- UND JUGENDMEDIZIN e.V.

Methoden zur Erfassung des Ernährungsstatus bei Erwachsenen und Kindern

Bereiche, in denen die Bestimmung der Körperzusammensetzung eingesetzt werden kann

- Gewichtsreduktion/Adipositas-Therapie
- Stoffwechselerkrankungen
- Nephrologie
- Geriatrie

Chronische Erkrankungen

Endokrinologie

Onkologie

Monitoring von Ernährungs-interventionen

DEUTSCHE GESELLSCHAFT
FÜR KINDER- UND JUGENDMEDIZIN e.V.

Methoden zur Erfassung des Ernährungsstatus bei Erwachsenen und Kindern

Von welchen Kompartimenten sprechen wir, wenn wir und mit der Körperzusammensetzung befassen?

DEUTSCHE GESELLSCHAFT
FÜR KINDER- UND JUGENDMEDIZIN e.V.

Modelle zu Kompartimenten

„Goldstandard“: 4Kompartiment-Modell: erlaubt die differenzierte Betrachtung der Bestandteile Wasser, Protein, Mineralien und Fett

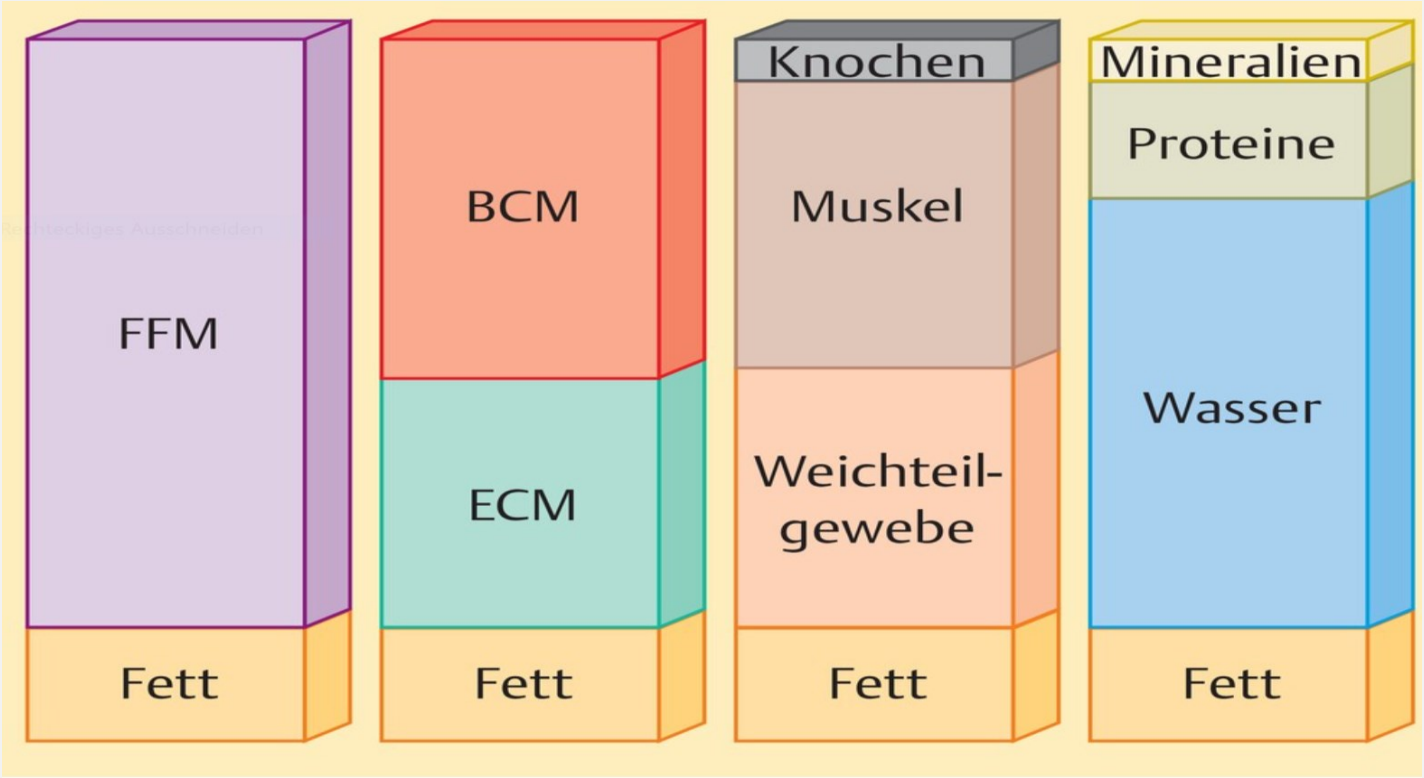
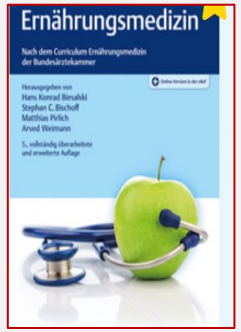


Abb. 32.3 Modelle der Körperzusammensetzung.

BCM: Body Cell Mass (Körperzellmasse), ECM: Extracellular Mass (extrazelluläre Masse), FFM: Fat Free Mass (fettfreie Masse).

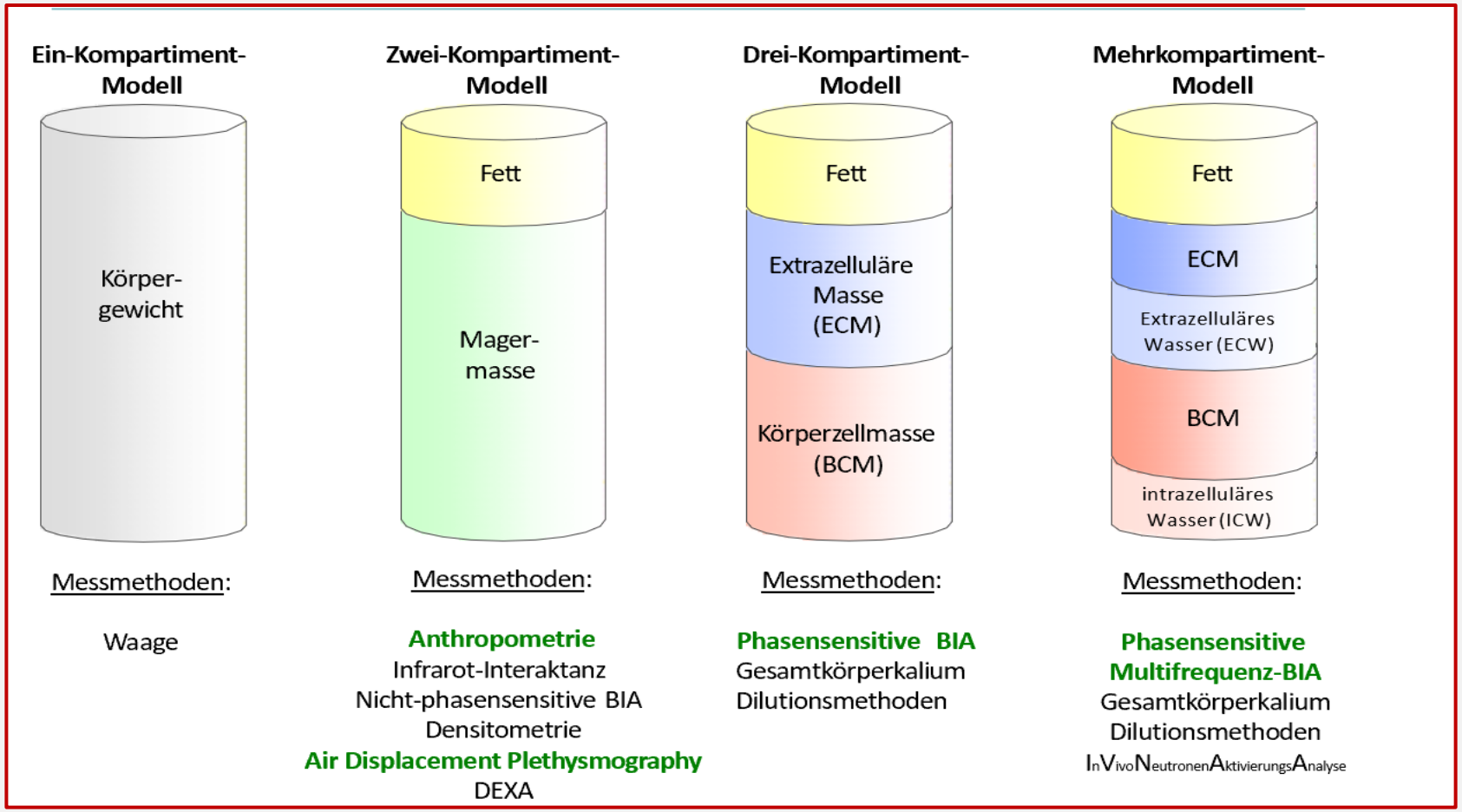
BCM Body cell mass
ECM Ectracellular mass
FFM Fat free mass



DEUTSCHE GESELLSCHAFT
FÜR KINDER- UND JUGENDMEDIZIN e.V.

Modelle zu Kompartimenten

„Goldstandard“: 4Kompartiment-Modell: erlaubt die differenzierte Betrachtung der Bestandteile Wasser, Protein, Mineralien und Fett



DEUTSCHE GESELLSCHAFT
FÜR KINDER- UND JUGENDMEDIZIN e.V.

Modelle zu Kompartimenten

welche Kompartimente sind von Interesse?

abhängig von der Fragestellung:

- Abnahme der Fettmasse bei Gewichtsreduktion
- Extrazellulär-Wasser bei Dialyse

- Körperzellmasse:

  - Veränderungen der Körperzellmasse spiegeln eine Zu- oder Abnahme der Muskelmasse und damit der Eiweißspeicher wieder

Erwünscht: Erhalt der Körperzellmasse (BCM)

DEUTSCHE GESELLSCHAFT
FÜR KINDER- UND JUGENDMEDIZIN e.V.

Körperzellmasse (body cell mass BCM)

Abnahme von Körperzellmasse oder Muskelmasse :

- **bei Adipositas:** zu werten als Anzeichen für ungünstigen Therapieverlauf
  Energiebedarf sinkt
  Jojo-Effekt!

  Gegenmaßnahmen:
  Steigerung der sportlichen Aktivität
  Ausgewogenheit der Diät prüfen:
  hypokalorisch?
  eiweißarm?

DEUTSCHE GESELLSCHAFT
FÜR KINDER- UND JUGENDMEDIZIN e.V.

Körperzellmasse (body cell mass BCM)

Abnahme von Körperzellmasse oder Muskelmasse :

- **bei chronisch Kranken**:

Hinweis auf Mangelernährung

Wundheilungsstörungen

Infekte

schlechtere Lebensqualität

Gegenmaßnahmen:

Ernährungsberatung

Einsatz von Trinknahrung

Steigerung der körperliche Aktivität (Moderat!)

Methoden zur Erfassung des Ernährungsstatus bei Erwachsenen und Kindern

Direkte und indirekte Methoden

zur Bestimmung der Körperzusammensetzung:

Direkte Methoden

- In-vivo-Neutronen-Aktivierungs-Analyse (IVNAA)
- Post-mortem-Analysen

Indirekte Methoden haben ein Fehlerpotenzial

Methoden zur Erfassung des Ernährungsstatus bei Erwachsenen und Kindern

Direkte und indirekte Methoden zur Bestimmung der Körperzusammensetzung:

Indirekte Methoden

- Anthropometrie
- Bioelektrische Impedanzanalyse (BIA)

} kostengünstig und im klinischen Alltag praktikabel

Methoden zu Forschungszwecken

- Densitometrie, Air Displacement Plethysmographie (ADP)
- Gesamtkörperkalium
- Dilutionsmethoden,
- DEXA, CT, MRT, NMR

DEUTSCHE GESELLSCHAFT
FÜR KINDER- UND JUGENDMEDIZIN e.V.

Methoden zur Erfassung des Ernährungsstatus bei Erwachsenen und Kindern

Direkte und indirekte Methoden zur Bestimmung der Körperzusammensetzung:

Direkte Methoden

- Anthropometrie
- Bioelektrische Impedanzanalyse (BIA)
- Densitometrie, Air Displacement Plethysmographie (ADP)
- Gesamtkörperkalium
- Dilutionsmethoden,
- DEXA, CT, MRT, NMR

DEUTSCHE GESELLSCHAFT
FÜR KINDER- UND JUGENDMEDIZIN e.V.

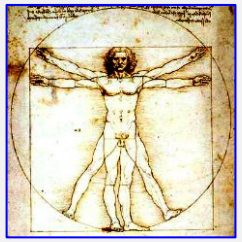
Anthropometrie

Anthropometrie

Griechisch: ἄνθρωπος *anthropos* und μέτρον *metron*

Deutsch: menschlich und Maß

Lehre der Ermittlung und Anwendung der Maße des menschlichen Körpers



DEUTSCHE GESELLSCHAFT
FÜR KINDER- UND JUGENDMEDIZIN e.V.

Anthropometrie
Parameter

- Perzentilen: Länge, Gewicht, Kopfumfang, Längensollgewicht, BMI
- Spezialperzentilen
- (Trizeps-)hautfaltendicke
- Oberarmumfang MUAC: mid upper arm circumference

  (Messung zwischen processus olecrani + acromion)
- Hüft-Taillenumfang (Quotient)

DEUTSCHE GESELLSCHAFT
FÜR KINDER- UND JUGENDMEDIZIN e.V.

Anthropometrie
Hautfaltendickemessung

Bestimmung des Unterhautfettgewebes

Messung von 4 Hautfalten

- **Trizeps-Hautfalte**
- Bizeps-Hautfalte
- Subscapuläre Hautfalte
- Suprailiacale Hautfalte

mit den Regressionsgleichungen von..

DEUTSCHE GESELLSCHAFT
FÜR KINDER- UND JUGENDMEDIZIN e.V.

Trizepshautfaltendicke bei Erwachsenen

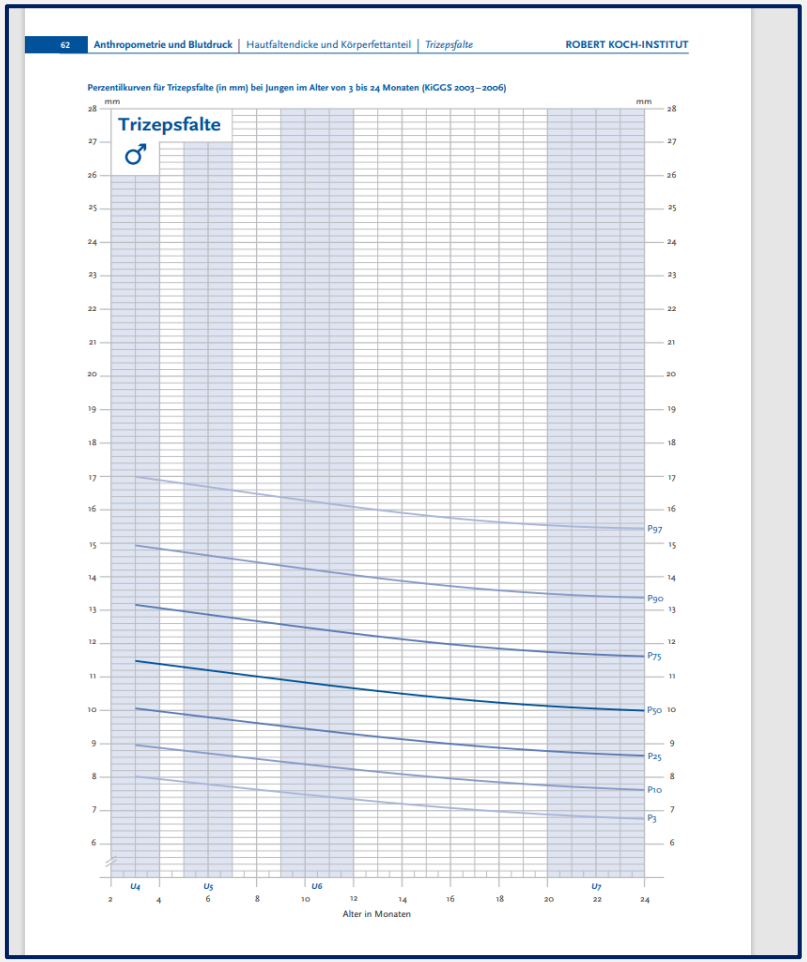
Tab. 32.6 Geschlechts- und altersspezifische Grenzwerte für die Trizepshautfaltendicke (mm) entsprechend dem 5. und 10. Perzentil (NHANES 1999–2002).

Altersgruppe	Trizepshautfaltendicke (mm) Männer		Trizepshautfaltendicke (mm) Frauen	
	5. Perzentil	10. Perzentil	5. Perzentil	10. Perzentil
20–29	5,1	6,2	10,5	12,6
30–39	5,4	6,4	10,3	12,6
40–49	6,1	7,1	12,1	14,1
50–59	6,7	7,7	13,0	15,7
60–69	7,6	8,4	14,6	16,0
70–79	6,9	8,3	11,0	13,2
≥80	6,7	7,9	8,7	10,8

Biesalski et al.

DEUTSCHE GESELLSCHAFT
FÜR KINDER- UND JUGENDMEDIZIN e.V.

Trizepshautfaltendicke bei Kindern



Jungen im Alter von
2-24 Monaten (x-Achse)
0-28 mm (Y-Achse)

DEUTSCHE GESELLSCHAFT
FÜR KINDER- UND JUGENDMEDIZIN e.V.

Trizepshautfaltendicke bei Kindern

DEUTSCHE GESELLSCHAFT FÜR KINDER- UND JUGENDMEDIZIN e.V.

DGKJ-Ernährungskurs

64 Anthropometrie und Blutdruck | Hautfaltendicke und Körperfettanteil | *Trizepsfalte* ROBERT KOCH-INSTITUT

Perzentilkurven für Trizepsfalte (in mm) bei Jungen im Alter von 1 bis 7 Jahren (KiGGS 2003–2006)

Jungen im Alter von
1- 7 Jahren (X-Achse)
0-27 mm (Y-Achse)

DEUTSCHE GESELLSCHAFT
FÜR KINDER- UND JUGENDMEDIZIN e.V.

Trizepshautfaltendicke bei Kindern

Perzentile für Trizepsfalte (in mm) bei Jungen im Alter von 4 Monaten bis 18 Jahren (KiGGS 2003 – 2006)

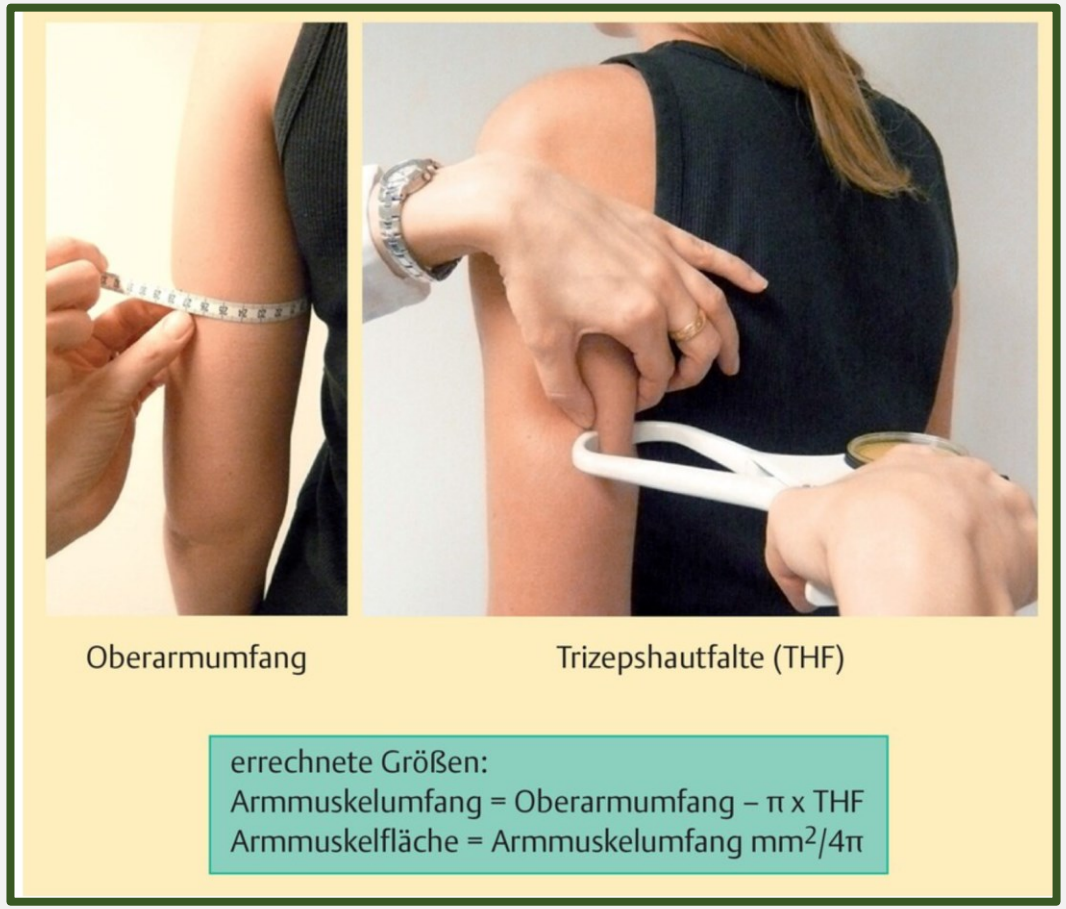
Alter *	P3	P10	P25	P50 (Median)	P75	P90	P97	L	S
4,0 Monate	7,93	8,87	9,96	11,38	13,05	14,83	16,89	-0,2374	0,2003
5,0 Monate	7,85	8,79	9,87	11,29	12,96	14,73	16,78	-0,2382	0,2013
6,0 Monate	7,78	8,70	9,79	11,19	12,86	14,63	16,68	-0,2390	0,2024
7,0 Monate	7,70	8,62	9,70	11,10	12,76	14,53	16,58	-0,2398	0,2034
8,0 Monate	7,62	8,54	9,61	11,01	12,67	14,43	16,48	-0,2406	0,2044
9,0 Monate	7,55	8,46	9,53	10,92	12,57	14,33	16,38	-0,2414	0,2054
10,0 Monate	7,47	8,38	9,44	10,83	12,48	14,23	16,28	-0,2422	0,2064
11,0 Monate	7,40	8,30	9,36	10,74	12,38	14,14	16,18	-0,2431	0,2074
12,0 Monate	7,33	8,23	9,28	10,66	12,29	14,04	16,09	-0,2439	0,2084
15,0 Monate	7,13	8,02	9,06	10,42	12,05	13,79	15,83	-0,2463	0,2113
18,0 Monate	6,97	7,84	8,87	10,22	11,85	13,59	15,63	-0,2487	0,2141
21,0 Monate	6,84	7,71	8,73	10,08	11,70	13,45	15,50	-0,2511	0,2169
2,0 Jahre	6,74	7,61	8,64	9,99	11,61	13,37	15,44	-0,2535	0,2194
2,5 Jahre	6,64	7,51	8,54	9,91	11,56	13,35	15,47	-0,2584	0,2239
3,0 Jahre	6,61	7,48	8,53	9,91	11,60	13,43	15,61	-0,2632	0,2276
3,5 Jahre	6,57	7,46	8,51	9,92	11,64	13,52	15,76	-0,2680	0,2315
4,0 Jahre	6,48	7,37	8,44	9,86	11,61	13,53	15,84	-0,2729	0,2364
4,5 Jahre	6,33	7,23	8,30	9,74	11,52	13,50	15,89	-0,2777	0,2432
5,0 Jahre	6,18	7,08	8,17	9,64	11,48	13,53	16,04	-0,2825	0,2521
5,5 Jahre	6,05	6,97	8,08	9,61	11,54	13,71	16,40	-0,2873	0,2634
6,0 Jahre	5,94	6,88	8,04	9,65	11,69	14,04	16,98	-0,2922	0,2772
6,5 Jahre	5,83	6,80	8,02	9,72	11,92	14,48	17,76	-0,2970	0,2935
7,0 Jahre	5,74	6,75	8,03	9,84	12,23	15,06	18,76	-0,3018	0,3116
7,5 Jahre	5,68	6,74	8,08	10,03	12,63	15,77	19,97	-0,3067	0,3301
8,0 Jahre	5,66	6,77	8,19	10,27	13,11	16,60	21,36	-0,3115	0,3481
8,5 Jahre	5,71	6,87	8,38	10,62	13,71	17,60	23,00	-0,3163	0,3646
9,0 Jahre	5,81	7,03	8,64	11,04	14,43	18,74	24,85	-0,3212	0,3796
9,5 Jahre	5,94	7,23	8,94	11,52	15,20	19,97	26,83	-0,3260	0,3929
10,0 Jahre	6,11	7,46	9,27	12,03	16,02	21,25	28,90	-0,3308	0,4045
10,5 Jahre	6,27	7,69	9,60	12,53	16,80	22,48	30,91	-0,3357	0,4141
11,0 Jahre	6,42	7,89	9,87	12,95	17,47	23,53	32,64	-0,3405	0,4217
11,5 Jahre	6,50	8,00	10,04	13,22	17,91	24,27	33,91	-0,3453	0,4275
12,0 Jahre	6,50	8,01	10,07	13,29	18,07	24,59	34,57	-0,3502	0,4319
12,5 Jahre	6,41	7,90	9,94	13,15	17,93	24,49	34,60	-0,3550	0,4354
13,0 Jahre	6,23	7,69	9,69	12,83	17,53	24,01	34,08	-0,3598	0,4381
13,5 Jahre	6,01	7,42	9,34	12,38	16,95	23,28	33,17	-0,3647	0,4400
14,0 Jahre	5,77	7,12	8,97	11,90	16,31	22,44	32,06	-0,3695	0,4413
14,5 Jahre	5,55	6,85	8,63	11,45	15,70	21,63	30,96	-0,3743	0,4417
15,0 Jahre	5,39	6,64	8,36	11,08	15,20	20,94	30,02	-0,3791	0,4411
15,5 Jahre	5,30	6,53	8,21	10,87	14,89	20,50	29,38	-0,3840	0,4396
16,0 Jahre	5,28	6,49	8,15	10,78	14,75	20,29	29,05	-0,3888	0,4373
16,5 Jahre	5,31	6,51	8,17	10,78	14,72	20,22	28,91	-0,3936	0,4347
17,0 Jahre	5,36	6,57	8,22	10,83	14,76	20,24	28,90	-0,3985	0,4320
17,5 Jahre	5,44	6,66	8,32	10,95	14,89	20,39	29,06	-0,4033	0,4292
18,0 Jahre	5,55	6,79	8,47	11,11	15,09	20,62	29,35	-0,4079	0,4264

* exaktes Alter in Jahren (der Wert für z. B. 5 Jahre gilt approximativ für Kinder von 4,75 bis unter 5,25 Jahren)

Perzentilen Jungen
4 Monate –
18 Jahren

Die Normwerttabellen und Perzentilen gibt es auch für Mädchen

Kombination aus Trizepshautfaltendicke und Oberarmumfängen



Aus den Messwerten von Trizepshautfalte und Oberarmumfang lassen sich

- Armfettfläche,
- Armmuskelumfang und
- -fläche berechnen

DEUTSCHE GESELLSCHAFT
FÜR KINDER- UND JUGENDMEDIZIN e.V.

Bestimmung von Unterhautfettgewebe

Vorteile:

- einfach
- Schnell
- Preiswert

Nachteile:

- Inhomogene Verteilung des Fettgewebes
- Präzision und Reliabilität gering
- Individuelle Unterschiede (Alter, Rasse, Hydrierungsgrad…)
- Regressionsgleichungen v.a. bei Kindern bedingt geeignet
- Referenzwerte nicht aktuell
- Keine Differenzierung in ECM und BCM möglich

(Folie modifiziert n. Werkstätter)

DEUTSCHE GESELLSCHAFT
FÜR KINDER- UND JUGENDMEDIZIN e.V.

Anthropometrie
Bauchumfang und Taille-Hüftumfang

- die Messung von Bauchumfang und Taille-Hüftumfang gehört zu den am besten etablierten anthropometrischen Methoden, da dadurch eine Beurteilung der abdominalen Adipositas möglich ist
- als prognostisch ungünstige Werte gelten ein Bauchumfang von >94 cm bei Männern und >80 cm bei Frauen
- ein stark erhöhtes Risiko für das Auftreten kardiovaskulärer Erkrankungen besteht bei Umfängen von mehr >102 cm bei Männern und >88 cm bei Frauen
- der Taillen-Hüftquotient, der die regionale Fettverteilung beschreibt, sollte bei Männern unter 1 und bei Frauen unter 0,8 liegen

DEUTSCHE GESELLSCHAFT
FÜR KINDER- UND JUGENDMEDIZIN e.V.

Methoden zur Erfassung des Ernährungsstatus bei Erwachsenen und Kindern

Direkte und indirekte Methoden zur Bestimmung der Körperzusammensetzung:

Direkte Methoden

- Anthropometrie
- Bioelektrische Impedanzanalyse (BIA)
- Densitometrie, Air Displacement Plethysmographie (ADP)
- Gesamtkörperkalium
- Dilutionsmethoden,
- DEXA, CT, MRT, NMR

DEUTSCHE GESELLSCHAFT
FÜR KINDER- UND JUGENDMEDIZIN e.V.

Bioelektrische Impedanzanalyse (BIA)

(Quelle: Biesalski et al)

- die Körperzusammensetzung wird mittels Nutzung des Widerstands des Körpers gegen einen schwachen elektrischen Wechselstrom bestimmt
- die BIA wurde ca. Ende der 1980er Jahre in die klinische Ernährungsmedizin eingeführt.
- sie findet außerhalb klinischer Einsatzmöglichkeiten z.T. auch unkritische Verwendung (Haushaltswaagen, Fitnessgeräte etc.) und hat daher an „Anerkennung“ verloren
- einen Stellenwert hat die BIA jedoch weiterhin für klinisch-wissenschaftliche Fragestellungen z.B. im Bereich der Ernährungs- oder Sportmedizin

Bioelektrische Impedanzanalyse (BIA)
Physikalische Grundlagen

- der menschliche Körper besteht biophysikalisch betrachtet aus einem inhomogenen Netzwerk von Widerständen und Kondensatoren
- vereinfacht:
  - die extra- und intrazelluläre Flüssigkeit dienen als Widerstände
  - die Zellmembranen wirken als Kondensatoren
- die Impedanz Z ist der Ohmsche Gesamtwiderstand in einem elektrischen Wechselstromfeld mit konstanter Stromstärke, das beim Menschen üblicherweise über je 2 Hautelektroden an <u>Hand</u> und <u>Fuß</u> erzeugt wird (tetrapolare Anordnung)

Bioelektrische Impedanzanalyse (BIA)
Physikalische Grundlagen

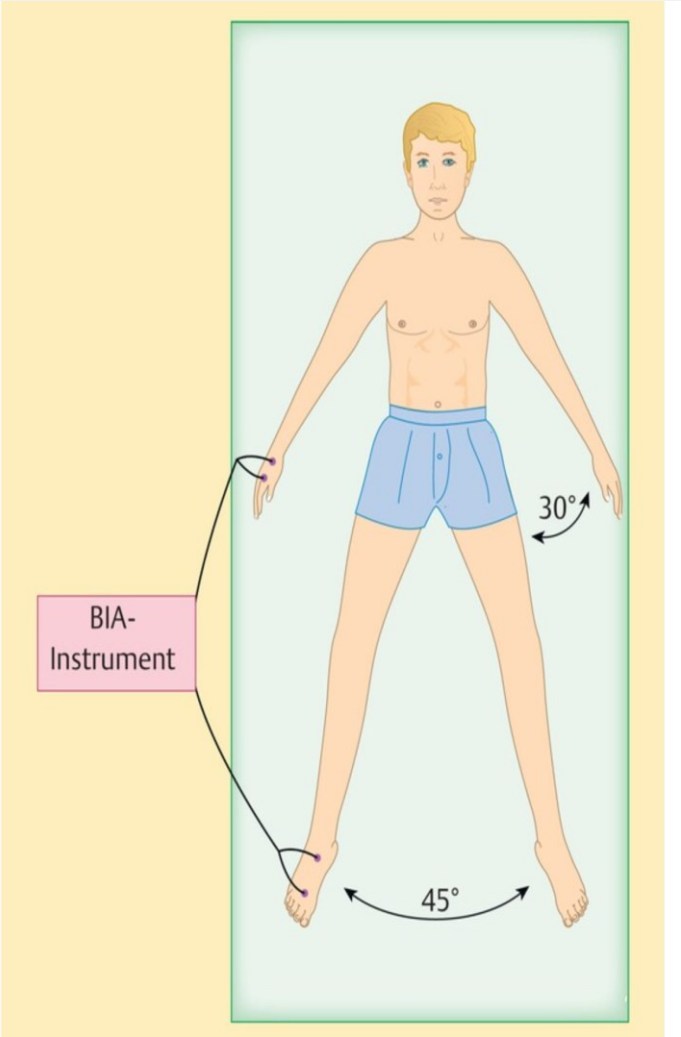
- die meisten Anwendungen erfolgten bei einer Wechselstromfrequenz von 50kHz und 800µA.
- für die Qualität der Messung ist eine Standardisierung der Messbedingungen erforderlich; berücksichtigt werden z.B.:
  - Körperlage
  - Liegezeit vor Messung
  - Raumtemperatur
  - Zeitabstand zur letzten Nahrungsaufnahme und sportlichen Betätigung
  - Elektrodenbeschaffenheit

Bioelektrische Impedanzanalyse (BIA)
Durchführung

BIA-Messgerät, BIA-Elektroden, Waage, Liege, Software

<u>Messung:</u>

- Elektroden werden auf rechtem Hand- bzw. Fußrücken angebracht (tetrapolar)
- die Messung erfolgt im Liegen bei
- leicht gespreizten Beinen
- die Arme berühren nicht den Körper
- die Patient:in soll sich ruhig verhalten



Bioelektrische Impedanzanalyse (BIA)
Methode: Phasensensitive BIA

- R = Resistanz (Rz) „Wasserwiderstand“ :

  Die Resistanz ist der reine Widerstand eines Leiters gegenüber Wechselstrom und umgekehrt proportional zum Ganzkörperwasser.

- Xc = Reactanz „Zellwiderstand“:

  Die Reaktanz ist der Teilwiderstand, der aus dem kapazitiven Effekt von Zellmembranen resultiert, die mit ihrem elektrischen Potenzial wie Minikondensatoren wirken.

Bioelektrische Impedanzanalyse (BIA)
Methode: Phasensensitive BIA

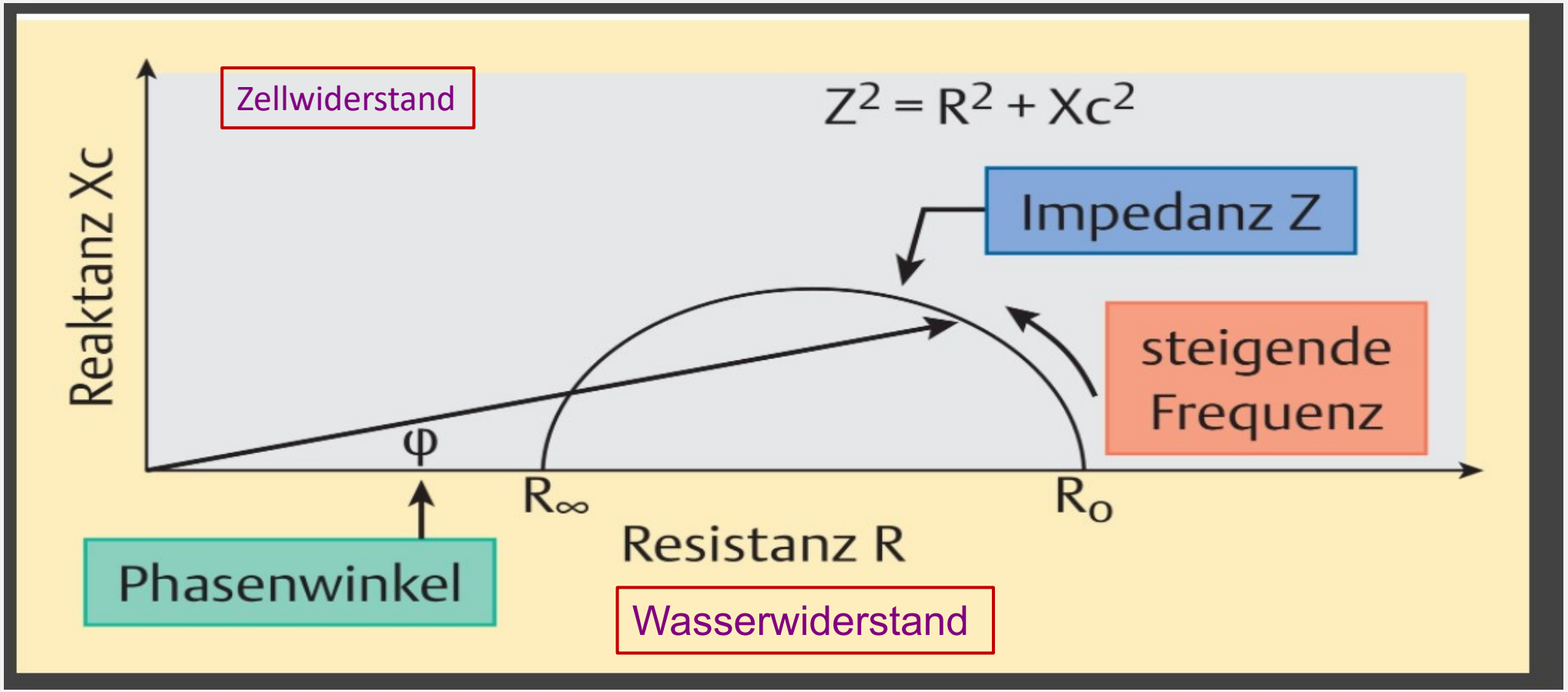
- schwacher Wechselstrom wird durch den Körper geleitet
- Impedanz Z — Gesamtwiderstand eines biologischen Leiters gegen Wechselstrom
- Impedanz Z — setzt sich bei der phasensensitiven BIA aus zwei Widerständen zusammen:
- R(z) = Resistanz — „Wasserwiderstand“
- Xc = Reactanz — „Zellwiderstand“
- Dieses Verfahren erlaubt die Unterscheidung der Magermasse in BCM (body cell mass) und ECM (extracellular mass)

Bioelektrische Impedanzanalyse (BIA)
Methode: Phasensensitive BIA

- moderne BIA-Geräte erlauben durch eine phasensensitive Elektronik die Unterscheidung der Teilwiderstände R (Resistanz) und Xc (Reaktanz)
- dabei bewirken Kondensatoren im Wechselstromkreis eine Zeitverschiebung zwischen Strommaximum und Spannungsmaximum
- da es sich um Summenvektoren handelt, lässt sich die Phasenverschiebung als Winkel (Phasenwinkel φ) berechnen.

Bioelektrische Impedanzanalyse (BIA)
Methode: Phasensensitive BIA

Verhältnis zwischen Resistanz, Reaktanz und Phasenwinkel
in vektorieller Darstellung



Bioelektrische Impedanzanalyse (BIA)
Methode: Phasensensitive BIA

- der Strom wird nur durch das ionenhaltige Körperwasser geleitet wird,
- daher lässt sich aus der gemessenen Resistanz R

  das Volumen V des Körperwassers nach folgender Formel berechnen:

$$V = p \times L2/R$$

- wobei p der spezifische Widerstand des Leiters und L die Länge des Leiters ist.
- aus dem Körperwasser lässt sich dann unter Annahme eines konstanten Hydratationsgrades oder über spezifische Algorithmen die fettfreie Masse (FFM) errechnen.
- aus der Differenz der FFM zum Körpergewicht errechnet sich die Fettmasse (die selbst durch die BIA nicht erfasst wird, da Fett ein elektrischer Isolator ist).

Bioelektrische Impedanzanalyse (BIA)
Methode: Phasensensitive BIA

- Die Reaktanz und der Phasenwinkel werden zur Bestimmung der Körperzellmasse (BCM) herangezogen.
- aus der Differenz der BCM (body cellular mass)zur FFM (fat free fass) lässt sich die extrazelluläre Masse (ECM) errechnen
- das Verhältnis von ECM zu BCM gilt als wichtiges Maß für Hydratationsstörungen und als früher Marker einer katabolen Stoffwechsellage.

Bioelektrische Impedanzanalyse (BIA)
Methode: Phasensensitive BIA

- Da ein Wechselstrom niedriger Frequenz (etwa 1kHz) die Körperzellen nicht penetrieren kann, ist die Resistanz bei niedrigen Frequenzen proportional zum extrazellulären Wasser.

- Bei höheren Frequenzen (50kHz oder höher) ist die Resistanz proportional zum intra- und extrazellulären Wasser.

- Mit der Multifrequenz-Impedanzanalyse Muktifrequenz-BIA (MF-BIA) lassen sich daher das intra- und extrazelluläre Flüssigkeitskompartiment differenzieren.

- Zur Optimierung der Methode vor allem bezüglich der Erfassung des extrazellulären Flüssigkeitskompartimentes wurden neben der Monofrequenz-Messung bei 50kHz auch die sogenannte Multifrequenz-BIA (MF-BIA)
- und die BIA-Spektroskopie (BIS) mit Messungen bei multiplen Frequenzen entwickelt

- ob der dafür notwendige technische Mehraufwand tatsächlich eine höhere klinische Aussagekraft bedingt, ist derzeitig nicht abschließend zu beurteilen.

Bioelektrische Impedanzanalyse (BIA)
Ableitung der Körperzellkompartimente

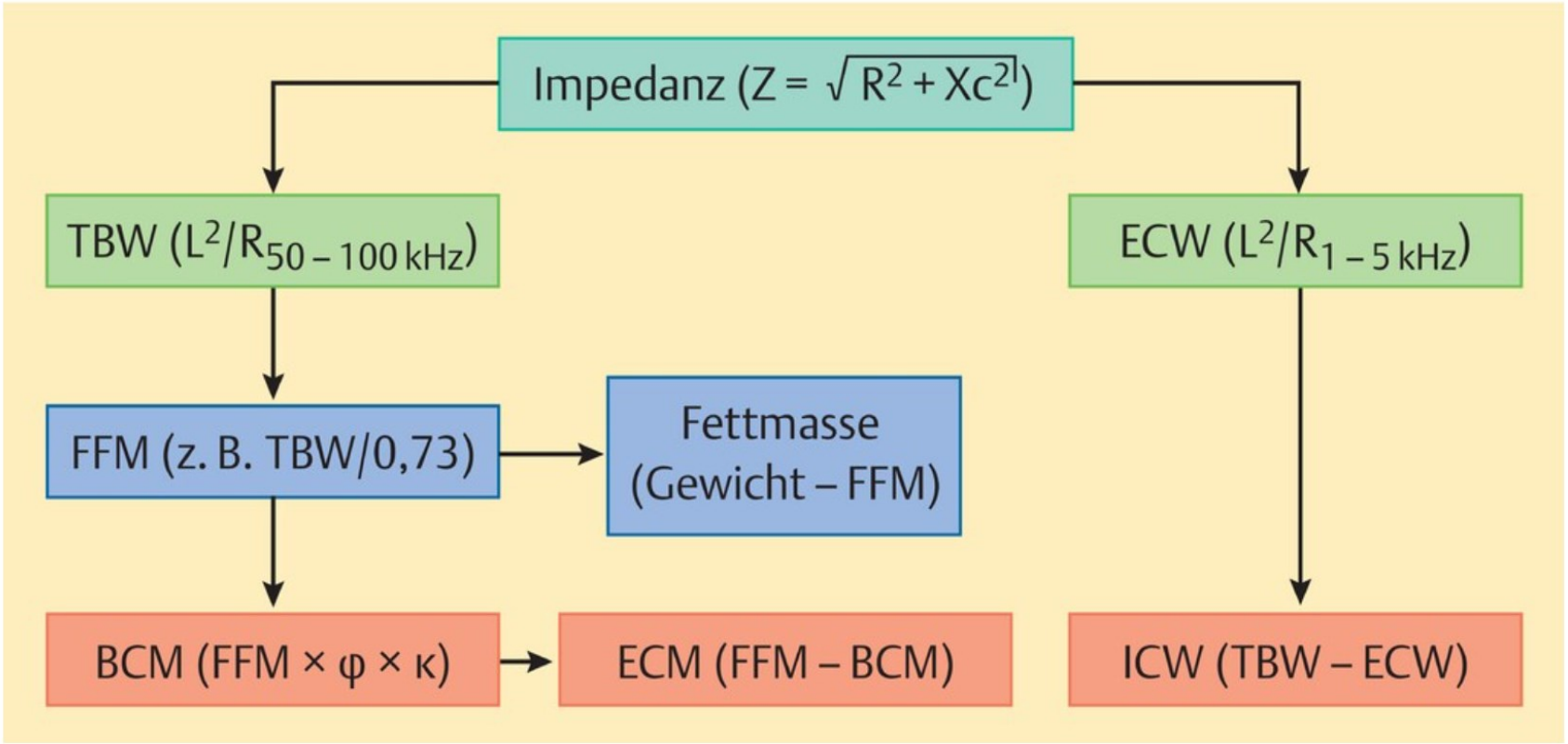


Abb. 32.7 Ableitung von Körperkompartimenten aus Impedanzmessungen.

BCM: Körperzellmasse, ECM: extrazelluläre Masse, ECW: extrazelluläres Wasser, FFM: fettfreie Masse, ICW: intrazelluläres Wasser, L: Länge des Leiters, R: Resistanz, TBW: Gesamtkörperwasser, Xc: Reaktanz.

Aus Biesalski et al.

DEUTSCHE GESELLSCHAFT
FÜR KINDER- UND JUGENDMEDIZIN e.V.

Bioelektrische Impedanzanalyse (BIA)
Interpretation der Daten-Dilemma

- zur Berechnung der verschiedenen Kompartimente wurden zahlreiche Formeln an jeweils unterschiedlichen Populationen unter Verwendung unterschiedlichster Referenzmethoden entwickelt

- die Übertragbarkeit solcher Algorithmen auf andere Populationen oder z.B. bestimmte Patientengruppen ist aufgrund von verschiedenen Einflussfaktoren häufig nur eingeschränkt möglich.

- BIA-Formeln, die an schlanken gesunden Probanden entwickelt wurden, führten z.B. zu einer Unterschätzung der Fettmasse und Überschätzung der fettfreien Masse von Adipösen.

Bioelektrische Impedanzanalyse (BIA)
Interpretation der Daten

- die BIA ist zwar eine technisch einfache Methode mit sehr guter Reproduzierbarkeit darstellt, jedoch ist die Interpretation der Messergebnisse nicht immer einfach
- wichtig ist dabei die Verwendung geeigneter Referenzwerte, die jedoch spezifisch für einzelne Messgeräte sein müssten aber häufig nicht verfügbar sind
- Deutsche Referenzwerte für den Phasenwinkel wurden an einer großen Population von der Arbeitsgruppe um M. J. Müller aus Kiel entwickelt (lt. Biesalski)
- die Anwendung dieser Referenzwerte an einer großen Kohorte von Tumorpatienten zeigte, dass ein Phasenwinkel < als das 5. Perzentil nicht nur mit einem schlechteren funktionellen Status korreliert, sondern auch ein unabhängiger Prädiktor der Letalität ist.
- Auch bei HIV-Infektion, Niereninsuffizienz, COPD oder Leberzirrhose ist der Phasenwinkel ein guter Prädiktor für den klinischen Verlauf

Bioelektrische Impedanzanalyse (BIA)

Referenzwerte für den Phasenwinkel, stratifiziert nach Alter, Geschlecht und BMI

	Frauen		Männer	
	10. Perzentil	5. Perzentil	10. Perzentil	5. Perzentil
BMI 18,5–25				
18–19 Jahre	5,20	4,97	5,93	5,47
20–29 Jahre	5,19	5,01	6,02	5,79
30–39 Jahre	5,26	5,07	5,79	5,53
40–49 Jahre	5,18	4,98	5,64	5,41
50–59 Jahre	4,94	4,74	5,48	5,23
60–69 Jahre	4,69	4,41	4,73	4,23
≥70 Jahre	4,13	3,85	3,95	3,82
BMI >25–30				
18–19 Jahre	5,31	5,04	6,25	5,79
20–29 Jahre	5,32	5,12	6,14	5,80
30–39 Jahre	5,40	5,19	6,07	5,85
40–49 Jahre	5,32	5,11	5,84	5,60
50–59 Jahre	5,07	4,87	5,54	5,27
60–69 Jahre	4,79	4,58	5,14	4,92
≥70 Jahre	4,41	4,17	4,45	4,20
BMI >30–35				
18–19 Jahre	5,35	5,16	5,87	5,67
20–29 Jahre	5,40	5,19	6,15	5,87
30–39 Jahre	5,49	5,28	6,09	5,82
40–49 Jahre	5,37	5,15	5,90	5,67
50–59 Jahre	5,11	4,88	5,59	5,32
60–69 Jahre	4,77	4,55	5,13	4,85
≥70 Jahre	4,44	4,22	4,52	4,27

Bosy-Westphal A, Danielzik S, Dörhöfer RP et al. Phase angle from bioelectrical impedance analysis: population reference values by age, sex, and body mass index. JPEN J Parenter Enteral Nutr 2006; 30: 309–316

DEUTSCHE GESELLSCHAFT
FÜR KINDER- UND JUGENDMEDIZIN e.V.

Bioelektrische Impedanzanalyse (BIA)
Wertigkeit bei Kindern

European Journal of Clinical Nutrition

www.nature.com/ejcn

MINI REVIEW

Check for updates

Using bioelectrical impedance analysis in children and adolescents: Pressing issues

Camila E. Orsso[1]✉, Maria Cristina Gonzalez[2,3], Michael Johannes Maisch[4], Andrea M. Haqq[5] and Carla M. Prado[1]

© The Author(s), under exclusive licence to Springer Nature Limited 2021

Single- and multifrequency bioelectrical impedance analysis (BIA) has gained popularity as a tool to assess body composition and health status of children and adolescents, but many questions and misconceptions remain. This review addresses pressing issues researchers and health care providers may encounter when using BIA in the young population. The importance of choosing population-specific and device-specific equations to estimate body composition as well as the use of BIA in longitudinal analyses are discussed. When specific equations are not available, raw bioimpedance values (i.e., resistance, reactance, and impedance) can be used to compute bioimpedance parameters, such as phase angle, impedance ratio, and bioelectrical impedance vector analysis. As interpreting these parameters is challenging, suggestions are provided on the use of reference data, cut-off points, and adjustment factors. Furthermore, unsolved technical and analytical issues are listed. Based on existing issues and potential for future development, a greater interaction between industry and academic researchers to improve the validity of BIA measurements among children and adolescents across their developmental stages is encouraged.

European Journal of Clinical Nutrition; https://doi.org/10.1038/s41430-021-01018-w

Bioelektrische Impedanzanalyse (BIA)
Wertigkeit bei Kindern

European Journal of Clinical Nutrition

www.nature.com/ejcn

MINI REVIEW

Check for updates

Using bioelectrical impedance analysis in children and adolescents: Pressing issues

Camila E. Orsso[1]✉, Maria Cristina Gonzalez[2,3], Michael Johannes Maisch[4], Andrea M. Haqq[5] and Carla M. Prado[1]

© The Au

[1]Human Nutrition Research Unit, Department of Agricultural, Food and Nutritional Science, University of Alberta, 4-002 Li Ka Shing Centre for Health Innovation, Edmonton, AB T6G 2E1, Canada. [2]Postgraduate Program in Health and Behavior, Catholic University of Pelotas, R. Gonçalves Chaves 377, Pelotas, RS 96010280, Brazil. [3]Pennington Biomedical Research Center, LSU System, 6400 Perkins Road, Baton Rouge, LA 70808, USA. [4]Seca gmbh & co. kg., Hammer Steindamm 3-25, 22089 Hamburg, Germany. [5]Department of Pediatrics & Department of Agricultural, Food and Nutritional Science, University of Alberta, 1C4 Walter C. Mackenzie Health Sciences Center, Edmonton, AB T6G 2B7, Canada.
✉email: orsso@ualberta.ca

Single
healt
resea
popu
are di
be us
As in
adjus
future
amor

tion and
ng issues
sing
analyses
nce) can
analysis.
nd
ial for
rements

European Journal of Clinical Nutrition, https://doi.org/10.1038/s41430-021-01018-w

Bioelektrische Impedanzanalyse (BIA)
Wertigkeit bei Kindern

	Helpful to improve the utility of BIA in pediatrics	Harmful to improve the utility of BIA in pediatrics
Internal origin attributes of the BIA method	**STRENGTHS** • Low cost • Portable • Ease of use • Non-invasive • No radiation exposure	**WEAKNESS** • Doubly indirect method • Assumptions may be violated by rapid changes in hydration and body shape • Equations must be population-specific and device-specific • Manufacturers may not provide details on how equations have been constructed (e.g., population, reference standard) • Devices may not generate raw BIA outputs • Inability to compare bioimpedance data across devices, especially between those that used different reference methods • Lack of protocol standardization
External origin attributes of environment	**OPPORTUNITIES** • Solve technical issues • Investigate the validity of longitudinal BIA measurements and the specific BIVA • Examine the predictive ability of phase angle measured at different frequencies • Compute reference data for BIA estimates that are device-specific and population-specific • Establish a standard protocol • Improve reporting of procedures • Develop partnerships between industry and academic researchers	**THREATS** • Conflict of interests • Costs • Standard reference methods are not free of error • Interindividual variability between testing subjects

Fig. 3 A SWOT analysis for the use of bioelectrical impedance analysis (BIA) in children and adolescents. Strengths, weaknesses, opportunities, and threats are described to guide researchers and industry in their decision-making processes with the ultimate goal of improving the utility of BIA in pediatrics. BIA Bioelectrical impedance analysis, BIVA Bioelectrical impedance vector analysis.

Bioelektrische Impedanzanalyse (BIA)
Wertigkeit bei Kindern

European Journal of Clinical Nutrition www.nature.com/ejcn

MINI REVIEW

Check for updates

Using bioelectrical impedance analysis in children and adolescents: Pressing issues

CONCLUSION

In view of our discussion, we extend the call for additional research made by experts in the field of pediatric body composition assessment … and encourage greater interaction between industry and academic researchers to solve the abovementioned issues (Fig. 3).
The ultimate goal is to enhance accuracy and promote BIA measurements in children and adolescents beyond research settings

future development, a greater interaction between industry and academic researchers to improve the validity of BIA measurements among children and adolescents across their developmental stages is encouraged.

European Journal of Clinical Nutrition; https://doi.org/10.1038/s41430-021-01018-w

Vorteile und Grenzen verschiedener Methoden zur Bestimmung der Körperzusammensetzung bei Erwachsenen und Kindern

DEUTSCHE GESELLSCHAFT FÜR KINDER- UND JUGENDMEDIZIN e.V.

DGKJ-Ernährungskurs

Table 1. Advantage and limitations of different body composition methods in adults and children

Method	*Body compartment measured*	*Assumptions*	*Advantages*	*Causes of error*	*Limitations*
Multi-C	Oxygen, carbon, hydrogen, nitrogen, calcium, phosphorus, potassium, sodium, chloride by neutron activation analysis	Steady-state proportions between known and unknown components (oxygen, carbon, calcium, phosphorus and so on)	Considered gold standard, reduces errors	Multiple methods perpetuate errors	Radiation exposure with neutron activation analysis; limited equipment availability worldwide; technical requirements; high cost; research purposes only
4-C	Total body volume from ADP or HD, TBW from dilution method, BMC from DXA	Constant tissue hydration and body density	Reliance on constants for proportions and densities is eliminated	Biological variability in density and FFM hydration with growth; multiple methods perpetuate errors	Limited availability of equipment, not feasible for clinical routine; high cost
MRI	Organ, muscle, visceral and subcutaneous volume and density	Assumptions about tissue hydration	Distinguish tissue type with « chemical shift » imaging techniques	Patient positioning; movement; slice selection and image interpretation	Equipment mostly used for medical diagnosis; mostly for research use; cost; accessibility to researchers and clinicians
CT	Organ, muscle, visceral and subcutaneous volume and density	Assumptions about tissue hydration	Distinguishes tissue type (lipid content in muscle)	Patient positioning; slice selection and image interpretation	Equipment mostly used for medical diagnosis; exposure to radiation; accessibility to researchers and clinicians; lack of providing relevant information to clinicians (e.g., percentiles or diagnosis of sarcopenia); current development for routine use
DXA	Bone mineral density, FFM, FM	Hydration 73.2% of FFM; fat content of analyzed (non-bone-containing) area is comparable to unanalyzed (bone-containing) area	Whole-body and regional estimates of FFM, FM and bone; wide availability of equipment; ease of use; little cooperation from subject	Differences between instruments of different manufacturers; for children need correction factor by Pintauro *et al*[a]	Exposure to small amount of radiation; lack of agreement between software versions and manufacturers; underestimates FM in leaner subjects and overestimates in heavier subjects
Dilution (TBW)	Total body water	Constant hydration	Acceptable for all ages, easy to administer isotopes	Precision, isotope equilibration within the body, corrections for exchange of label with nonaqueous hydrogen or oxygen, and estimation of the hydration of FFM.	Impractical for large-scale studies and very small children or routine use; high cost
TBK	Total body potassium	Constant TBK/FFM	Noninvasive, high accuracy to determine body cell mass	TBK not constant during growth	Limited availability of equipment
HD	Body density	Constant density	Noninvasive	Biological variability in density and FFM hydration with growth	Measurement difficult in young children due to need to submerge head while exhaling; unable to use in sick children
ADP	Body volume by air displacement, body density	Constant density	Ease of use: noninvasive; does not require water displacement; does not expose to radiation	Biological variability in density and FFM hydration with growth; temperature, pressure and relative humidity; clothing can affect the measurement	Child needs to stay still; instrument less readily available because of cost of instrument; reduced accuracy if used in disease states

Abbreviations: ADP, air displacement plethysmography; BMC, bone mineral content; CT, computer tomography; DXA, dual-energy X-ray absorptiometry; FM, fat mass; FFM, fat-free mass; HD, hydrodensitometry or underwater weighing; MRI, magnetic resonance imaging; multi-C, multi-compartment; TBK, total body potassium; TBW, total body water; 4-C, 4-compartment model. [a]Pintauro *et al.*[97]: FM = (0.78 × DXA lean)+ (0.16 × body weight)+0.34 kg.

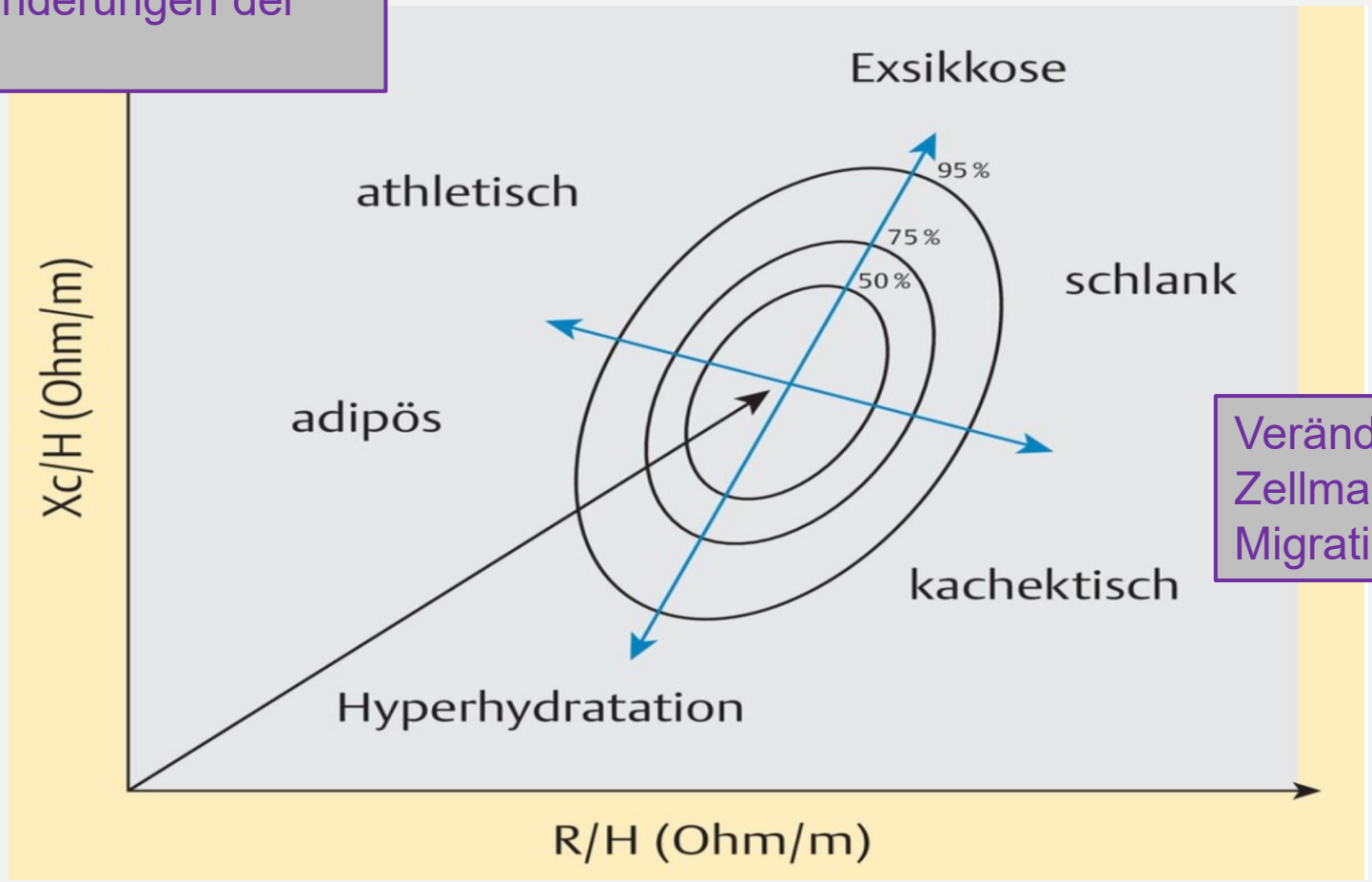
DEUTSCHE GESELLSCHAFT
FÜR KINDER- UND JUGENDMEDIZIN e.V.

Bioelektrische Impedanzvektoranalyse (BIVA)

- Weiterentwicklung der BIA
- bivariate vektorielle Darstellung der auf die Körpergröße normierten Werte Resistanz und Reaktanz.
- Die grafische Auswertung nach dem Vorbild des Elektrokardiogramms wurde von Piccoli eingeführt und ist als BIVA (bioelektrische Impedanz-Vektoranalyse) bekannt geworden
- Veränderungen im Hydratationsstatus zeigen sich als Veränderungen der Vektorlänge, während Veränderungen der Zellmasse eine Migration des Vektors bewirken

Bioelektrische Impedanzvektoranalyse (BIVA)
Interpretation der Daten

Veränderungen im Hydratationsstatus zeigen sich als Veränderungen der Vektorlänge



Veränderungen der Zellmasse bewirken eine Migration des Vektors

Bioelektrische Impedanzvektoranalyse (BIVA)

- auf den ersten Blick erscheint diese Verwendung der Messwerte abstrakt und weniger eingängig als die Angabe der fettfreien Masse oder BCM in kg, sie ist aber gerade für klinische Situationen attraktiv, in denen sowohl Veränderungen des Hydratationsstatus als auch des Ernährungszustands kombiniert auftreten.

- für die BIVA existieren alters-, geschlechts- und BMI-stratifizierte Normbereiche aus der Arbeitsgruppe von M. J. Müller, wobei es sich jedoch um Verteilungsellipsen eines Perzentilenbereichs handelt, die sich nicht in Tabellen darstellen lassen.

DEUTSCHE GESELLSCHAFT
FÜR KINDER- UND JUGENDMEDIZIN e.V.

Bioelektrische Impedanzanalyse (BIA)
Messanordnung im Stehen

- validierte BIA-Messanordnung im Stehen
- neben der Messung im Liegen wurden auch mehrere Geräte für die BIA-Messung im Stehen entwickelt und validiert.
- dabei eignen sich jedoch nur die Geräte für eine klinische bzw. wissenschaftliche Diagnostik, die über eine 8-Punkt-Messmethode verfügen, also über 8 im Gerät eingebaute Elektroden messen.
- zum einen wird dadurch gewährleistet, dass der gesamte Körper erfasst wird und nicht nur die untere Körperhälfte, zum anderen wird damit auch eine standardisierte Messdurchführung ermöglicht.

Bioelektrische Impedanzanalyse (BIA)
Messanordnung im Stehen

- die Geräte verfügen auch über eine geeichte Körperwaage, sodass gleichzeitig das Körpergewicht erfasst wird
- zu den Vorteilen der Messung im Stehen zählt unter anderem die Zeitersparnis, da die Liegezeit wegfällt, die für die Messung im Liegen notwendig ist, um eine gleichmäßige Verteilung des Körperwassers zu erreichen.
- allerdings ist die Messung im Stehen nicht für bettlägerige oder sehr gebrechliche Patienten geeignet.
- es gilt zu außerdem zu beachten, dass die Formeln, die zur Berechnung der Körperkompartimente für die Messung im Stehen entwickelt und validiert worden sind, nicht auf die Messung im Liegen übertragen werden können.

Bioelektrische Impedanzanalyse (BIA)
Messanordnung im Stehen- **Kinder?**

European Journal of Clinical Nutrition www.nature.com/ejcn

MINI REVIEW

Using bioelectrical impedance analysis in children and adolescents: Pressing issues

Camila E. Orsso[1], Maria Cristina Gonzalez[2,3], Michael Johannes Maisch[4], Andrea M. Haqq[5] and Carla M. Prado[1]

© The Author(s), under exclusive licence to Springer Nature Limited 2021

Single- and multifrequency bioelectrical impedance analysis (BIA) has gained popularity as a tool to assess body composition and health status of children and adolescents, but many questions and misconceptions remain. This review addresses pressing issues researchers and health care providers may encounter when using BIA in the young population. The importance of choosing population-specific and device-specific equations to estimate body composition as well as the use of BIA in longitudinal analyses are discussed. When specific equations are not available, raw bioimpedance values (i.e., resistance, reactance, and impedance) can be used to compute bioimpedance parameters, such as phase angle, impedance ratio, and bioelectrical impedance vector analysis. As interpreting these parameters is challenging, suggestions are provided on the use of reference data, cut-off points, and adjustment factors. Furthermore, unsolved technical and analytical issues are listed. Based on existing issues and potential for future development, a greater interaction between industry and academic researchers to improve the validity of BIA measurements among children and adolescents across their developmental stages is encouraged.

European Journal of Clinical Nutrition; https://doi.org/10.1038/s41430-021-01018-w

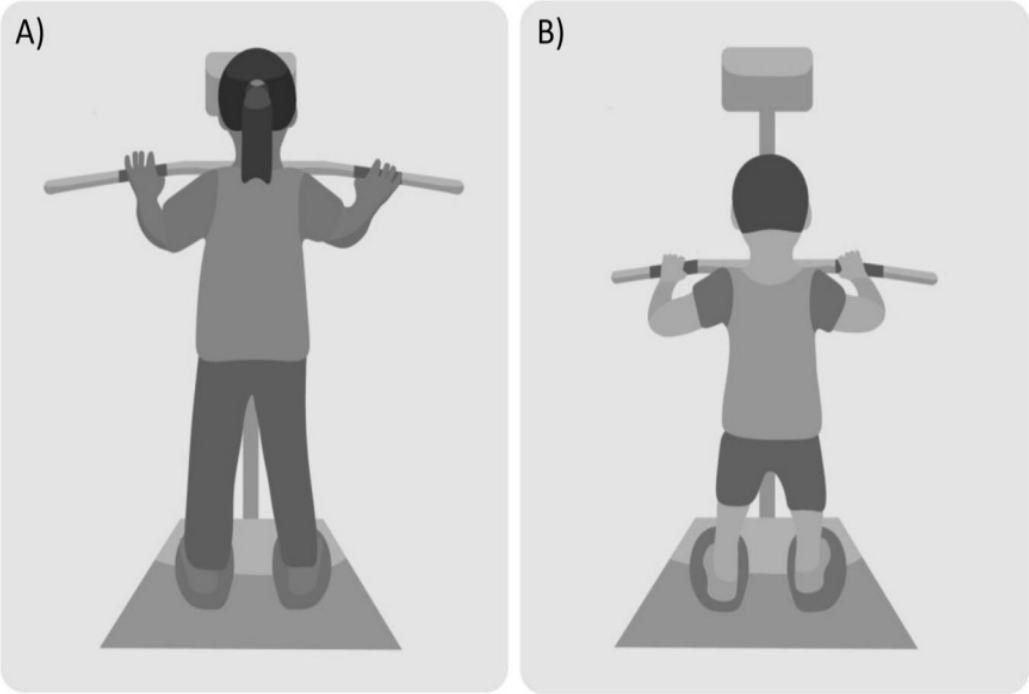


Fig. 2 Assessment of bioimpedance parameters using standing devices is challenging in children across their developmental stages. A As depicted above, younger children would be unable to place their hands in the proper location to complete a bioimpedance test. **B** Modifications to the device's structure would be necessary to accommodate children of varied age and body shapes.

Indirekte Messmethoden
Zusammenfassung

- Körpergewicht: Quantität
- Körperzusammensetzung: Qualität

- je nach Methode Zwei-, Drei- oder Mehrkompartiment-Messung

- wichtiges Kriterium: Körperzellmasse (BCM)

- je nach Fragestellung: Fett und/oder Körperwasserbestimmung

Die Aktuell beste Methode in der Praxis:

- Phasensensitive Bioelektrische Impedanzanalyse (BIA):

- Verlaufsmessungen bieten Überwachungsmöglichkeit

DEUTSCHE GESELLSCHAFT
FÜR KINDER- UND JUGENDMEDIZIN e.V.

Indirekte Messmethoden
Key Message

DGKJ-Ernährungskurs

Die Messung der Körperzusammensetzung

liefert zusätzliche Informationen und ist wichtig

für die Bewertung des Ernährungszustandes

Methoden zur Erfassung des Ernährungsstatus bei Erwachsenen und Kindern

Direkte und indirekte Methoden zur Bestimmung der Körperzusammensetzung:

Indirekte Methoden

- Anthropometrie
- Bioelektrische Impedanzanalyse (BIA)

} kostengünstig und im klinischen Alltag praktikabel

Methoden zu Forschungszwecken

- Densitometrie, Air Displacement Plethysmographie (ADP)
- Gesamtkörperkalium
- Dilutionsmethoden,
- DEXA, CT, MRT, NMR

DEUTSCHE GESELLSCHAFT
FÜR KINDER- UND JUGENDMEDIZIN e.V.

Methoden zur Erfassung des Ernährungsstatus bei Erwachsenen und Kindern

Direkte und indirekte Methoden zur Bestimmung der Körperzusammensetzung:

Indirekte Methoden

- Anthropometrie
- Bioelektrische Impedanzanalyse (BIA)

} kostengünstig und im klinischen Alltag praktikabel

Methoden zu Forschungszwecken

- Densitometrie, Air Displacement Plethysmographie (ADP)
- Gesamtkörperkalium
- Dilutionsmethoden,
- DEXA, CT, MRT, NMR

DEUTSCHE GESELLSCHAFT
FÜR KINDER- UND JUGENDMEDIZIN e.V.

Densitometrie
Air Displacement Plethysmography- ADP

- die Bestimmung der Körperdichte (Körpergewicht/Körpervolumen) ist durch Unterwasserwägung unter Berücksichtigung der Wassertemperatur, des im Gastrointestinaltrakt eingeschlossenen Luftvolumens und des Residualvolumens der Lunge möglich (Hydrodensitometrie)
- die Dichte von reinem Fett beträgt 0,9g/cm3 und die Dichte der fettfreien Masse beträgt 1,1g/cm3
- daher lässt sich mit dieser Methode eine Unterteilung des Körpers in Fett und fettfreie Masse und damit eine Betrachtung in einem 2-Kompartiment-Modell erzielen.

DEUTSCHE GESELLSCHAFT
FÜR KINDER- UND JUGENDMEDIZIN e.V.

Modelle zu Kompartimenten

„Goldstandard“: 4Kompartiment-Modell: erlaubt die differenzierte Betrachtung der Bestandteile Wasser, Protein, Mineralien und Fett

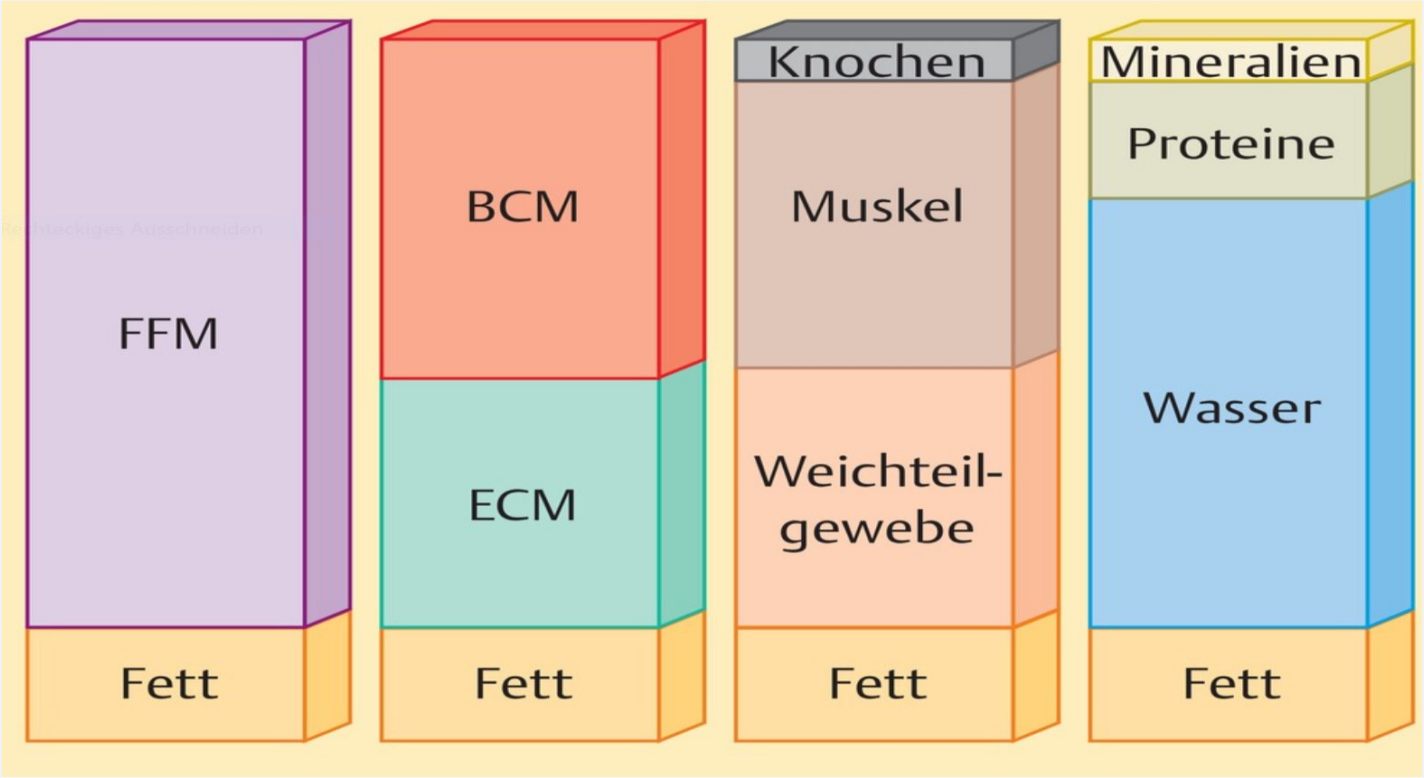
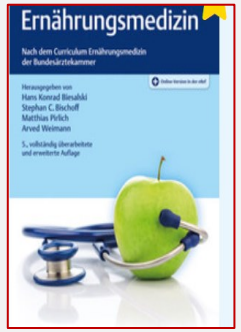


Abb. 32.3 Modelle der Körperzusammensetzung.

BCM: Body Cell Mass (Körperzellmasse), ECM: Extracellular Mass (extrazelluläre Masse), FFM: Fat Free Mass (fettfreie Masse).

BCM Body cell mass
ECM Ectracellular mass
FFM Fat free mass



DEUTSCHE GESELLSCHAFT
FÜR KINDER- UND JUGENDMEDIZIN e.V.

Densitometrie
Air Displacement Plethysmography- ADP

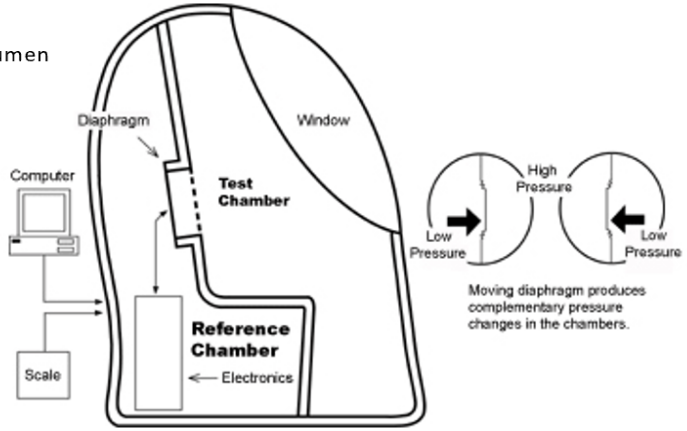
- die Hydrodensitometrie ist nicht nur technisch aufwendig, sondern auch für Patienten mit gravierenden Erkrankungen ungeeignet
- Eine alternative Methode zur Bestimmung der Körperdichte basiert auf der Bestimmung des Körpervolumens mittels Luftverdrängungsplethysmografie:
- Air Displacement Plethysmography- ADP
- Diese Methode ist auch am Kranken anwendbar, jedoch nur in wenigen Zentren verfügbar

DEUTSCHE GESELLSCHAFT
FÜR KINDER- UND JUGENDMEDIZIN e.V.

Densitometrie
Air Displacement Plethysmography- ADP

- Prinzip der Luftverdrängung
- Zwei-Kammer-System:
  Mess- und Referenzkammer, verbunden durch flexible Membran
- $V_{\text{Messkammer leer}} - V_{\text{Messkammer + Patient}} = V_{\text{Patient}}$

  $V_{\text{Patient}} - V_{\text{Lungen/Gastrointestinalvolumen}} = V_{\text{Nettovolumen}}$
- $\rho = \frac{M}{V}$
- Annahmen:
  - $\rho_{\text{Magermasse}} = 1{,}1\ \text{kg/l}$
  - $\rho_{\text{Fettmasse}} = 0{,}9\ \text{kg/l}$



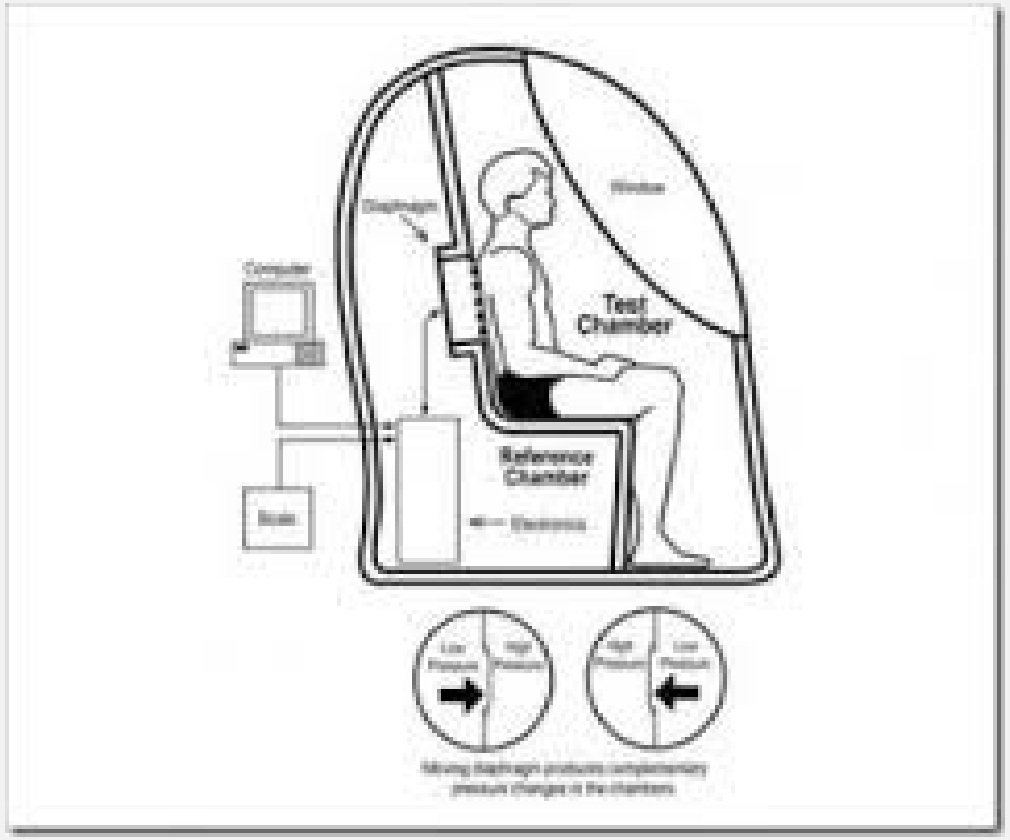
→ Berechnung der Anteile von Fettmasse & fettfreier Masse

DEUTSCHE GESELLSCHAFT
FÜR KINDER- UND JUGENDMEDIZIN e.V.

Densitometrie
Air Displacement Plethysmography- ADP
Bod Pot und Pea Pot

Bod Pod

Pea Pod



DEUTSCHE GESELLSCHAFT
FÜR KINDER- UND JUGENDMEDIZIN e.V.

Densitometrie
Air Displacement Plethysmography- ADP

Vorteile:

-schnell

-einfach

-unbedenklich

- sehr gute Reproduzierbarkeit

-auch Säuglinge messbar (1-8 kg)

Nachteile:

-hohe Kosten

-Annahme konstanter Hydrierung der fettfreien Masse

-Luftdruck und Außentemperatur müssen stabil sein

- keine Differenzierung in BCM und ECM möglich

Methoden zur Erfassung des Ernährungsstatus bei Erwachsenen und Kindern

Direkte und indirekte Methoden zur Bestimmung der Körperzusammensetzung:

Indirekte Methoden

- Anthropometrie
- Bioelektrische Impedanzanalyse (BIA)

} kostengünstig und im klinischen Alltag praktikabel

Methoden zu Forschungszwecken

- Densitometrie, Air Displacement Plethysmographie (ADP)
- Gesamtkörperkalium
- Dilutionsmethoden,
- DEXA, CT, MRT, NMR

DEUTSCHE GESELLSCHAFT
FÜR KINDER- UND JUGENDMEDIZIN e.V.

Bestimmung des Gesamtkörperkalium

- 98% des Kalium im menschlichen Körper befindet sich intrazellulär
- das natürliche radioaktive Isotop K40 ist dabei mit einem konstanten Anteil von 0,012% vertreten
- durch die Messung dieses Isotops in einer speziellen abgeschirmten Ganzkörper-Zählkammer kann man auf das Gesamtkörperkalium rückschließen und die Körperzellmasse mit hoher Genauigkeit berechnen.

DEUTSCHE GESELLSCHAFT
FÜR KINDER- UND JUGENDMEDIZIN e.V.

Methoden zur Erfassung des Ernährungsstatus bei Erwachsenen und Kindern

Direkte und indirekte Methoden zur Bestimmung der Körperzusammensetzung:

Indirekte Methoden

- Anthropometrie
- Bioelektrische Impedanzanalyse (BIA)

} kostengünstig und im klinischen Alltag praktikabel

Methoden zu Forschungszwecken

- Densitometrie, Air Displacement Plethysmographie (ADP)
- Gesamtkörperkalium
- Dilutionsmethoden
- DEXA, CT, MRT, NMR

DEUTSCHE GESELLSCHAFT
FÜR KINDER- UND JUGENDMEDIZIN e.V.

Dilutionsmethoden

- zur Bestimmung des Ganzkörperwassers (TBW) eignet sich die Isotopendilution, wobei z.B. Deuterium als nicht radioaktiver Tracer eingesetzt wird
- es kann oral oder parenteral zugeführt werden und verteilt sich wie normales Wasser im Körper
- zwei Stunden nach Ingestion kann die Konzentration dann im Blut und Urin gemessen werden

DEUTSCHE GESELLSCHAFT
FÜR KINDER- UND JUGENDMEDIZIN e.V.

Dilutionsmethoden

- das extrazelluläre Wasser (ECW) kann durch Bromid oder Sulfat bestimmt werden
- aus der Differenz TBW – ECW lässt sich das intrazelluläre Wasser errechnen, das wiederum ein Maß für die Körperzellmasse ist.
- unter der Annahme einer konstanten Hydratation lässt sich aus dem TBW auch die fettfreie Masse errechnen.
- die Anwendung zur Bestimmung der FFM ist jedoch dadurch limitiert, dass der vielfach angenommene Wassergehalt der FFM von 73% bei vielen Erkrankungen sowie bei Kindern/Heranwachsenden und im hohen Lebensalter nicht zutreffend ist.

Methoden zur Erfassung des Ernährungsstatus bei Erwachsenen und Kindern

Direkte und indirekte Methoden zur Bestimmung der Körperzusammensetzung:

Indirekte Methoden

- Anthropometrie
- Bioelektrische Impedanzanalyse (BIA)

} kostengünstig und im klinischen Alltag praktikabel

Methoden zu Forschungszwecken

- Densitometrie, Air Displacement Plethysmographie (ADP)
- Gesamtkörperkalium
- Dilutionsmethoden,
- DEXA, CT, MRT, NMR

DEUTSCHE GESELLSCHAFT
FÜR KINDER- UND JUGENDMEDIZIN e.V.

Dual Energy X-Ray Absorptiometry
DEXA-Messung

- Die DEXA-Messung verwendet ein Röntgengerät mit sehr niedriger Strahlendosis
- sie basiert auf der Absorptionsmessung von 2 Photonenstrahlen unterschiedlicher Energiestufen, die jeweils durch die Körperzusammensetzung beeinflusst wird
- mit der DEXA-Methode lassen sich die Knochenmasse, die Fettmasse und die fettfreie Masse bestimmen.
- Obwohl die DEXA oft als Referenzmethode bezeichnet wird ist zu berücksichtigen:

  - die Prozessierung der Messdaten
  - die Messanordnungen verschiedener Geräte variieren erheblich
  - zum Teil nicht publizierten Algorithmen der Hersteller
  - auch die Varianz, die aus der unterschiedlichen Körpergeometrie resultiert stellt ein Problem

Somit ist die Wertigkeit der DEXA als GOLDSTANDARD in Frage zu stellen!

DEUTSCHE GESELLSCHAFT
FÜR KINDER- UND JUGENDMEDIZIN e.V.

DEXA-Messung

Erfolgreich kann die DEXA jedoch eingesetzt werden:

- zur Diagnostik der Osteoporose
- zur Bestimmung der Fettmasse/FFM
- zur Bestimmung der appendikulären Magermasse* bei der Sarkopeniediagnose
- Als Therapieverlaufskontrolle

(*Die Lean Body Mass ist die Magermasse des Körpers, d.h. das Körpergewicht minus Speicherfett. Die fettfreie Körpermasse (FFM) korreliert hoch mit der gegenüber der Fettmasse (FM) wasserreicheren "Muskelmasse„)

Methoden zur Erfassung des Ernährungsstatus bei Erwachsenen und Kindern

Direkte und indirekte Methoden zur Bestimmung der Körperzusammensetzung:

Indirekte Methoden

- Anthropometrie
- Bioelektrische Impedanzanalyse (BIA)

} kostengünstig und im klinischen Alltag praktikabel

Methoden zu Forschungszwecken

- Densitometrie, Air Displacement Plethysmographie (ADP)
- Gesamtkörperkalium
- Dilutionsmethoden,
- DEXA, CT, MRT, NMR

DEUTSCHE GESELLSCHAFT
FÜR KINDER- UND JUGENDMEDIZIN e.V.

CT und MRT

- bildgebende Verfahren wie die MRT oder auch die Computertomografie sind in der Ernährungsmedizin sind sie vor allem für Fragen der regionalen Körperzusammensetzung interessant
- mit beiden Methoden ist z.B. die Erfassung des intraabdominalen Fettgewebes möglich
- hohe Untersuchungskosten und Strahlenbelastung andererseits limitieren jedoch den Einsatz im klinischen Alltag.

DEUTSCHE GESELLSCHAFT
FÜR KINDER- UND JUGENDMEDIZIN e.V.

CT und MRT

Skelettmuskelindex

- eine neue Entwicklung ist die Zweitverwendung von diagnostischen CT- oder MRT-Untersuchungen zur Kalkulation des Skelettmuskelindex:
- = (Muskelfläche2/Körpergröße2) auf Höhe von LWK 3 mit einer speziellen Software, die von den National Institutes of Health kostenlos zur Verfügung gestellt wird
- und für deren Anwendung kürzlich eine detaillierte Anleitung publiziert wurde
- Der Skelettmuskelindex wird als „Pars pro toto“-Methode zur Diagnostik einer Sarkopenie verwendet.
- Werte <52,4cm2/m2 für Männer und <38,5cm2/m2 für Frauen zeigten in mehreren Studien eine hohe prognostische Aussagekraft für einen ungünstigen klinischen Verlauf.

Methoden zur Erfassung des Ernährungsstatus bei Erwachsenen und Kindern

Direkte und indirekte Methoden

zur Bestimmung der Körperzusammensetzung:

Direkte Methoden

- In-vivo-Neutronen-Aktivierungs-Analyse (IVNAA)
- Post-mortem-Analysen

Indirekte Methoden haben ein Fehlerpotenzial

DEUTSCHE GESELLSCHAFT
FÜR KINDER- UND JUGENDMEDIZIN e.V.

In vitro-Neutronen-Aktivierungsanalyse (IVNAA)

- die In-vivo-Neutronenaktivierung ist eine der aufwendigsten und teuersten Methoden zur Bestimmung der Körperzusammensetzung
- sie basiert auf einem auf den Körper gerichteten Neutronenstrahl, der die Emission von Gammastrahlen eines charakteristischen Spektrums induziert
- es lassen sich damit einzelne Elemente, z.B. Stickstoff, Kalzium, Natrium oder Kohlenstoff, quantifizieren
- der Betrieb und die Abschirmung der Neutronenquelle erfordern besondere bauliche und personelle Voraussetzungen
- daher ist die In-vivo-Neutronenaktivierung – obgleich wissenschaftlich hochinteressant – weltweit nur an wenigen Zentren verfügbar

DEUTSCHE GESELLSCHAFT
FÜR KINDER- UND JUGENDMEDIZIN e.V.

Wertigkeit der einzelnen Methoden zur Bestimmung der Körperzusammensetzung

Tab. 32.4 Methoden zur Bestimmung der Körperzusammensetzung [4].

Methode	Zielgrößen	Präzision*	Aufwand (apparativ oder zeitlich)	Kosten
Anthropometrie	Fettmasse, Fettverteilung, Muskelmasse	niedrig	niedrig	sehr niedrig
bioelektrische Impedanzanalyse (BIA), BIA-Spektroskopie (BIS)	TBW (FFM und FM), BCM, Phasenwinkel	hoch	niedrig	niedrig
Kreatininhöhenindex	Muskelmasse	niedrig	mittel	niedrig
Densitometrie (ADP, Hydrodensitometrie)	Fettmasse (→ FFM)	hoch	hoch	hoch
DEXA	Fettmasse, Knochenmineralgehalt, Weichteilmagermasse, Knochendichte	hoch (bei ausgeprägter Adipositas niedriger)	hoch	hoch
Dilutionsmethoden	TBW (→ FFM und FM) bei Deuterium oder Tritium, ECW (→ ICW) bei Natriumbromid	hoch	hoch	mittel
^{40}Kalium-Zählung	BCM (→ FFM und FM)	hoch	hoch	sehr hoch
Neutronenaktivierung	Kalzium, Natrium, Chlor, Phosphor, Stickstoff, Wasserstoff, Sauerstoff, Kohlenstoff	hoch	hoch	sehr hoch
Magnetresonanztomografie	Muskelmasse, Fettgewebe, Fettgewebeverteilung (z.B. viszerales Fettgewebe)	hoch	hoch	sehr hoch**
Computertomografie	Muskelmasse, Fettgewebe, Fettgewebeverteilung	hoch	hoch	hoch*

ADP: Air Displacement Plethysmography, BCM: Body Cell Mass (Körperzellmasse), DEXA: Dual Energy X-Ray Absorptiometry, ECW: Extracellular Water (extrazelluläres Wasser), FFM: fettfreie Masse, FM: Fettmasse, ICW: Intracellular Water (intrazelluläres Wasser) TBW: Total Body Water (Ganzkörperwasser)
* Präzision: Variationskoeffizient (Vk) <3% = hoch, Vk >5% = niedrig
** Wenn ein diagnostisches CT (oder MRT) des Abdomens mit spezieller Software bezüglich des Skelettmuskelindex auf Höhe von LWK 3 ausgewertet wird, sind Kosten und Aufwand niedrig.

DEUTSCHE GESELLSCHAFT
FÜR KINDER- UND JUGENDMEDIZIN e.V.

Handkraftmessung

- Messung der Handkraft als Parameter der Muskelfunktion

- bei kataboler Stoffwechsellage kommt es zu einem Abbau endogener Proteine, der die Skelettmuskulatur am stärksten betrifft. Darüber hinaus ist die Neusynthese von Proteinen eingeschränkt. Dies führt nicht nur zu einer veränderten Muskelmorphologie, sondern auch zu einer messbaren Verringerung der Muskelfunktion.

- bei Patienten mit klinischer Mangelernährung wurden eine erhöhte Muskelermüdbarkeit und eine Verringerung der Kontraktionskraft unter hochfrequenter Elektrostimulation beobachtet

Handkraftmessung

- diese Veränderungen der Muskelfunktion verlaufen allerdings nicht streng parallel zur messbaren Verringerung der Muskelmasse, sondern treten charakteristischerweise zu einem viel früheren Zeitpunkt auf

- nach adäquater Nahrungsaufnahme scheint sich die Muskelfunktion auch früher als anthropometrische Parameter zu normalisieren. Dies lässt darauf schließen, dass die kurzfristige Veränderung der Muskelfunktion von mehr Parametern abhängt als von der reinen Muskelmasse.

DEUTSCHE GESELLSCHAFT
FÜR KINDER- UND JUGENDMEDIZIN e.V.

Handkraftmessung

- die Beeinträchtigung der Muskelfunktion hat weitreichende Folgen:

  Der funktionelle Status wird insgesamt verringert, was eine verzögerte Mobilisation und Rekonvaleszenz sowie bei älteren Patienten eine erhöhte Fallneigung bedingt.

- eine verringerte Handkraft gilt als Prädiktor für postoperative Komplikationen und ist mit längeren Krankenhausaufenthalten sowie einer erhöhten Letalität assoziiert.

DEUTSCHE GESELLSCHAFT
FÜR KINDER- UND JUGENDMEDIZIN e.V.

Handkraftmessung

- Die Muskelfunktion ist zwar maßgeblich von Parametern wie Alter, Geschlecht und Trainingszustand abhängig, korreliert jedoch in hohem Maße mit der Muskel- und Körperzellmasse

- die Untersuchung der Muskelfunktion hat daher in den letzten Jahrzehnten als dynamischer Indikator des Ernährungszustands zunehmend Aufmerksamkeit gewonnen.

DEUTSCHE GESELLSCHAFT
FÜR KINDER- UND JUGENDMEDIZIN e.V.

Handkraftmessung

- die Handkraft lässt sich sowohl dynamometrisch (willkürliche Kraft) als auch elektrostimulatorisch (unwillkürliche Kraft) messen

- die elektrostimulatorische Messung ist präziser, weil keine Mitarbeit des Patienten erforderlich ist, jedoch ist sie aufwendiger, invasiver und nicht völlig schmerzfrei. Dadurch kommt sie für den Einsatz im klinischen Bereich kaum in Betracht

- die Messung der willkürlichen Faustschlusskraft eignet sich hingegen als Bedside-Methode, da sie einfach, rasch und kostengünstig ist und für den Patienten keine Belastung darstellt.

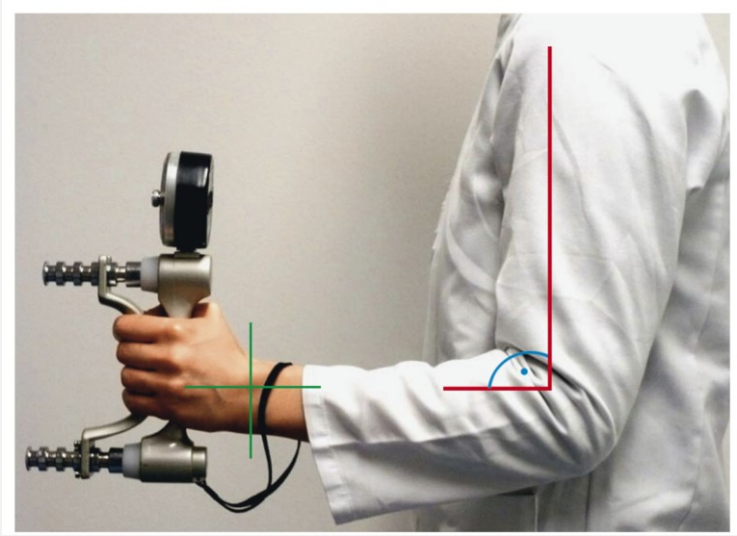
DEUTSCHE GESELLSCHAFT
FÜR KINDER- UND JUGENDMEDIZIN e.V.

Handkraftmessung

- allerdings ist die Messung von der Kooperation des Patienten abhängig. Um möglichst genaue Ergebnisse zu erzielen, muss somit auf eine standardisierte Messung Wert gelegt werden
- die Proband:in befindet sich für die Messung in sitzender Position, hat den Oberarm an der Körperseite angelegt und den Ellenbogen im 90°-Winkel gebeugt
- Der Vorderarm befindet sich bezüglich Pronation/Supination in Neutralstellung, das Handgelenk in 0–30° Extension
- bei gebrechlichen oder schwächeren Proband:innen kann der Unterarm zur Stabilisierung auf einen Tisch gelegt werden.

Handkraftmessung

- die Proband:in wird dann aufgefordert, dreimal einen möglichst kräftigen Faustschluss durchzuführen, wobei der höchste der 3 erzielten Werte notiert wird
- die Messung der Handkraftstärke ist praktikabel und mit einem Zeitaufwand von ca. 2–3 Minuten schnell durchführbar



DEUTSCHE GESELLSCHAFT
FÜR KINDER- UND JUGENDMEDIZIN e.V.

Handkraftmessung: Validität und Reproduzierbarkeit

- Bei einer korrekten Durchführung ist die Messung valide und reproduzierbar mit einer sehr hohen Intratester-Reliabilität (Zuverlässigkeit) (r = 0,996–0,999) und einer hohen Intertester-Reliabilität (r = 0,822–0,915) sowie einer Validität von 0,90–0,97
- Ausschlaggebend für die Messgenauigkeit sind insbesondere die Haltung des Gerätes bzw. die Durchführung der Messung. Bereits eine Armbeugung von 125° oder etwa die Durchführung der Messung im Liegen oder Stehen führt zu großen Abweichungen der Messwerte

DEUTSCHE GESELLSCHAFT
FÜR KINDER- UND JUGENDMEDIZIN e.V.

Handkraftmessung: Validität und Reproduzierbarkeit

- bei der Durchführung der Handkraftmessung muss die Handdominanz beachtet werden, da z.B. bei Rechtshändern mit der dominanten Hand bis zu 10% höhere Werte erzielt werden

- Bei Linkshändern konnte ein solcher signifikanter Unterschied zwischen der dominanten und nicht dominanten Seite nicht ermittelt werden. Dies ist wahrscheinlich darauf zurückzuführen, dass Linkshänder im vor allem für Rechtshänder ausgelegten Alltag gezwungen sind, ihre nicht dominante Hand vermehrt zu benutzen.

DEUTSCHE GESELLSCHAFT
FÜR KINDER- UND JUGENDMEDIZIN e.V.

Handkraftmessung: Validität und Reproduzierbarkeit

- die Messung der Handkraft mit einem hydraulischen Dynamometer ermöglicht eine praktikable Erfassung der Muskelfunktion im klinischen und ambulanten Bereich

- von Nachteil ist jedoch, dass es in Europa derzeit keine gültigen Normwertperzentilen für die Handkraft gibt, sodass eine einmalige Messung noch wenig über den Zustand eines Patienten aussagt

- die größte zurzeit vorliegende Datenbank stammt aus Lateinamerika von Schlüssel et al., wobei aber die Übertragbarkeit auf Europa unsicher ist

DEUTSCHE GESELLSCHAFT
FÜR KINDER- UND JUGENDMEDIZIN e.V.

Methoden zur Erfassung des Ernährungsstatus bei Erwachsenen und Kindern

Was wollen wir heute besprechen?

- Warum soll der Ernährungszustand erfasst werden?
- Wie kann man den Ernährungszustand erfassen?
- Welchen Stellenwert haben unterschiedliche Ansätze zur Bestimmung des Ernährungszustandes?

Anleihen aus Lehrbuch Ernährungsmedizin und Vorträgen Prof. Hauer nutripäd und Dr. Werkstätter

Katholisches Klinikum Bochum

UK RUB UNIVERSITÄTSKLINIKUM DER RUHR-UNIVERSITÄT BOCHUM

DEUTSCHE GESELLSCHAFT FÜR KINDER- UND JUGENDMEDIZIN e.V.

Anjona Schmidt-Choudhury

a.schmidt-choudhury@klinikum-bochum.de

Gesellschaft für Pädiatrische Gastroenterologie und Ernährung e.V.

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Spitzenmedizin
mit Herz