

K.-P. Herm

Methoden der Körperfettbestimmung

Zusammenfassung

Körperdepotfettbestimmungen werden regelmäßig an Sportlern durchgeführt, um Körperfett und fettfreie Masse anteilmäßig zu beurteilen. Dadurch kann der Bezug zum Trainings-, Gesundheits- oder Ernährungszustand hergestellt werden. Es gibt drei Methodenbereiche zur Körperfettbestimmung: Die anthropometrische Methode (z.B.: Kalipermetrie), die Labormethode (z.B.: Densitometrie) und neuere Methoden (z.B.: Bioelektrische Impedanz Analyse - BIA). Hinsichtlich ihrer Vor- und Nachteile werden die verschiedenen Methoden verglichen und kritisch bewertet. Die Kalipermetrie ist eine ausreichend genaue Methode zur Körperfettbestimmung bei Sportlern.

Einleitung

Das Körperdepotfett ist nicht nur Ballastsubstanz, sondern auch eine wichtige aerobe Energiequelle. Bei niedrig intensiven und langdauernden Belastungen ist es am Stoffwechselprozess wesentlich beteiligt. In der Regel soll sein Anteil an der Körpermasse möglichst niedrig, jedoch je nach Sportart in einem optimalen Bereich gehalten werden. In verschiedenen Sportarten (z.B. Kugelstoßen, Gewichtheben, Sumoringen) kann sich ein prozentual höherer Körperdepotfettanteil bei einer hohen Muskel- und Gesamtkörpermasse sogar günstig auf die sportartspezifische Leistungsfähigkeit auswirken. Die Höhe der Fettwerte lässt Rückschlüsse auf den Ernährungszustand (Über-, Untergewicht, Adipositas), den Gesundheitszustand (Herz-Kreislauf- oder Stoffwechselerkrankungen) und die sportliche Leistungsfähigkeit (Kraft, Schnelligkeit, Ausdauer) zu. Mit der Bestimmung des Körperdepotfettes sind Rückschlüsse auf die aktive Körpersubstanz (Muskulatur und Knochenbau) möglich. Diese Teilkörpermassen gestatten eine bessere Bewertung des Körperbauzustandes als einfache Körperbauindizes wie z.B. der Körpermasseindex (Body Mass Index = BMI; früher KAUP - Index), der BROCA - Index oder auch der Index der Körperfülle (ROHRER - Index). Diese schätzen nur das Verhältnis von Körperhöhe und Körpermasse zueinander, bei differenzierter Dimensionalität der Körperhöhe ein. Sportler mit viel Muskelmasse können einen hohen BMI aufweisen, so dass fälschlicherweise ein zu hoher Fettanteil angenommen wird. Aus dem Bestreben, möglichst exakt das Körperdepotfett des Organismus zu bestimmen, wurden die heute existierenden verschiedenen Methoden entwickelt (Tab. 1).

Anthropometrische Methoden

Die Anteile des Körperdepotfettes werden auf der Grundlage einer metrischen Erfassung der Hautfaltdicke an verschiedenen Stellen des Körpers, bei einer Orientierung anhand von morphologischen Merkmalen, bestimmt. Die einfachste Methode ist die Kalipermetrie. Mit einem Kaliper (z.B. Slim Guide, Harpenden, Holtain oder Lange Hautfalten Kaliper) wird die doppelte Hautfalte durch Abheben der Haut mittels Zeigefinger und Daumen gemessen. Diese Methode ist kostengünstig und mit einem Messfehler von 3 % hinreichend genau. Durch vorgegebene Messvorschriften ist eine Untersuchung leicht und präzise zu handhaben. Die Hautfaltenmessung ist sowohl im Labor als auch bei Feldun-

tersuchungen (Training, Wettkampf) anwendbar. Durch die vorhandene standardisierte Messtechnik und -methodik kann der Untersucher einzelne oder mehrere Hautfaltenmessungen mittels Kaliper vornehmen. Auf Grund der Hautfaltensumme wird das gesamte Körperdepotfett erfasst bzw. anhand einzelner Messstellen die Verteilung des Unterhautfettgewebes verschiedener Bereiche des Körpers beurteilt. Vor den Messungen ist zu klären, nach welcher Methode, die durch Art und Anzahl der Hautfalten charakterisiert sein kann, gemessen werden soll. In der Sportpraxis werden standardisierte Messvorschriften (1, 2, 5, 6) mit den entsprechenden Vorgaben genutzt.

Im weiteren Sinne gehören zu den anthropometrischen Methoden auch teure und aufwändige Verfahren wie die Weichteilröntgenografie, die Computertomografie, die Magnetresonanztomografie sowie die Sonografie. Dabei wird das auf einem Bildschirm abgebildete Fettgewebe vermessen und die Stärke des Körperfettes an den gewünschten Stellen ermittelt. Die röntgenologischen Methoden haben eine hohe Messgenauigkeit, sind aber zum Teil strahlenbelastend und die Auswertung erfordert qualifiziertes Fachpersonal.

Die nicht strahlenbelastende Ultraschallmessung des Körperfettes ist gegenüber der Kalipermetrie zeitaufwändiger und erfordert eine Ultraschallbefähigung. Die Korrelation zwischen Hautfalten- und Ultraschallmessung wird mit $r = 0.8$ angegeben.

Klassische Labormethoden

Mit der Densitometrie wird durch Unterwasserwägung - deshalb auch Hydrodensitometrie genannt - die Körperdichte ermittelt. Diese ergibt sich aus der Formel:

$$\text{Körperdichte (g} \cdot \text{cm}^{-3}\text{)} = \text{Körpermasse (g)} / \text{Körpervolumen (cm}^3\text{)}$$

Über das Verhältnis von Körpermasse zu Körpervolumen werden Fett und fettfreie Masse bestimmt. Die Densitometrie ist auch die Referenzmethode für die Kalipermetrie. Eine densitometrische Untersuchung ist sehr zeitaufwändig. Beispielsweise ist vor der Unterwasserwägung eine Restluftbestimmung nötig, um möglichst exakte Dichtewerte zu erhalten. Dieses Verfahren wird nur für ausgewählte Untersuchungen in einem Labor mit Wasertank herangezogen.

Die Körperwasserbestimmung oder Hydrometrie, auch Gesamtkörperwasserschätzung (GKW) genannt, beruht auf dem Verdünnungsprinzip von Flüssigkeiten (Blut), wobei mit Hilfe von Deuterium, Tritium und Harnstoff entsprechende Analysen erfolgen. Grundlage ist die Annahme, dass Körperwasser einen konstanten Anteil von 73,2 % fettfreier Körpermasse ausmacht ($\text{GKW} = \text{fFM} \cdot 0,73$). Die Korrelation zwischen Körpermasse und Gesamtkörperwasser ist mit $r = 0,96$ bis $0,99$ sehr hoch. Diese Methode ist nur in entsprechend technisch gut ausgerüsteten Labors mit qualifiziertem Personal möglich. Die Messgenauigkeit ist sehr gut.

Ähnliches trifft auch für die Bestimmung des Körperkaliums zu. In der Kaliometrie wird das Gesamtkörperkalium über das Isotop ^{42}K bestimmt. Die Untersuchungen erfordern intravenöse Zugänge, analysieren den Kaliumbestand mittels Gammastrahlen und beurteilen das Verhältnis von körpereigenem Kalium und fettfreiem Gewicht. Die hohen Kosten sowie eine lange Untersuchungsdauer lassen diese Methode im Sport als nicht praxisrelevant erscheinen.

Neuere Methoden

Zu den neueren Methoden gehören Impedanzmessung und Infrarotmessung. Beide wurden zunächst für andere Bereiche, z.B. in der Landwirtschaft und für die Bestimmung des Feuchtigkeits- oder Eiweißanteils von Getreidesorten, entwickelt. Am verbreitetsten ist die Impedanzmessung, bei der die elektrische Leitfähigkeit des Organismus bestimmt wird. Das magere Muskelgewebe hat wegen des höheren Flüssigkeits- und Elektrolytgehaltes eine größere elektrische Leitfähigkeit als das Fettgewebe, so

Tabelle 1: Methodenvergleich zur Teilkörpermassenbestimmung

Methoden	Anschaffungskosten (€)	Genauigkeit (%)	Untersuchungsdauer (Min.)	Handhabung
Anthropometrische Methoden				
Kalipermetrie	18-500	3	1-3	bis 15 Hautfalten, einfach
Ultraschall	1.500-50.000	3-10	3-5	einfach
MRT, CT	> 500.000	<2	1-10	Spezialisten erforderlich, Strahlenbelastung
Klassische Laboratoriumsmethoden				
Densitometrie	25.000-30.000	2,5	20-30	schwer
Körperwasserbestimmung Deuterium-Oxid/Tritiummarkiertes Wasser	5.000	2,5	120-240	schwer, invasiv Strahlungsbelastung
Gesamtkörperkalium-Bestimmung	>300.000	5	60	teilweise invasiv
Neuere Methoden				
Bioelektrische Impedanz-Messung	78-5.000	2,7	1-5	Waage einfach, Hand zu Fuß Messung schwieriger
Infrarotstrahlungsmessungen	bis 2.000	2	1	einfach

regung (Schweißfüße oder -hände) beeinflusst die Messgenauigkeit. Unterschiedliche Temperaturen der Hautoberfläche an den Händen und Füßen, besonders bei trainings- oder wettkampfnahen Untersuchungen, führen während der Elektrodenmessungen offensichtlich nicht nur zu systematischen Fehlern. Hinzu kommt, dass durch ein verschiedenartiges Positionieren der Elektroden an den Händen und Füßen erhebliche Messdifferenzen auftreten können. Diese Beeinträchtigungen sollten bei sportmedizinischen Untersuchungen mit BIA-Geräten bedacht werden. Auch wäre eine Standardisierung der Impedanzmessung durch eine Beschränkung der Gerätevielfalt notwendig. Gänzlich unbekannt sind Normwerte.

Infrarotmessung

Die Messung der Infrarotstrahlung am Muskel wird als leicht handhabbare und genaue Methode beschrieben. Während des Messvorganges erfolgt eine Neutronen-Aktivierung mit der gleichzeitigen Analyse des extrazellulären Raumes (Körperwasser)

lass mittels eines geringen Stromflusses durch den Körper und des dabei gemessenen Widerstandes auf die im Organismus vorhandene Fett- und Magermasse geschlossen wird.

Impedanzmessung

Es gibt zwei Gerätetendenzen für die Impedanzmessungen, erstens den Body-Impedanz-Analyser (BIA), der über Elektroden einer „Hand zu Fuß“ Messung funktioniert und zweitens, die BIA-Waage zur Körpermassebestimmung mit integriertem Modul der Impedanzmessung auf der Basis einer „Fuß zu Fuß“ Stromflussmessung. Der Preis der Geräte ist je nach Ausführung sehr unterschiedlich. Inwieweit durch den Gerätepreis auch die Qualität der Messungen betroffen ist, kann nicht eingeschätzt werden. Kritisch müssen die fehlenden, im System benutzten Referenzverfahren sowie der unzureichend bekannte wissenschaftliche und methodische Hintergrund der Fettbestimmung mittels BIA hervorgehoben werden. Außerdem besteht durch die Vielzahl der auf dem Markt inzwischen angebotenen sogenannten Fettwaagen ein unüberschaubares Bild der Aussagekraft der Messungen. Die Messgenauigkeit soll bei 2,7 % liegen. Eine methodenkritische Auseinandersetzung der Body-Impedanz-Messung erscheint notwendig. Auf Grund eigener Vergleiche von Körperfettmessungen mittels Body-Impedanz-Messgerät mit den kalipermetrischen Hautfaltenmessungen bestehen erhebliche Zweifel an der Genauigkeit der Impedanzmessung. Es ergaben sich erhebliche Differenzen sowohl hinsichtlich der Absolutwerte als auch bei Wiederholungsmessungen. Bei der Impedanzmessung wurden bis zu 6,8 % höhere Fettanteile gegenüber jenen der Hautfaltenmessungen (z.B. Handball-Nationalspielerinnen, Hautfaltenfett = 16,8 %, Impedanz-Fett = 23,6 %) ermittelt. Andere, auch in der Literatur bestätigte Befunde über Fettmessungen vor und nach einer Belastung (z.B. Fahrradergometer, Sauna, Laufband) zeigen, dass die Streuung der Messwerte bei der Impedanzmethode größer ist als bei der Kalipermetrie. Offensichtlich sind die beeinflussenden inneren und äußeren Faktoren bei der Impedanzmethode vielfältig. Dazu gehört der äußerlich nicht zu erkennende Flüssigkeitshaushalt des Organismus, auf dem die Impedanzmessung beruht. So ist die Flüssigkeitsaufnahme und -abgabe durch die Versuchsperson vor einer Impedanzmessung meist nicht nachvollzieh- und kontrollierbar. Schweißbildung durch Belastung oder auch psychische Er-

und des Körpereiwisses. Bekannt ist das Gerät Futrex, welches auf die Haut des Oberarmes (Bizeps) aufgesetzt wird und sowohl einfach als auch schnell zu bedienen ist. Durch den Messvorgang wird mittels einer dem Untersucher unbekanntem Schätzfunktion der Fettanteil des Organismus automatisch bestimmt. Eine methodische Beschreibung der Fettmessung erfolgt nicht. Daher lässt sich der Messvorgang ebenso wenig nachvollziehen wie jener der Impedanzmessung. Eine methodenkritische Auseinandersetzung ist deshalb auch für dieses Verfahren notwendig.

Praktische Schlussfolgerung

Für die Sportmedizin ist die Körperfettbestimmung mittels Kalipermetrie definierter Hautfalten eine ausreichend zuverlässige und praktikable Methode. Veränderungen des Körperfettanteils, die für den Gesundheitszustand und die sportliche Leistungsfähigkeit relevant sind, können erfasst werden. Auch außerhalb des Labors unter Feldbedingungen ist die Hautfaltenmessung ohne Verlust an Genauigkeit anwendbar. Andere, auf den ersten Blick einfach durchführbare Methoden müssen hinsichtlich ihrer Zuverlässigkeit kritisch hinterfragt werden.

Literatur

1. Durnin JVGA, Womersley J: Body fat assessed from total body density and its estimation from skinfold thickness: measurements on 481 men and women aged 16 to 72 years. Br J Nutrition 32 (1974) 77-97.
2. Heath BH, Carter JEL: A modified somatotype method. Am J Phys Anthropol 27 (1967) 57-74.
3. Herm K-P: Die Messung der Hautfalte (Kalipermetrie) und Ermittlung des Körperdepotfettes. Bundesinstitut für Sportwissenschaft. Die essgestörte Athletin, 5 (1996) 69-74.
4. Matiegka J: The testing of physical efficiency. Am J Phys Anthropol 4 (1921) 223-230.
5. Parizkova J: Particularities of lean body mass and fat development in growing boys related to their motor activity. Acta paediatrica belgium 28 (1974) 233-243.

Dr. Klaus-Peter Herm
Wöhrstr. 19, 32549 Bad Oeyenhausen

Dies war der spontane erste Vorschlag eines Leserbriefes an die Schriftführung der Deutschen Zeitschrift für Sportmedizin (die Anmerkungen sind im Original gelistet):

Leserbrief Nr. 1

"Methoden der Körperfettbestimmung"

...wäre trefflicher titulierte worden mit: "Meine Meinung über diverse Körperfettmessungen"

Zu einer wissenschaftlichen "Bewertung" verschiedener Körperanalyse-Methoden, wie in diesem Artikel der Calipometrie (Kalipermetrie), der Bioelektrischen Impedanz Analyse (BIA), der NEAR-IR body fat measurement-Methode (Infrarotmessung), gehört der Vergleich mit mindestens einer Standard- bzw. Referenzmethode. Dieser Vergleich fehlt in diesem Artikel. Somit dürften keine Aussagen über die "Genauigkeit" und die Zuverlässigkeit (Validität, Reliabilität) getroffen werden, es sei denn, es handelte sich um eine zusammenfassende Diskussion der Literatur des aktuellen Forschungsstandes. Auch dies ist nicht der Fall!

Methodisch zulässig wäre es, wenn Eigenschaften der Methoden, wie etwa die Reproduzierbarkeit unter genau definierten Bedingungen erhoben und untereinander verglichen würden. Auch dieser Vergleich fehlt, nicht aber die Bewertungen der Methoden! Zudem werden sehr viele Behauptungen aufgestellt, die weder fundiert sind noch begründet werden, allesamt zeichnen sich durch fehlende entsprechende Literaturhinweise aus:

31 - Auf Grund eigener Vergleiche..BIA und Caliper...bestehen **erhebliche Zweifel an der Genauigkeit** der Impedanzmessung.

Wenn derartige Behauptungen aufgestellt werden, gehört es sich, die eigenen Vergleiche in Form von nachvollziehbaren Ergebnissen zu präsentieren. Das erfolgt nicht! Darum bleibt dies einfach eine Behauptung und eine in dieser Form absolut unsachgemäße und ungerechtfertigte Bewertung!

8, 10 - Mit einem Kaliper (z.B. Slim Guide...) ... mit einem **Messfehler von 3% hinreichend genau...**

Was mit einem "Messfehler" gemeint ist, kann nur erraten werden. Es wird suggeriert, dass es sich um die Abweichung der Ergebnisse dieser Methode von der realen biologischen Situation, also z.B. dem Körperfettgehalt handelt, zumindest liegt das nahe, weil dieser 3%-Wert "Messfehler" in der Methodenvergleich-Tabelle nomenklatorisch zu "Genauigkeit" mutiert. In der Caliper-Literatur wird, abgesehen von Aussagen über die Validität, von einer Varianz oder trefflicher gesagt von einem Variationskoeffizienten allein in der Reproduzierbarkeit zwischen 3% bis 10% berichtet. (Es ist an dieser Stelle vielleicht kein Platz für eine Wette, aber ich wette, dass der Autor nicht in der Lage sein wird, mit einem Caliper seiner Wahl eine Wiederholungsgenauigkeit von 3% (definiert als Variationskoeffizienten) mit Messungen an ein und derselben Person in einem Abstand von 10 Minuten zwischen den Messungen zu erreichen! - das brauchen Sie nicht zu publizieren, wenn das "wider die guten Sitten wäre" ...).

Auf keinen Fall ist mittels Plastik-Caliper, wie dem hier benannten der Firma "Slim Guide" eine Körperfettanalyse zu erreichen. Dieser Caliper entspricht absolut nicht den internationalen wissenschaftlichen anthropometrischen Standards, die bereits in den sechziger Jahren auch für die Hautfaltenmessungen genau definiert wurden.

36 - ...verschiedenartiges Positionieren der Elektroden an Händen und Füßen...Messdifferenzen auftreten... Diese **Beeinträchtigung**...

Wie kommt der Autor darauf eine für die Messung notwendige einfache Standardisierung, wie das Ankleben von Elektroden als "Beeinträchtigung" zu bewerten? Nach unseren Erfahrungen stellt das bereits nach kurzer Lernphase kein Problem dar, da man nach kurzer Zeit die Elektroden mit einer Genauigkeit von 1mm genau platzieren kann. Dagegen erreicht man eine vergleichbare Genauigkeit in der Erfassung der Hautfaltenschichtendicke wenn überhaupt, dann nicht mit dieser Lerngeschwindigkeit!

41 - ...**methodische Beschreibung** der Fettmessung (BIA und NEAR-IR) **erfolgt nicht**... In vielen Publikationen wird die BIA ausführlich beschrieben. Auch über die NEAR-IR liegt mir eine Methodenbeschreibung vor. Die Quellen für diese Literatur sind öffentlich...

38 - BIA...**gänzlich unbekannt sind Normwerte**.

Nur mehr ein weiterer Hinweis, dass dem Autor die wesentliche Literatur bislang nicht "zur Verfügung" stand. Greift man die vom Autor zitierte Caliper-Literatur auf, z.B. von Durnin und Womersley, so handelt es sich um eine Validitätsstudie der Calipometrie mittels Hydrodensitometrie mit 481 Probanden. Viele der aktuellen Caliperuntersuchungen leiten sich von diesen "Normwerten" ab. Dieser Art wurden vielfach Studien mit der BIA durchgeführt mit unterschiedlichen Validierungsmethoden. Die früheste Studie mit mehr als 1000 Probanden wurde von Karen Segal durchgeführt und 1988 publiziert.

39 - ...Infrarotmessung...**erfolgt eine Neutronen-Aktivierung**

Sachlich völlig falsch! Ein weiterer eindeutiger Hinweis für die Unkenntnis des Autors von den Methoden, über die er urteilt!

Diese Behauptungen halten allesamt dem bekannten Status Quo des aktuellen Wissenstandes über diese Methoden nicht stand.

Hier liegt die Vermutung nahe, dass der Autor nicht über das notwendige fundierte Wissen über diese Methoden verfügt. Darauf weisen nicht nur die über BIA und NEAR-IR komplett fehlenden und ansonsten sehr "veralteten" Literaturhinweise hin, sondern auch die zitierten "Wünsche" des Autors nach Referenzdaten oder umfangreichen wissenschaftlichen Validitätsstudien hin: über die BIA sind über 1000 wissenschaftliche Publikationen zu finden und im geringen Umfang auch für die NEAR-IR-Methode!

Die Aussage, "Auch wäre eine Standardisierung der Impedanzmessung durch eine Beschränkung der Gerätevielfalt notwendig." (37) scheint positiv betrachtet als eine Suche nach Ordnung gelten zu können, wäre jedoch schlichtweg ungesetzlich, quasi ein manipulativer Eingriff in die freie Marktwirtschaft und insofern ein unverständliches Ansinnen!

Es ist höchst bedauernd und unseriös, dass über bedeutsame aktuelle Forschungen der Sportmedizin nicht nur ignorant, sondern zudem noch falsch berichtet wird. Dass durch einen derart oberflächlichen Artikel ein falsches Bild von den einzelnen Körperanalyse-Methoden gezeichnet wird liegt auf der Hand. Ich bin gespannt und freue mich auf die Stellungnahme des Autors zu meiner Kritik.

Köln, den 7.07.03

Jörg Tomczak

Dieser Vorschlag wurde nicht in dieser Form nicht akzeptiert. Die Ausführungen und Kritikpunkte sollten allesamt begründet werden und mit Literaturhinweisen versehen sein.

Diese Anforderung ist natürlich gerechtfertigt, doch hätte diese Anforderung unbedingt auch für den Originalartikel gelten müssen.

Der neue "Leserbrief Nr.2" musste bei der Anzahl der Kritikpunkte unvermeidbar zu einem wissenschaftlichen Artikel anwachsen, den ich hier gerne vorstellen möchte, weil er "natürlich" nicht veröffentlicht werden konnte mit der Begründung, dass er zu lang sei (siehe hierzu 1-seitiger Leserbrief in DZSM 2003,1: [Leserbrief zu "Gewichtmachen"](#), Braumann, Urhausen; Dtsch Z Sportmed 53(2002) 254-255 von Dr. Hans Müller-Deck, Röcken).

Leserbrief Nr.2

Aus physiologischer und damit auch aus sportmedizinischer Sicht sind Körperanalysen dann interessant, wenn sie Aussagen über Eigenschaften liefern, die von sportmotorischer und energetischer Bedeutung sind. Das postulierte Rubner bereits 1902 (1). Daraus folgt, dass nicht primär die Fettmasse für die Qualität der sportmotorischen Leistungsfähigkeit maßgeblich ist, sondern die stoffwechselaktive Körperzellmasse (BCM) (2). Auf diese wäre der Fokus des Interesses an Körperanalysen für die Sportmedizin dann auch auszurichten. Der Autor diskutiert unter dem Thema "Standard der Sportmedizin" die Körperfettanalyse, vergleicht und bewertet drei in der Sportpraxis eingesetzte Methoden miteinander: Bioelektrische Impedanzanalyse (BIA), Calipometrie (Kalipermetrie) und die Infrarotmessung (Near-IR).

Der Autor gibt weder zur BIA, noch zur Near-IR-Methode Literaturhinweise und bemängelt infolgedessen auch fehlende Normierungen und Vergleichsstudien für diese Methoden. Auch liegen dem Autor keine Beschreibungen der Methoden vor. Das ist erstaunlich, denn es sind mehr als 1000 Publikationen in den wissenschaftlichen Datenbanken (Medline-Recherche) über die BIA verfügbar. In einer frühen Arbeit von Lukaski wird die BIA-Methode sehr umfassend hergeleitet und erklärt (3). Über die Near-IR-Methode kommt man in den Studien zwar zu widersprüchlichen Aussagen, doch wurde auch über diese Methode in mehreren wissenschaftlichen Publikationen berichtet (4,5,6). Eine Methodenbeschreibung der Near-IR befindet sich auch auf der Internet-Home-Page des einzigen Anbieters.

Einige methodische Defizite, wie das schwierige Handling und die damit verbundene mangelhafte Reproduzierbarkeit der Calipometrie sind bekannt (7), weniger bekannt sind die Voraussetzungen an die Caliper-Messgeräte selbst (8). Diese sind bereits 1963 genau definiert worden (9), werden jedoch bis heute nicht immer eingehalten, wodurch es beispielsweise auch in diesem Artikel zu einer Empfehlung eines Plastik-Calipers (Slim-Guide) kommt, der diesen Anforderungen nicht genügt. Die entscheidende Methodenkritik an der Calipometrie ist jedoch nur wenig bekannt. Der Zusammenhang zwischen gemessenen Hautfalten als Repräsentanten des Unterhautfettgewebes und dem Gesamtkörperfettanteil hat mit einer Korrelation von $r=.5$ nur einen geringen Zusammenhang. Die Forscher sehen den Grund dafür in den von den sonstigen Fettdepots unabhängig ausgebildeten internen, z.B. visceralen Fettgeweben (10,11). Der Zusammenhang zwischen Hautfaltenmessungen und visceralen Fettdepots wird sogar nur mit einem Zusammenhang von $r= .38$ ermittelt (12). Die Kenntnis der Bedeutung gerade der visceralen Fettdepots als Risikofaktor sei hier

vorausgesetzt. Für sportmedizinische oder auch diätetische Untersuchungen ist die Calipometrie zudem dadurch limitiert, dass das Unterhautfettgewebe im Vergleich zu anderen Fettdepots ein weitgehend stoffwechsellinaktives Gewebe ist und daher Veränderungen nur bedingt oder nur über größere Zeitabschnitte erkennbar macht. Daher reduziert sich die Information der Hautfaltenmessung für die Sportmedizin auf die quantitative Aussage über Energiedepots in Form von Unterhautfettgewebe oder weiterhin noch auf die Trägheits- und Ballasteigenschaften bei biomechanischen Fragestellungen. Die BIA findet zwar auch zur Bestimmung der Körperfettmasse (FM) Einsatz, doch ist dies nicht die eigentliche Kapazität dieser Methode. Der Zusammenhang der Wechselstrom-Leitfähigkeit mit dem Fettanteil ist umgekehrt proportional. Der fettfreien Masse (FFM) wird ein statistischer mittlerer Flüssigkeitsanteil von 73% zugeordnet. Hierüber ergibt sich der Zusammenhang zwischen Leitfähigkeit und Fettgewebe, der in den Validitätsstudien im Vergleich mit der Hydrodensitometrie, dem "golden Standard" für die Bestimmung der FM und der FFM mit Korrelationen um $r=0.9$ (13,14,15,16) beschrieben wird. Leider geht der Autor nicht auf die vielen Validitätsstudien und Anwendungsuntersuchungen ein, die über die bioelektrische Impedanz Analyse (BIA) publiziert wurden, so wie die große Validitäts-Studie von Karen Segal, die 1537 Probanden inkludiert (17) oder die Arbeit der Schweizer Kollegen, die BIA-Messungen von 3393 Personen erhoben und Referenzwerte aufgestellt haben (18). Auch die weiteren Eigenschaften dieser Methode werden nicht dargestellt. Das Prinzip der Wechselstrom-Leitfähigkeitsmessung ist sehr geeignet um den Flüssigkeitsstatus des Körpers zu definieren. Die Korrelationen aus diesen Studien im Vergleich zur Deuteriumoxid-Analyse (D_2O) dem "golden Standard" für Körperwasseranalysen, liegen über $r=0.95$ (19,20,21) und die Aussagequalitäten über die Körperzellmasse BCM (22, 23) bzw. die extrazellulären Flüssigkeitsräume (ECM) wurden mittels weiteren Standards (Bromid-Space) validiert (24,25).

Gerade diese Parameter sind überaus interessant für die Sportmedizin. Jede Veränderung durch Training, Übertraining, Ernährung, Regeneration, Wettkampf, Pause oder Erkrankung zeigt sich in direkter Auswirkung auf diese Körperkompartimente. (26,27,28,29).

Die Forderung des Autors nach einer objektiven Bewertung von den vielen BIA-Geräten ist sicherlich nicht zu erreichen, indem man den Markt um einige Geräte reduziert. Darum ein Tipp, wie man selbst die diversen Geräte testen kann: Setzt man voraus, dass eine Körperanalysenmethode darauf basiert mit dem jeweils typischen Messwert dieser Methode die Analyse zu berechnen, so sollte dieser Messwert einen, bzw. den größten Einfluss in der Kalkulation der Analysenergebnisse haben. In den meisten Fällen der Endkunden-BIA-Geräte, so benenne ich einmal die Geräte, die auch in den Verbrauchermärkten angeboten werden, wird man feststellen, dass der Messwert nur einen untergeordneten Stellenwert in der Bewertung z.B. des Fettanteils hat. Zumeist sind die Angaben Größe und Körpergewicht in den multiplen Regressionsgleichungen stärker gewichtet als der eigentliche Messwert. Das genau macht diese "Analysen" dann auch vom Verbraucher verstehbar, denn er ist primär auf das Gewicht als Aussage über seinen Fettgehalt fixiert. Wenn zudem noch das Aktivitätsniveau einen Einfluss auf die berechneten Analysenergebnisse hat, handelt es sich nicht mehr um eine Analysenmethode, sondern um eine Wahrscheinlichkeitsrechnung, die mehr oder weniger willkürliche Faktoren enthält, die einem "stark aktiven" Menschen mit weniger Fett ausstattet als eine "inaktive" Messperson. Dies ist etwa bei der Near- Infrared-Methode der Fall. Die methodische Kurz-Beschreibung der Near-Infrared Methode, ist im übrigen mit der Erklärung des Autors, dass durch die Infrarotstrahlung Neutronenaktivierungen stattfinden, physikalisch völlig unzutreffend charakterisiert. Vielmehr werden einige der IR-Frequenzen charakteristisch für jeden Gewebetypen absorbiert und einige Frequenzbereiche wiederum reflektiert. Anzumerken wäre über diese Near-IR Methode, dass eine Reduzierung der Messung auf eine Messstelle (Mitte Bizeps)

zwar sehr praktikabel erscheint, doch eine Pars-Pro-Toto Messung sich immer nur limitiert eignet um eine Pro-Toto, also eine Ganzkörper- Aussage zu treffen.

Um Körperanalysen - Standards für die Sportmedizin zu entwickeln, empfiehlt es sich die benannten einzelnen Methoden nicht im direkten Vergleich, sondern validierend mit den "golden Standards", den Referenzmethoden , der Hydrodensitometrie (FM, FFM), Kalium 40 (BCM) und Deuteriumoxid (Total Body Water, TBW) zu beurteilen und diese Ergebnisse zu vergleichen. Diese Studien wurden bereits vielfach durchgeführt (30) und sind in den Standardwerken der "Body Composition" (31,32,33) nachzulesen. Es würde sich jedoch sicherlich anbieten, den aktuellen Status Quo in einer deutschsprachigen Arbeit darzustellen.

Eine zwar schon "ältere" doch immer noch brauchbare Tabelle der Bewertung einiger Körperanalysemethoden findet man bei Lukaski (34).

Tabelle als pdf-Datei angehängt.

Literatur:

1. Rubner, M.: Die Gesetze des Energieverbrauchs bei der Ernährung. Deuticke, Leipzig und Vienna, 1902
2. Moore FD, Olesen KH, McMurrey JD, Parker HV, Ball MR, Boyden CM. The body cell mass and its supporting environment in body composition in health and disease. Philadelphia, PA, Saunders 1963
3. Lukaski HC, Johnson PE, Bolonchuk WW, Lykken GI. Assessment of fat-free mass using bioelectrical impedance measurements of the human body. *Am J Clin Nutr* 1985; 41:810-817.
4. Smith DB, Johnson GO, Stout JR, Housh TJ, Housh DJ, Evetovich TK. Validity of near-infrared interactance for estimating relative body fat in female high school gymnasts. *Int J Sports Med* 1997 Oct;18(7):531-7
5. Flynn MA, Nolph GB, Krause G. Comparison of body composition measured by total body potassium and infrared interactance. *J Am Coll Nutr* 1995 Dec;14(6):652-5
6. Wilmore KM, McBride PJ, Wilmore JH. Comparison of bioelectric impedance and near-infrared interactance for body composition assessment in a population of self-perceived overweight adults. *Int J Obes Relat Metab Disord* 1994 Jun;18(6):375-81
7. Lohman TG. Skinfolds and body density and their relation to body fatness: A review. *Hum Biol* 1981;53:181-225.
8. Lohman TG, Roche AF, Martorell R (eds). *Anthropometric Standardization Reference Manual*. Champaign, IL, Human Kinetics, 1988, page 177.
9. Brozek J, Kihlberg JK, Taylor HC, Keys A. Skinfold distributions in middle aged american men: a contribution to norms of leanness-fatness. *Ann. N.Y. Acad. Sci.* 110, 492, 1963
10. Baumgartner RN, Heymsfield SB, Roche AF, Bernardino M. Abdominal composition quantified by computed tomography. *Am J Clin Nutr* 1988;48:936-945.

11. Wang Z-M, Pierson RN Jr., Heymsfield SB. The five-level model: a new approach to organizing body-composition research. *Am J Clin Nutr* 1992;56:19-28.
12. Ferland M, Despres JP, Tremblay A, Pinault S, Nadeau A, Moorjani S, Lupien PJ, Theriault G, Bouchard C. Assessment of adipose tissue distribution by computed axial tomography in obese women: association with body density and anthropometric measurements. *Brit J Nutr* 1989;62:139-148.
13. Van Loan MD, Boileau RA, Slaughter MH, Stillman RJ, Lohman TG, Going SB, Carswell C. Association of bioelectrical resistance with estimates of fat-free mass determined by densitometry and hydrometry. *Am J Hum Biol* 1990;2:219-226.
14. Kushner RF. Bioelectrical Impedance Analysis: A Review of Principles and Applications. *J Am College Nutr* 1992; 11:199-209.
15. Jackson AS, Pollock ML, Graves JE, Mahar MT. Reliability and validity of bioelectrical impedance in determining body composition. *J Appl Physiol* 1988; 64:529-534.
16. Van Loan MD, Boileau RA, Slaughter MH, Stillman RJ, Lohman TG, Going SB, Carswell C. Association of bioelectrical resistance with estimates of fat-free mass determined by densitometry and hydrometry. *Am J Hum Biol* 1990;2:219-226.
17. Segal KR, Van Loan M, Fitzgerald PI, Hodgdon JA, Van Itallie TB. Lean body mass estimation by bioelectrical impedance analysis: a four-site cross-validation study. *Am J Clin Nutr* 1988;47:7-14.
18. Pichard C, Kyle UG, Bracco D, Slosman DO, Morabia A, Schutz Y. Reference values of fat-free and fat masses by bioelectrical impedance analysis in 3393 healthy subjects, *Nutrition* 16 (4) (2000) pp. 245-254.
19. Hoffer EC, Meador CK, Simpson DC. Correlation of whole-body impedance with total body water volume. *J Appl Phys* 1969; 27:531-534.
20. Khaled MA, McCutcheon MJ, Reddy S, Pearman PL, Hunter GR, Weinsier RL. Electrical impedance method in assessing human body composition: the BIA method. *Am J Clin Nutr* 1988; 47:789-792.
21. Lukaski HC, Bolonchuk WW, Hall CB, Siders WA. Validation of tetrapolar bioelectrical impedance method to assess human body composition. *J Appl Phys* 1986; 61:1327-1332.
22. Donald P Kotler, Santiago Burastero, Jack Wang, and Richard N Pierson Jr .Prediction of body cell mass, fat-free mass, and total body water with bioelectrical impedance analysis: effects of race, sex, and disease. *Am J Clin Nutr* 1996;64(suppl):4S9S-97S
23. Donald P Kotler, Santiago Burastero, Jack Wang, and Richard N Pierson Jr. Prediction of Body Cell Mass, Fat-Free Mass, and Total Body Water with Bioelectrical Impedance Analysis: Effects of Race, Sex, and Disease *Am J Clin Nutr* 1996;64(suppl):489S-97S.
24. Espejo MG; Neu J; Hamilton L; Eitzman B. Determination of Extracellular Fluid Volume Using IMpedance Measurements *Critical Care Med* 1939 Apr;17 (4):360-3

25. Vache C, Rousset P, Gachon AM, Morio B, Boulier A, Coudert J, Beaufrere B, Ritz P. Bioelectrical impedance analysis measurements of total body water and extracellular water in healthy elderly subjects. *Int J Obes Relat Metab Disord* 1998 (6) ;22:537-43
26. Deurenberg P, Weststrate JA, van der Kooy K. Body composition changes assessed by bioelectrical impedance measurements. *Am J Clin Nutr* 1989; 49:401-403.
27. JA Hodgdon, KE Friedl, MB Beckett, KA Westphal, and RL Shippee. Use of bioelectrical impedance analysis measurements as predictors of physical performance. *Am J Clin Nutr* 1996 64: 463-468.
28. KR Segal. Use of bioelectrical impedance analysis measurements as an evaluation for participating in sports. *Am J Clin Nutr* 1996 64: 469-471.
29. Ott M, Fischer H, Polat H, Helm EB, Frenz M, Caspary WF, Lemcke B. Bioelectrical Impedance Analysis as a Predictor of Survival in Patients with Human Immunodeficiency Virus Infection. *J Acquir Immune Defic Syndr* 1995 9:20-25
30. Pierson, Jr. RN, Wang J, Heymsfield SB, Russell-Aulet M, Mazariegos M, Tierney M, Smith R, Thornton JC, Kehayias J, Weber DA, Dilmanian FA. Measuring body fat: calibrating the rulers. Intermethod comparisons in 389 normal Caucasian subjects. *Am J Physiol* 1991; 261
31. Forbes GB. *Human Body Composition: Growth, Aging, Nutrition, and Activity*. New York, Springer-Verlag, 1987
32. Heyward VH, Stolarczyk LM. *Applied Body Composition Assessment*. Human Kinetics 1996
33. Roche AF, Heymsfield SB, Lohmann TG. *Human Body Composition*. Human Kinetics 1996
34. Lukaski HC. Methods for the assessment of human body composition: traditional and new. *Am J Clin Nutr* 1987; 46:537-56.

Dieser Leserbrief ist tatsächlich noch länger als eine Seite, doch geht er differenziert auf die vielen offenen Fragen des Artikels sachlich und mit wissenschaftlichem Hintergrund ein, doch er musste gekürzt werden.

Leserbrief Nr.3

Standards der Sportmedizin: Körperfettanalysen

Der Autor vergleicht und bewertet drei in der Sportpraxis eingesetzte Methoden: Bioelektrische Impedanzanalyse (BIA), Kalipermetrie (Calipometrie) und die Infrarotmessung (Near-IR).

Um Körperanalysen als Standard für die Sportmedizin zu definieren, empfiehlt es sich, die benannten einzelnen Methoden nicht im direkten Vergleich, sondern validierend mit den "golden Standards" bzw. den Referenzmethoden zu beurteilen und diese Ergebnisse zu vergleichen. Diese Studien wurden bereits vielfach durchgeführt (1,2) und sind in den Standardwerken der "Body Composition" (3,4,5) nachzulesen. Eine zwar schon "ältere", doch immer noch brauchbare Tabelle der Bewertung einiger Körperanalysemethoden findet man bei Lukaski (6).

Der Autor gibt weder zur BIA, noch zur Near-IR-Methode Literaturhinweise und bemängelt infolgedessen auch fehlende Normierungen, Beschreibungen und Vergleichsstudien hierfür. Das ist erstaunlich, denn es sind mehr als 1000 Publikationen in den wissenschaftlichen Datenbanken (Medline-Recherche) über die BIA verfügbar. In frühen Arbeiten wird die BIA-Methode sehr umfassend hergeleitet und erklärt (7,8). Der Zusammenhang zwischen Leitfähigkeit (BIA) und Fettgewebe wird in den Validitätsstudien im Vergleich mit der Hydrodensitometrie, dem "golden Standard" für die Bestimmung der FM und der FFM mit Korrelationen um $r = 0.9$ (9,10,11,12) beschrieben. Die umfangreichste Validitäts-Studie (1537 Probanden) stammt von K. Segal (13). Mit Fragen der Normierung beschäftigt sich ausführlich eine Schweizer Arbeit, in der BIA-Messungen von 3393 Personen erhoben und Referenzwerte aufgestellt wurden (14).

Die methodische Kurz-Beschreibung der Near-Infrared Methode (15,16,17) ist im übrigen mit der Erklärung des Autors, dass durch die Infrarotstrahlung Neutronenaktivierungen stattfinden, physikalisch völlig unzutreffend charakterisiert. Vielmehr nutzt das Verfahren gewebebetypische Absorptionen bzw. Reflexionen bestimmter IR-Frequenzbereiche.

Aus physiologischer und damit auch aus sportmedizinischer Sicht sind Körperanalysen dann interessant, wenn sie Aussagen über Eigenschaften liefern, die von sportmotorischer und energetischer Bedeutung sind (18). Daraus folgt, dass die Sportmedizin den Fokus ihres Interesses nicht primär auf die Fettmasse richten sollte, sondern auf die für die sportmotorische Leistungsfähigkeit maßgebliche stoffwechselaktive Körperzellmasse (BCM) (19). Jede Veränderung durch Training, Übertraining, Ernährung, Regeneration, Wettkampf, Trainingspause oder Erkrankung zeigt sich in direkter Auswirkung auf dieses Körperkompartiment, bzw. auf Flüssigkeitsverschiebungen zwischen Extra- und Intrazellulärräumen und ist mittels BIA spontan messbar (20,21,22,23,24,25,26,27,28,29). Gerade dies kann die Calipermethode nicht leisten. Sie vermag lediglich Änderungen im Unterhautfettgewebe, und dies auch erst nach relativ langen Zeitintervallen (Wochen / Monaten) aufzuzeigen.

Tabelle als pdf-Datei angehängt.

Literatur:

1. Pierson, Jr. RN, Wang J, Heymsfield SB, Russell-Aulet M, Mazariegos M, Tierney M, Smith R, Thornton JC, Kehayias J, Weber DA, Dilmanian FA. Measuring body fat: calibrating the rulers. Intermethod comparisons in 389 normal Caucasian subjects. *Am J Physiol* 1991; 261
2. Kenneth J. Ellis, Human Body Composition: In Vivo Methods, *Physiol. Rev.* 80: 649-680, 2000
3. Forbes GB. Human Body Composition: Growth, Aging, Nutrition, and Activity. New York, Springer-Verlag, 1987
4. Heyward VH, Stolarczyk LM. Applied Body Composition Assessment. Human Kinetics 1996
5. Roche AF, Heymsfield SB, Lohmann TG. Human Body Composition. Human Kinetics 1996
6. Lukaski HC. Methods for the assessment of human body composition: traditional and new. *Am J Clin Nutr* 1987; 46:537-56.
7. Lukaski HC, Johnson PE, Bolonchuk WW, Lykken GI. Assessment of fat-free mass using bioelectrical impedance measurements of the human body. *Am J Clin Nutr* 1985; 41:810-817.
8. Hoffer EC, Meador CK, Simpson DC. Correlation of whole-body impedance with total body water volume. *J Appl Phys* 1969; 27:531-534.
9. Van Loan MD, Boileau RA, Slaughter MH, Stillman RJ, Lohman TG, Going SB, Carswell C. Association of bioelectrical resistance with estimates of fat-free mass determined by densitometry and hydrometry. *Am J Hum Biol* 1990;2:219-226.
10. Kushner RF. Bioelectrical Impedance Analysis: A Review of Principles and Applications. *J Am College Nutr* 1992; 11:199-209.
11. Jackson AS, Pollock ML, Graves JE, Mahar MT. Reliability and validity of bioelectrical impedance in determining body composition. *J Appl Physiol* 1988; 64:529-534.
12. Van Loan MD, Boileau RA, Slaughter MH, Stillman RJ, Lohman TG, Going SB, Carswell C. Association of bioelectrical resistance with estimates of fat-free mass determined by densitometry and hydrometry. *Am J Hum Biol* 1990;2:219-226.
13. Segal KR, Van Loan M, Fitzgerald PI, Hodgdon JA, Van Itallie TB. Lean body mass estimation by bioelectrical impedance analysis: a four-site cross-validation study. *Am J Clin Nutr* 1988;47:7-14.
14. Pichard C, Kyle UG, Bracco D, Slosman DO, Morabia A, Schutz Y. Reference values of fat-free and fat masses by bioelectrical impedance analysis in 3393 healthy subjects, *Nutrition* 16 (4) (2000) pp. 245-254.
15. Smith DB, Johnson GO, Stout JR, Housh TJ, Housh DJ, Evetovich TK. Validity of near-infrared interactance for estimating relative body fat in female high school gymnasts. *Int J Sports Med* 1997 Oct;18(7):531-7

16. Flynn MA, Nolph GB, Krause G. Comparison of body composition measured by total body potassium and infrared interactance. *J Am Coll Nutr* 1995 Dec;14(6):652-5
17. Wilmore KM, McBride PJ, Wilmore JH. Comparison of bioelectric impedance and near-infrared interactance for body composition assessment in a population of self-perceived overweight adults. *Int J Obes Relat Metab Disord* 1994 Jun;18(6):375-81
18. Rubner, M.: Die Gesetze des Energieverbrauchs bei der Ernährung. Deuticke, Leipzig und Vienna, 1902
19. Moore FD, Olesen KH, McMurrey JD, Parker HV, Ball MR, Boyden CM. The body cell mass and its supporting environment in body composition in health and disease. Philadelphia, PA, Saunders 1963
20. Khaled MA, McCutcheon MJ, Reddy S, Pearman PL, Hunter GR, Weinsier RL. Electrical impedance method in assessing human body composition: the BIA method. *Am J Clin Nutr* 1988; 47:789-792.
21. Lukaski HC, Bolonchuk WW, Hall CB, Siders WA. Validation of tetrapolar bioelectrical impedance method to assess human body composition. *J Appl Phys* 1986; 61:1327-1332.
22. Donald P Kotler, Santiago Burastero, Jack Wang, and Richard N Pierson Jr .Prediction of body cell mass, fat-free mass, and total body water with bioelectrical impedance analysis: effects of race, sex, and disease. *Am J Clin Nutr* 1996;64(suppl):4S9S-97S
23. Donald P Kotler, Santiago Burastero, Jack Wang, and Richard N Pierson Jr. Prediction of Body Cell Mass, Fat-Free Mass, and Total Body Water with Bioelectrical Impedance Analysis: Effects of Race, Sex, and Disease *Am J Clin Nutr* 1996;64(suppl):489S-97S.
24. Espejo MG; Neu J; Hamilton L; Eitzman B. Determination of Extracellular Fluid Volume Using Impedance Measurements *Critical Care Med* 1939 Apr;17 (4):360-3
25. Vache C, Rousset P, Gachon AM, Morio B, Boulier A, Coudert J, Beaufrere B, Ritz P. Bioelectrical impedance analysis measurements of total body water and extracellular water in healthy elderly subjects. *Int J Obes Relat Metab Disord* 1998 (6) ;22:537-43
26. Deurenberg P, Weststrate JA, van der Kooy K. Body composition changes assessed by bioelectrical impedance measurements. *Am J Clin Nutr* 1989; 49:401-403.
27. JA Hodgdon, KE Friedl, MB Beckett, KA Westphal, and RL Shippee. Use of bioelectrical impedance analysis measurements as predictors of physical performance. *Am J Clin Nutr* 1996 64: 463-468.
28. KR Segal. Use of bioelectrical impedance analysis measurements as an evaluation for participating in sports. *Am J Clin Nutr* 1996 64: 469-471.
29. Ott M, Fischer H, Polat H, Helm EB, Frenz M, Caspary WF, Lemcke B. Bioelectrical Impedance Analysis as a Predictor of Survival in Patients with Human Immunodeficiency Virus Infection. *J Acquir Immune Defic Syndr* 1995 9:20-25

Nun waren es noch zu viele Literaturstellen. Diese sollten auf 5 begrenzt werden:

Leserbrief Nr.4

Standards der Sportmedizin: Körperfettanalysen

Der Autor vergleicht und bewertet drei in der Sportpraxis eingesetzte Methoden: Bioelektrische Impedanzanalyse (BIA), Kalipermetrie (Calipometrie) und die Infrarotmessung (Near-IR).

Um Körperanalysen als Standard für die Sportmedizin zu definieren, empfiehlt es sich, die benannten einzelnen Methoden nicht im direkten Vergleich, sondern validierend mit den "golden Standards" bzw. den Referenzmethoden zu beurteilen und diese Ergebnisse zu vergleichen. Diese Studien wurden bereits vielfach durchgeführt und sind in den Standardwerken der "Body Composition" (1) nachzulesen. Eine zwar schon "ältere", doch immer noch brauchbare Tabelle der Bewertung einiger Körperanalysemethoden findet man bei Lukaski (2).

Der Autor gibt weder zur BIA, noch zur Near-IR-Methode Literaturhinweise und bemängelt infolgedessen auch fehlende Normierungen, Beschreibungen und Vergleichsstudien hierfür. Das ist erstaunlich, denn es sind mehr als 1000 Publikationen in den wissenschaftlichen Datenbanken (Medline-Recherche) über die BIA verfügbar. In frühen Arbeiten wird die BIA-Methode sehr umfassend hergeleitet und erklärt. Der Zusammenhang zwischen Leitfähigkeit (BIA) und Fettgewebe wird in den Validitätsstudien im Vergleich mit der Hydrodensitometrie, dem "golden Standard" für die Bestimmung der FM und der FFM mit Korrelationen um $r = 0.9$ beschrieben. Die umfangreichste Validitäts-Studie (1537 Probanden) stammt von K. Segal (3). Mit Fragen der Normierung beschäftigt sich ausführlich eine schweizer Arbeit, in der BIA-Messungen von 3393 Personen erhoben und Referenzwerte aufgestellt wurden (4).

Die methodische Kurz-Beschreibung der Near-Infrared Methode ist im übrigen mit der Erklärung des Autors, dass durch die Infrarotstrahlung Neutronenaktivierungen stattfinden, physikalisch völlig unzutreffend charakterisiert. Vielmehr nutzt das Verfahren gewebetypische Absorptionen bzw. Reflexionen bestimmter IR-Frequenzbereiche.

Aus physiologischer und damit auch aus sportmedizinischer Sicht sind Körperanalysen dann interessant, wenn sie Aussagen über Eigenschaften liefern, die von sportmotorischer und energetischer Bedeutung sind. Daraus folgt, dass die Sportmedizin den Fokus ihres Interesses nicht primär auf die Fettmasse richten sollte, sondern auf die für die sportmotorische Leistungsfähigkeit maßgebliche stoffwechselaktive Körperzellmasse (BCM). Jede Veränderung durch Training, Übertraining, Ernährung, Regeneration, Wettkampf, Trainingspause oder Erkrankung zeigt sich in direkter Auswirkung auf dieses Körperkompartiment, bzw. auf Flüssigkeitsverschiebungen zwischen Extra- und Intrazellulärräumen und ist mittels BIA spontan messbar (5). Gerade dies kann die Calipermethode nicht leisten. Sie vermag lediglich Änderungen im Unterhautfettgewebe, und dies auch erst nach relativ langen Zeitintervallen (Wochen / Monaten) aufzuzeigen.

Tabelle aus (2) als pdf-Datei angehängt.

Literatur:

1. Roche AF, Heymsfield SB, Lohmann TG. Human Body Composition. Human Kinetics 1996
2. Lukaski HC. Methods for the assessment of human body composition: traditional and new. Am J Clin Nutr 1987; 46:537-56.
3. Segal KR, Van Loan M, Fitzgerald PI, Hodgdon JA, Van Itallie TB. Lean body mass estimation by bioelectrical impedance analysis: a four-site cross-validation study. Am J Clin Nutr 1988;47:7-14.
4. Pichard C, Kyle UG, Bracco D, Slosman DO, Morabia A, Schutz Y. Reference values of fat-free and fat masses by bioelectrical impedance analysis in 3393 healthy subjects, Nutrition 16 (4) (2000) pp. 245-254.
5. Ott M, Fischer H, Polat H, Helm EB, Frenz M, Caspary WF, Lemcke B. Bioelectrical Impedance Analysis as a Predictor of Survival in Patients with Human Immunodeficiency Virus Infection. J Acquir Immune Defic Syndr 1995 9:20-25

Mittlerweile ist Oktober, die Chance zu einer zeitnahen Kritik ist somit gar nicht mehr gegeben.

An dieser Stelle wäre eine angemessene Meinungsäußerung zu dem sogenannten wissenschaftlichen Anspruch einer Fachzeitschrift, doch wir denken, dass Sie Ihre Meinung auch ohne unser dazutun bilden werden.

Köln, Oktober 2003