

**Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg
Fakultät Life Sciences**

**Analyse von Messunterschieden bei ausgewählten Auswerteparametern
der bioelektrischen Impedanzanalyse (BIA)
- eine Studie in Test-Retestdesign**

Bachelorarbeit
im Studiengang Ökotrophologie

vorgelegt von

Hui Ping Lai





20. Januar 2023

1. Gutachterin : Prof. Dr. Anja Carlsohn
2. Gutachterin : Dipl. oec. troph. Ute Hantelmann

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis.....	VI
Tabellenverzeichnis	VI
Abkürzungsverzeichnis.....	IX
Zusammenfassung.....	5
Abstract	6
1 Einführung	7
1.1 Bioelektrische Impedanzanalyse.....	7
1.2 Analyseparameter der bioelektrischen Impedanzanalyse	7
1.3 Messbedingungen der bioelektrischen Impedanzanalyse	8
1.3.1 Füllstand der Blase	9
1.3.2 Dauer in der Messposition.....	10
1.3.3 Messmethode des Taillenumfangs.....	10
1.3.4 Position der Extremitäten	11
1.3.5 Position der Elektrodenkabel.....	12
1.3.6 Zustand des Magens.....	13
1.4 Zweck der Studie	13
2 Methode	14
2.1 Testpersonen	14
2.2 Versuchsbedingungen	14
2.3 Bioelektrische Impedanzanalyse.....	15
2.4 Messung klinischer Parameter	16
2.5 Aufbau der Studie	17
2.6 Statistische Auswertung.....	18
3 Ergebnisse.....	20
3.1 Füllstand der Blase.....	20
3.1.1 Auswirkung des Füllstands der Blase auf die Fettmasse.....	20
3.1.2 Auswirkung des Füllstands der Blase auf die Skelettmuskelmasse.....	21
3.1.3 Auswirkung des Füllstands der Blase auf das viszerale Fettgewebe.....	23
3.1.4 Auswirkung des Füllstands der Blase auf den Phasenwinkel.....	23
3.2 Dauer in der Messposition (Rückenlage).....	24
3.2.1 Auswirkung der Dauer in der Rückenlage auf die Fettmasse.....	24
3.2.2 Auswirkung der Dauer in der Rückenlage auf die Skelettmuskelmasse	24
3.2.3 Auswirkung der Dauer in der Rückenlage auf das viszerale Fettgewebe.....	25
3.2.4 Auswirkung der Dauer in der Rückenlage auf den Phasenwinkel.....	25
3.3 Messmethode des Taillenumfangs	26

3.3.1	<i>Auswirkung der Messmethode des Taillenumfangs auf die Fettmasse</i>	26
3.3.2	<i>Auswirkung der Messmethode des Taillenumfangs auf die Skelettmuskelmasse</i>	26
3.3.3	<i>Auswirkung der Messmethode des Taillenumfangs auf das viszerale Fettgewebe</i>	27
3.3.4	<i>Auswirkung der Messmethode des Taillenumfangs auf den Phasenwinkel</i>	29
3.4	Position der Extremitäten	29
3.4.1	<i>Auswirkung der Position der Extremitäten auf die Fettmasse</i>	29
3.4.2	<i>Auswirkung der Position der Extremitäten auf die Skelettmuskelmasse</i>	30
3.4.3	<i>Auswirkung der Position der Extremitäten auf das viszerale Fettgewebe</i>	30
3.4.4	<i>Auswirkung der Position der Extremitäten auf den Phasenwinkel</i>	31
3.5	Position der Elektrodenkabel	31
3.5.1	<i>Auswirkung der Position der Elektrodenkabel auf die Fettmasse</i>	31
3.5.2	<i>Auswirkung der Position der Elektrodenkabel auf die Skelettmuskelmasse</i>	32
3.5.3	<i>Auswirkung der Position der Elektrodenkabel auf das viszerale Fettgewebe</i>	34
3.5.4	<i>Auswirkung der Position der Elektrodenkabel auf den Phasenwinkel g</i>	34
3.6	Zustand des Magens	35
3.6.1	<i>Auswirkung des Zustands des Magens auf die Fettmasse</i>	35
3.6.2	<i>Auswirkung des Zustands des Magens auf die Skelettmuskelmasse</i>	35
3.6.3	<i>Auswirkung des Zustands des Magens auf das viszerale Fettgewebe</i>	36
3.6.4	<i>Auswirkung des Zustands des Magens auf den Phasenwinkel</i>	36
3.7	Standardisiertes Protokoll	37
4	Diskussion	39
4.1	Ergebnisdiskussion	39
4.1.1	<i>Diskussion zur Auswirkung des Füllstands der Blase</i>	39
4.1.1.1	<i>Diskussion zur Auswirkung des Füllstands der Blase auf die Fettmasse</i>	39
4.1.1.2	<i>Diskussion zur Auswirkung des Füllstands der Blase auf die Skelettmuskelmasse</i>	39
4.1.1.3	<i>Diskussion zur Auswirkung des Füllstands der Blase auf das viszerale Fettgewebe</i>	40
4.1.1.4	<i>Diskussion zur Auswirkung des Füllstands der Blase auf den Phasenwinkel</i>	40
4.1.1.5	<i>Zusammenfassung der Auswirkung des Füllstands der Blase auf die BIA-Parameter</i>	40
4.1.2	<i>Diskussion zur Auswirkung der Messpositionsdauer (Rückenlage)</i>	40
4.1.2.1	<i>Diskussion zur Auswirkung der Rückenlagedauer auf die Fettmasse</i>	41
4.1.2.2	<i>Diskussion zur Auswirkung der Rückenlagedauer auf die Skelettmuskelmasse</i>	41
4.1.2.3	<i>Diskussion zur Auswirkung der Rückenlagedauer auf das viszerale Fettgewebe</i>	41
4.1.2.4	<i>Diskussion zur Auswirkung der Rückenlagedauer auf den Phasenwinkel</i>	41
4.1.2.5	<i>Zusammenfassung der Auswirkung der Rückenlagedauer auf die BIA-Parameter</i>	42
4.1.3	<i>Diskussion zur Auswirkung der Taillenumfangsmessmethode</i>	42
4.1.3.1	<i>Diskussion zur Auswirkung der Taillenumfangsmessmethode auf die Fettmasse</i>	42

4.1.3.2 Diskussion zur Auswirkung der Taillenumfangsmessmethode auf die Skelettmuskelmasse	42
4.1.3.3 Diskussion zur Auswirkung der Taillenumfangsmessmethode auf das viszerale Fettgewebe	43
4.1.3.4 Diskussion zur Auswirkung der Taillenumfangsmessmethode auf den Phasenwinkel	43
4.1.3.5 Zusammenfassung der Auswirkung der Taillenumfangsmessmethode auf die BIA-Parameter	43
<i>4.1.4 Diskussion zur Auswirkung der Extremitätenposition</i>	<i>43</i>
4.1.4.1 Diskussion zur Auswirkung der Extremitätenposition auf die Fettmasse	44
4.1.4.2 Diskussion zur Auswirkung der Extremitätenposition auf die Skelettmuskelmasse	44
4.1.4.3 Diskussion zur Auswirkung der Extremitätenposition auf das viszerale Fettgewebe	44
4.1.4.4 Diskussion zur Auswirkung der Extremitätenposition auf den Phasenwinkel	45
4.1.4.5 Zusammenfassung der Auswirkung der Extremitätenposition auf die BIA-Parameter	45
<i>4.1.5 Diskussion zur Auswirkung der Elektrodenkabelposition</i>	<i>45</i>
4.1.5.1 Diskussion zur Auswirkung der Elektrodenkabelposition auf die Fettmasse	45
4.1.5.2 Diskussion zur Auswirkung der Elektrodenkabelposition auf die Skelettmuskelmasse	46
4.1.5.3 Diskussion zur Auswirkung der Elektrodenkabelposition auf das viszerale Fettgewebe	46
4.1.5.4 Diskussion zur Auswirkung der Elektrodenkabelposition auf den Phasenwinkel	46
4.1.5.5 Zusammenfassung der Auswirkung der Elektrodenkabelposition auf die BIA-Parameter	46
<i>4.1.6 Diskussion zur Auswirkung des Magen Zustands</i>	<i>47</i>
4.1.6.1 Diskussion zur Auswirkung des Magen Zustands auf die Fettmasse	47
4.1.6.2 Diskussion zur Auswirkung des Magen Zustands auf die Skelettmuskelmasse	47
4.1.6.3 Diskussion zur Auswirkung des Magen Zustands auf das viszerale Fettgewebe	47
4.1.6.4 Diskussion zur Auswirkung des Magen Zustands auf den Phasenwinkel	48
4.1.6.5 Zusammenfassung der Auswirkung des Magen Zustands auf die BIA-Parameter	48
<i>4.1.7 Standardisiertes Protokoll</i>	<i>48</i>
4.2 Einschränkung der Studie	49
4.2.1 Einschränkung der Methode	49
4.2.2 Einschränkung der Ergebnisse	51
4.3 Schlussfolgerung und Ausblick	52
Literaturverzeichnis	53
Anhang	57
A: Rekrutierungsposter auf Deutsch	57
B: Rekrutierungsposter auf Englisch	58

C: Fragebogen auf Deutsch am Beispiel des Studentenwohnheims Berliner Tor 3 (BT3)	59
D: Fragebogen auf Englisch am Beispiel des Studentenwohnheims Berliner Tor 3 (BT3)	64
E: Messdatenblatt mit schriftlicher Einwilligung	69
F: Tabellenansicht von BIA-Ergebnissen einer Testperson.....	71
G: Verlaufsansicht von BIA-Ergebnissen einer Testperson	73
H: BIA-Bericht einer Testperson auf Deutsch.....	75
I: BIA-Bericht einer Testperson auf Englisch.....	78
J: BIA-Bericht einer Testperson auf Chinesisch.....	81
K: BIA-Bericht einer Testperson (teilweise) auf Ukrainisch.....	84
L: BIA-Ergebnisse der Pilotexperimenten.....	75
M: BIA-Ergebnisse der Studie	76

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Definierte anatomische Stellen für die Platzierung der Elektroden.....	16
Abbildung 2: Bland-Altman-Plots* verschiedener Analyseparameter zwischen Messungen bei entleerter Blase und Messungen bei voller Blase	22
Abbildung 3: Bland-Altman-Plots* verschiedener Analyseparameter zwischen Messungen nach 10 Minuten in Rückenlagen und Messungen nach 5 Minuten in Rückenlage.....	22
Abbildung 4: Bland-Altman-Plots* verschiedener Analyseparameter zwischen Messungen mit Angabe des Taillenumfangs mit der WC-2-Finger-Methode und Messungen mit Angabe des Taillenumfangs mit der WC-mid-Methode	28
Abbildung 5: Bland-Altman-Plots* verschiedener Analyseparameter zwischen Messungen mit ausgestreckten Extremitäten und Messungen mit berührenden Extremitäten	28
Abbildung 6: Bland-Altman-Plots* verschiedener Analyseparameter zwischen Messungen ohne Berührung der Elektrodenkabel und Messungen mit Berührung der Elektrodenkabel ..	33
Abbildung 7: Bland-Altman-Plots* verschiedener Analyseparameter zwischen Messungen bei leerem Magen und Messungen bei vollem Magen	33

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Allgemeine Merkmale der Testpersonen.....	20
Tabelle 2: Verzerrung und Übereinstimmungsgrenzen von Fettmasse zwischen Messungen bei entleerter Blase und Messungen bei voller Blase	21
Tabelle 3: Verzerrung und Übereinstimmungsgrenzen von Skelettmuskelmasse zwischen Messungen bei entleerter Blase und Messungen bei voller Blase	21
Tabelle 4: Verzerrung und Übereinstimmungsgrenzen von viszeralem Fett zwischen Messungen bei entleerter Blase und Messungen bei voller Blase	23
Tabelle 5: Verzerrung und Übereinstimmungsgrenzen von Phasenwinkel zwischen Messungen bei entleerter Blase und Messungen bei voller Blase	23
Tabelle 6: Verzerrung und Übereinstimmungsgrenzen von Fettmasse zwischen Messungen nach 10 Minuten in Rückenlagen und Messungen nach 5 Minuten in Rückenlage.....	24
Tabelle 7: Verzerrung und Übereinstimmungsgrenzen von Skelettmuskelmasse zwischen Messungen nach 10 Minuten in Rückenlagen und Messungen nach 5 Minuten in Rückenlage.....	24
Tabelle 8: Verzerrung und Übereinstimmungsgrenzen von viszeralem Fett zwischen Messungen nach 10 Minuten in Rückenlagen und Messungen nach 5 Minuten in Rückenlage	25
Tabelle 9: Verzerrung und Übereinstimmungsgrenzen von Phasenwinkel zwischen Messungen nach 10 Minuten in Rückenlagen und Messungen nach 5 Minuten in Rückenlage	25

Tabelle 10: Verzerrung und Übereinstimmungsgrenzen von Fettmasse zwischen Messungen mit Angabe des Taillenumfangs mit der WC-2-Finger-Methode und Messungen mit Angabe des Taillenumfangs mit der WC-mid-Methode	26
Tabelle 11: Verzerrung und Übereinstimmungsgrenzen von Skelettmuskelmasse zwischen Messungen mit Angabe des Taillenumfangs mit der WC-2-Finger-Methode und Messungen mit Angabe des Taillenumfangs mit der WC-mid-Methode	27
Tabelle 12: Verzerrung und Übereinstimmungsgrenzen von viszeralem Fett zwischen Messungen mit Angabe des Taillenumfangs mit der WC-2-Finger-Methode und Messungen mit Angabe des Taillenumfangs mit der WC-mid-Methode.....	27
Tabelle 13: Verzerrung und Übereinstimmungsgrenzen von Phasenwinkel zwischen Messungen mit Angabe des Taillenumfangs mit der WC-2-Finger-Methode und Messungen mit Angabe des Taillenumfangs mit der WC-mid-Methode.....	29
Tabelle 14: Verzerrung und Übereinstimmungsgrenzen von Fettmasse zwischen Messungen mit ausgestreckten Extremitäten und Messungen mit berührenden Extremitäten	30
Tabelle 15: Verzerrung und Übereinstimmungsgrenzen von Skelettmuskelmasse zwischen Messungen mit ausgestreckten Extremitäten und Messungen mit berührenden Extremitäten.....	30
Tabelle 16: Verzerrung und Übereinstimmungsgrenzen von viszeralem Fett zwischen Messungen mit ausgestreckten Extremitäten und Messungen mit berührenden Extremitäten.....	31
Tabelle 17: Verzerrung und Übereinstimmungsgrenzen von Phasenwinkel zwischen Messungen mit ausgestreckten Extremitäten und Messungen mit berührenden Extremitäten.....	31
Tabelle 18: Verzerrung und Übereinstimmungsgrenzen von Fettmasse zwischen Messungen ohne Berührung der Elektrodenkabel und Messungen mit Berührung der Elektrodenkabel ..	32
Tabelle 19: Verzerrung und Übereinstimmungsgrenzen von Skelettmuskelmasse zwischen Messungen ohne Berührung der Elektrodenkabel und Messungen mit Berührung der Elektrodenkabel	32
Tabelle 20: Verzerrung und Übereinstimmungsgrenzen von viszeralem Fett zwischen Messungen ohne Berührung der Elektrodenkabel und Messungen mit Berührung der Elektrodenkabel	34
Tabelle 21: Verzerrung und Übereinstimmungsgrenzen von Phasenwinkel zwischen Messungen ohne Berührung der Elektrodenkabel und Messungen mit Berührung der Elektrodenkabel	35
Tabelle 22: Verzerrung und Übereinstimmungsgrenzen von Fettmasse zwischen Messungen bei leerem Magen und Messungen bei vollem Magen	35
Tabelle 23: Verzerrung und Übereinstimmungsgrenzen von Skelettmuskelmasse zwischen Messungen bei leerem Magen und Messungen bei vollem Magen	36

Tabelle 24: Verzerrung und Übereinstimmungsgrenzen von viszeralem Fett zwischen Messungen bei leerem Magen und Messungen bei vollem Magen	36
Tabelle 25: Verzerrung und Übereinstimmungsgrenzen von Phasenwinkel zwischen Messungen bei leerem Magen und Messungen bei vollem Magen	37

Abkürzungsverzeichnis

BCM	Körperzellmasse
BIA	bioelektrische Impedanzanalyse
BMI	Body Mass Index
CRP	C-reaktives Protein
DXA	Dual-Röntgen-Absorptiometrie
ECW	extrazelluläres Wasser
FFM	fettfreie Masse
FM	Fettmasse
HbA1c	Hämoglobin A1c
HDL	High-density Lipoprotein
ICW	intrazelluläres Wasser
IDF	International Diabetes Federation
kg	Kilogramm
L	Liter
m	meter
M	Mittelwert
mBCA	medical Body Composition Analyzer
MD	mittlere Differenz
MRI	Magnetresonanztomographie
NIH	National Institute of Health
PAL	Physical Activity Level
PhA	Phasenwinkel
R	Widerstand
SD	Standardabweichung
SMM	Skelettmuskelmasse
SOP	Standardarbeitsanweisungen
TBW	Gesamtkörperwasser
VAT	viszerales Fettgewebe
WC	Taillenumfang
WHO	Weltgesundheitsorganisation
Z	Impedanz
ZEB	Zentrale für Ernährungsberatung
Δ	Differenz
°	Grad

Zusammenfassung

Die bioelektrische Impedanzanalyse (BIA) ist eine Methode zur Bestimmung der Körperzusammensetzung, die eine wichtige Rolle in den Bereichen Medizin, Gesundheit und Fitness spielt. Da sie nur eine Schätzung liefert, ist es wichtig, Fehler zu minimieren, insbesondere solche, die auf die Messbedingungen zurückzuführen sind. Obwohl die Hersteller der BIA-Analysegeräte Voraussetzungen für die BIA-Messungen genannt haben, sind diese in der klinischen Praxis nicht immer praktikabel. Auch die bisherige Literatur zu den möglichen Auswirkungen abweichender Messbedingungen ist begrenzt und uneinheitlich. In dieser Studie wurde daher der Einfluss von in der klinischen Praxis häufig auftretenden Variablen auf BIA-Parameter untersucht, die in der täglichen Beratung von Patient*innen praktikabler sind, darunter Fettmasse, Skelettmuskelmasse, viszerales Fettgewebe und Phasenwinkel. Zu diesem Zweck wurde eine Test-Retest-Studie mit 50 allgemein gesunden Personen im Alter von 18 bis 65 Jahren durchgeführt. Es wurde festgestellt, dass das Entleeren der Blase und das Auseinanderlegen der Extremitäten insgesamt einen signifikanten Unterschied bei den BIA-Parametern im Vergleich zur BIA unter Standardbedingungen ergab. Sie sind daher wichtige Voraussetzungen für BIA-Messungen. Die Dauer der Rückenlage der Testpersonen, die Methode zur Messung des Taillenumfangs, die Position der Elektrodenkabel und ob die Testpersonen vor oder nach einer Mahlzeit gemessen wurden, zeigten dagegen insgesamt keinen signifikanten Unterschied und sind daher Messbedingungen, bei denen keine besondere Vorsicht geboten ist, um genaue BIA-Ergebnisse zu gewährleisten. Anhand dieser Ergebnisse wurde ein standardisiertes Messprotokoll erstellt, das den Gesundheitsfachkräften bei der Verwendung des BIA-Analysegeräts in der klinischen Praxis helfen soll.

Abstract

Bioelectrical impedance analysis (BIA) being a body composition assessment plays a critical role in the medical, health, and fitness sector. As it provides only an estimation, it is important to minimize errors especially those due to measuring conditions. Even though manufacturers of the BIA-analysers have stated prerequisites for BIA, they are not always practicable in clinical practice. Literature to date is also limited and inconsistent concerning the possible impact of deviating measuring conditions. Thus, this study investigated the impact of variables that often appear in clinical practice on BIA parameters that are more practical in day-to-day consultation of patients, including fat mass, skeletal muscle mass, visceral adipose tissue, and phase angle. The analysis for this study was carried out using a test-retest study conducted on 50 generally healthy individuals of 18 to 65 years of age. It was found that voiding the bladder and positioning extremities apart from one another showed an overall significant difference on BIA parameters as compared to BIA conducted under standard conditions. They are therefore important prerequisites of BIA measurements. On the other hand, the duration of participants being in supine position, the method used to measure waist circumference, the position of electrode cables and whether participants are measured post or pre-prandial was found to show an overall insignificant difference and are therefore measuring conditions that need not be given special caution in ensuring accurate BIA results. Based on these findings, a standardized measuring protocol was established to assist health personnel in using the BIA analyser in clinical practice.

1 Einführung

1.1 Bioelektrische Impedanzanalyse

Die bioelektrische Impedanzanalyse (*bioelectrical impedance analysis*, BIA), die erstmals in den 1950er Jahren von Thomasset eingeführt wurde (Slinde & Rossander-Hulthén, 2001), ist eine Methode, die Schätzwerte zur Körperzusammensetzung liefert. Sie basiert auf dem Prinzip der elektrischen Leitfähigkeit, wobei das in Muskeln und Knochen enthaltene Wasser den Stromfluss durch den Körper ermöglicht, während nichtleitendes Körperfett dem Stromfluss einen Widerstand (*resistance*, R) entgegensetzt (Dehghan & Merchant, 2008). Daher können Rohvariablen wie Impedanz (*impedance*, Z) und Phasenwinkel (*phase angle*, PhA) direkt von einem BIA-Analysegerät gemessen werden, die dann entweder auf eine eigene oder veröffentlichte Gleichung angewendet werden, um verschiedene sekundäre Parameter zu berechnen. Dazu gehören Fettmasse (*fat mass*, FM), fettfreie Masse (*fat free mass*, FFM), Körperzellmasse (*body cell mass*, BCM), Skelettmuskelmasse (*skeletal muscle mass*, SMM), Gewebefeuchtigkeit, viszerales Fettgewebe (*visceral adipose tissue*, VAT) usw. (Randhawa et al., 2021; Smirnov et al., o.J.). Diese Daten, die Aufschluss über die Zusammensetzung des Körpers geben, sind besonders wichtig für die Beurteilung des Ernährungszustands der Bevölkerung, für die Überwachung der Leistung von Sportler*innen (Ballarin u. a., 2021) und für die Diagnose verschiedener Krankheiten (Bohn u. a., 2015; Bosity-Westphal u. a., 2017; Kołodziej u. a., 2022). Es gibt zwar mehrere Methoden zur Beurteilung der Körperzusammensetzung, jedoch hat sich die BIA als einfachere, kostengünstigere und weniger zeitaufwändige Methode erwiesen (Randhawa u. a., 2021; Smirnov u. a., o.J.; Verney u. a., 2016) als die Berechnung des Body Mass Index (BMI) (Bohn u. a., 2015) oder die Verwendung von „Goldstandards“ wie der Magnetresonanztomographie (*magnetic resonance imaging*, MRI) (Hamilton-James u. a., 2021) und der Dual-Röntgen-Absorptiometrie (*dual-energy x-ray absorptiometry*, DXA) (Verney u. a., 2016). Daher ist die Anwendung der BIA vor allem bei Gesundheitspersonal, einschließlich Ärzt*innen und Ernährungsberater*innen, sowie bei Trainer*innen in Fitnessstudios sehr beliebt (Bartels u. a., 2019).

1.2 Analyseparameter der bioelektrischen Impedanzanalyse

Unter den verschiedenen verfügbaren BIA-Parametern geben die (Gesamtkörper-) FM sowie das VAT am besten Auskunft über den Zusammenhang mit Adipositas (Bohn u. a., 2015) – einer weltweit alarmierenden Volkskrankheit (Deutsche Adipositas Gesellschaft & Arbeitsgemeinschaft Adipositas im Kindes- und Jugendalter, o.J.). Es ist nicht die Zunahme des Körpergewichts, wie sie bei der Berechnung des BMI mit der Formel Körpergewicht/Körpergröße² berücksichtigt wird, sondern die erhöhte FM und insbesondere die um die Bauchorgane verteilte Fettmasse, VAT, die stark mit der Insulinresistenz korreliert und somit das Risiko von Adipositas-Komorbiditäten wie

Bluthochdruck, Dyslipidämie, Diabetes mellitus Typ 2 usw. erhöht (Bohn u. a., 2015). Daher sind FM und VAT wichtige Analyseparameter, die bei der Interpretation der BIA-Ergebnisse berücksichtigt werden müssen.

Darüber hinaus ist die Beurteilung des Zustands der Skelettmuskulatur von entscheidender Bedeutung für die Erkennung zugrundeliegender Gesundheitsprobleme wie Sarkopenie und Nährstoffmangel, die durch eine hohe FM oder Wassereinlagerungen verdeckt werden können (Pawelzik, 2021). Diese Gesundheitsprobleme sind hauptsächlich auf die Zunahme ungesunder Ernährungsgewohnheiten und den Rückgang der körperlichen Aktivität zurückzuführen (Kołodziej u. a., 2022). Infolgedessen nehmen Quantität und Qualität der Muskeln ab, was schwerwiegende gesundheitliche Folgen wie Schwäche, Behinderung, Morbidität und sogar Mortalität nach sich zieht, wenn dies nicht frühzeitig erkannt wird (Kołodziej u. a., 2022). Des Weiteren ist der Parameter SMM auch für das Gesundheitspersonal bei der Betreuung adipöser Patient*innen nützlich. Es ist möglich, dass adipöse Menschen trotz einer hohen FM noch über eine beträchtliche Menge an SMM verfügen. Ziel der Adipositas-Behandlung ist es daher, eine stärkere Abnahme der FM bei gleichzeitiger Beibehaltung oder minimaler Abnahme der SMM zu erreichen. Dieser Fortschritt einer qualitativ guten Gewichtsabnahme kann durch BIA-Messungen gut überwacht werden.

Darüber hinaus müssen die FM- und SMM-Werte zusammen mit dem PhA berücksichtigt werden, um ein umfassenderes Bild der Gesundheit einer Person zu erhalten (Obayashi u. a., 2021). Mit Hilfe des PhA kann eine Aussage über die Zellqualität und -quantität getroffen werden (Pawelzik, 2021), da er die Hydratation und Zellfunktion darstellt (Obayashi u. a., 2021). Wird eine sehr hohe und unplausible SMM vor allem in den Beinen festgestellt und dabei ein niedriger PhA gemessen, deutet dies darauf hin, dass es sich bei dem ermittelten hohen Anteil an Muskelmasse lediglich um Wassereinlagerungen handelt (Pawelzik, 2021). Dies vorausgeschickt, wären hohe SMM- und niedrige FM-Werte zusammen mit hohen PhA-Werten ideal.

1.3 Messbedingungen der bioelektrischen Impedanzanalyse

Es ist offensichtlich, dass BIA-Messungen Ergebnisse liefern können, die im klinischen Umfeld nützlich sind. Hierfür muss die Durchführung unter standardisierten Bedingungen erfolgen, damit die ermittelten Parameter exakt und reproduzierbar sind. In der klinischen Praxis wird dies häufig durch die so genannten Standardarbeitsanweisungen (*Standard Operating Procedure, SOP*) gewährleistet (Pawelzik, 2021). Nach Angaben des *National Institute of Health* (NIH) muss dabei sichergestellt werden, dass die Testpersonen hydriert sind, innerhalb von 4 Stunden keine Speisen und Getränke zu sich genommen haben, eine entleerte Blase haben und innerhalb von 12 Stunden vor der Messung keine mäßig bis anstrengende körperliche Betätigung ausgeübt haben (Randhawa u. a., 2021). Diese Anforderungen können jedoch je nach Modell und Hersteller des BIA-

Analysegeräts unterschiedlich sein und müssen daher von den Gesundheitsfachkräften bei der Durchführung von BIA-Messungen berücksichtigt werden.

Auch wenn die SOP oder Messbedingungen für die BIA-Messungen klar angegeben sind, sind sie in der klinischen Praxis nicht immer praktikabel, insbesondere bei der allgemeinen Bevölkerung und bei Berufsgruppen wie dem Militär, der Polizei und der Feuerwehr (Randhawa u. a., 2021). Vor diesem Hintergrund wurden mehrere Studien durchgeführt, um herauszufinden, ob sich die Nichteinhaltung von Messbedingungen auf verschiedene Parameter der BIA auswirkt (Kerr u. a., 2017; Randhawa u. a., 2021; Slinde & Rossander-Hulthén, 2001; Thurlow u. a., 2018; Tinsley u. a., 2017; Vázquez u. a., 2015). Zu den abweichenden Messbedingungen, die in früheren Studien untersucht wurden, gehörten vor allem die Auswirkung der Nahrungs- und Wasseraufnahme und einige die Art der eingenommenen Mahlzeit, der Grad der Dehydrierung, der Grad der körperlichen Betätigung, die Blasenentleerung und die Körperhaltung vor dem Test auf die (akute) BIA-Körperzusammensetzung. Zusätzlich zu einigen dieser Messbedingungen werden im Verlauf dieser Arbeit die folgenden Bedingungen näher erläutert:

1.3.1 Füllstand der Blase

Ein ausgeglichener Hydratationszustand ist eine wichtige Voraussetzung für die BIA (Randhawa u. a., 2021; Ryan & Elahi, 2007), was bedeutet, dass sowohl eine Dehydratation als auch eine Flüssigkeitsüberladung vermieden werden sollten, um die Genauigkeit der gemessenen Parameter zu erhalten (Ryan & Elahi, 2007). Eine Flüssigkeitsaufnahme, die zu einer Zunahme der Gesamtkörperflüssigkeit führt, oder Veränderungen der Flüssigkeitsverteilung, des Magen-Darm-Inhalts, oder der Elektrolytkonzentration (Tinsley u. a., 2017) führen zu einer Verringerung des Widerstands, R sodass der Wechselstrom die Wasserkomponente leichter durchdringen kann (Vázquez u. a., 2015). Infolgedessen entsteht fälschlicherweise der Eindruck eines höheren Anteils an fettfreier Körpermasse, das heißt es wird der Eindruck einer höheren SMM und einer niedrigeren FM vermittelt (Kerr u. a., 2017). Diese Erkenntnis kann somit mit unter begründen, weshalb die Testpersonen vor einer BIA-Messung immer aufgefordert werden, ihre Blase zu entleeren (Randhawa u. a., 2021; seca GmbH & Co. KG, 2021). Es gibt jedoch nur wenig Literatur darüber, ob das Entleeren der Blase das genannte Problem tatsächlich löst (González-Correa & Caicedo-Eraso, 2012; Randhawa u. a., 2021). Basierend auf einer aktuellen Studie, in der die Testpersonen angewiesen wurden, am Tag vor dem Test 3 L Wasser zu trinken und ihre Blase mindestens 2 Stunden vor der BIA-Messung nicht zu entleeren, wurde festgestellt, dass es keinen signifikanten Unterschied im Prozentsatz von FM gibt, selbst wenn die Blase nicht entleert wird (Randhawa u. a., 2021).

Für andere wichtige BIA-Parameter wie SMM, VAT und PhA gibt es nach Kenntnis der Autorin noch keine Studien, die den Einfluss der Blasenentleerung auf diese Parameter untersuchen.

1.3.2 Dauer in der Messposition

BIA-Messungen können je nach verwendetem Gerät im Stehen oder in Rückenlage durchgeführt werden. Beide Arten von Messungen erfordern, dass sich die Testpersonen für eine bestimmte Zeit in der Messposition befinden, damit sich die Körperflüssigkeit stabilisieren kann. Ist die Dauer für diese Position nicht ausreichend, werden der gemessene Z-Wert und infolgedessen auch andere sekundäre Parameter beeinflusst (Kushner u. a., 1996; Lyons-Reid u. a., 2021). Dies gilt insbesondere für BIA-Messungen in Rückenlage bei Patient*innen, die vor der Messung standen oder liefen, da sich die Wasserverteilung durch die Schwerkraft von der stehenden in die liegende Position stärker verschiebt (Kushner u. a., 1996; Lyons-Reid u. a., 2021). In den Leitlinien für Erwachsene wird daher empfohlen, BIA-Messungen in Rückenlage nach einer Zeitspanne von 4 bis 10 Minuten durchzuführen (Lyons-Reid u. a., 2021). In einer anderen Studie wurde sogar vorgeschlagen, die gleiche Körperposition vor einer BIA-Messung bis zu 30 Minuten beizubehalten (Thurlow u. a., 2018). Allerdings ist eine Messung mit Liegeposition bis zu 10 Minuten allein bereits zeitaufwändig (Hamilton-James u. a., 2021) und wird daher in der klinischen Praxis aus Zeitmangel in den Sprechstunden oft nicht realisiert. Die Notwendigkeit solcher Körperpositionsvorbereitungen ist jedoch in Bezug auf ihren Einfluss auf wichtige BIA-Parameter wie FM, SMM, VAT und PhA unbekannt. Nach Kenntnis der Autorin haben sich die bisherigen Studien nur auf Parameter wie Z, Gesamtkörperwasser (*Total Body Water*, TBW), extrazelluläres Wasser (*Extracellular Water*, ECW), intrazelluläres Wasser (*Intracellular Water*, ICW) (Slinde u. a., 2003) und R (Kushner u. a., 1996) konzentriert.

1.3.3 Messmethode des Taillenumfangs

Der Taillenumfang (*waist circumference*, WC) ist ein wirksamer Indikator für zentrale Adipositas (Ma u. a., 2013). Die Messung des Taillenumfangs ist nicht nur einfach, sondern korreliert auch stärker mit dem intraabdominalen Fettgehalt, VAT, im Vergleich zu anderen Indikatoren wie der BMI und das Verhältnis von Taille zu Hüfte (Ma u. a., 2013). Die Menge an VAT ist ein direkter Hinweis auf das Risiko einer Person, Stoffwechselkrankheiten wie Typ-2-Diabetes, Dyslipidämie und das metabolische Syndrom sowie Herz-Kreislauf-Erkrankungen wie Bluthochdruck, Arteriosklerose, Herzinfarkt und Schlaganfall zu entwickeln (Ma u. a., 2013; Zentrale für Ernährungsberatung e.V., 2022a).

Je nach BIA-Gerät ist der Taillenumfang ein zusätzlicher Wert, der vom medizinischen Personal gemessen wird und vor Beginn der Messung in das Gerät eingegeben werden muss. Daher ist es wichtig sicherzustellen, dass die Methode zur Messung des Taillenumfangs standardisiert ist, um möglichst genaue und reproduzierbare Ergebnisse zu erzielen. Dies wird jedoch vom Hersteller nicht ausdrücklich beschrieben.

Von den zahlreichen empfohlenen Stellen für die Messung des Taillenumfangs wurde festgestellt, dass die Messung in der horizontalen Ebene in der Mitte zwischen den untersten Rippen und dem Beckenkamm (im Folgenden: WC-Mid-Methode), die von der Weltgesundheitsorganisation (*World Health Organization*, WHO) und der *International Diabetes Federation* (IDF) empfohlen wird, eine bessere Korrelation mit dem VAT aufweist. Der mittels der WC-Mid-Methode ermittelten Messwerte korrelieren auch stärker mit Blutdruck, Plasmaglukose, Hämoglobin A1c (HbA1c), Triglyzeridspiegel, *High-density Lipoprotein* (HDL)-Cholesterin und C-reaktivem Protein (CRP) (alle $p < 0,05$) (Ma u. a., 2013).

In der klinischen Praxis erweist es sich jedoch als sehr schwierig, den Taillenumfang von adipösen Patient*innen mit der WC-mid-Methode zu messen, da die unterste Rippe und der Beckenkamm aufgrund der dicken Fettschicht nur schwer zu lokalisieren sind. Um dieses Problem zu lösen, haben Ernährungstherapeut*innen eines Instituts in Deutschland, der Zentrale für Ernährungsberatung (ZEB) e.V., die WC-Messung in der horizontalen Ebene auf zwei Fingern (Zeige- und Mittelfinger) entwickelt, die von den Patient*innen direkt über dem Bauchnabel angelegt werden (im Folgenden: WC-2-Finger-Methode). Diese Methode lässt sich leicht anwenden, ohne dass die Ernährungstherapeut*innen sehr stark in die Seiten der Patient*innen drücken müssen, was nicht nur den Patient*innen Unannehmlichkeiten erspart, sondern auch die Messung des Taillenumfangs erleichtert. Außerdem wird die Methode auf die Weise standardisiert, dass immer die Finger der Patient*innen für die Messung verwendet werden, was somit auch ihre Reproduzierbarkeit sichert, wodurch spätere Ergebnisse von BIA-Messungen vergleichbar werden.

Obwohl die WC-2-Fingermethode in der klinischen Praxis zwar bequem und praktisch sein mag, so ist die Korrelation der Messergebnisse bei Anwendung dieser Methode zu verschiedenen Parametern wie FM, SMM, PhA und insbesondere VAT im Vergleich zur WC-mid-Methode noch nicht bestätigt worden.

1.3.4 Position der Extremitäten

Die Position der Extremitäten während der BIA-Messung ist ebenfalls wichtig, um aussagekräftige Messwerte zu gewährleisten. Tatsächlich hat die Nichtbeachtung dieser Variable laut einer systematischen Literaturrecherche den größten Einfluss auf die BIA-Ergebnisse (González-Correa & Caicedo-Eraso, 2012). Arme, die in einem Winkel von 30° oder 90° vom Rumpf ausgestreckt sind, haben eine prozentuale Veränderung der BIA-Ergebnisse von 2,5 % zur Folge, der Kontakt von gekreuzten Beinen eine prozentuale Veränderung von 18 % und der Kontakt der Hände mit der Taille eine prozentuale Veränderung von bis zu 43 % (González-Correa & Caicedo-Eraso, 2012; Kushner u. a., 1996). Dies ist darauf zurückzuführen, dass der Kontakt von Haut zu Haut den Stromfluss unterbricht, sodass der Strom durch den kürzesten verfügbaren elektrischen Laufweg fließt und nicht alle Teile des Körpers durchfließt. Dies verfälscht die Messung dahingehend, dass zu niedrigen

Z-Werte und einem ungenauen Ergebnis zur Körperzusammensetzung ermittelt werden (Kushner u. a., 1996; Niemeier, 2022). Daher ist es äußerst wichtig, die Gliedmaßen entsprechend den Empfehlungen zu platzieren. Je nach Informationsquelle werden unterschiedliche Anforderungen gestellt, z. B. die Streckung der Arme um 15° bei der Anwendung des InBody 720-Geräts (Roekenes u. a., 2015) und die Streckung der Arme vom Rumpf um etwa 30° und die Trennung der Beine um etwa 45°, wie in anderen Studien empfohlen (Kyle u. a., 2004; Walter-Kroker u. a., 2011). Einige Hersteller machen hingegen keine Angaben zum Winkel, in dem die Extremitäten aufgestellt werden müssen, sondern weisen lediglich darauf hin, dass die Arme den Körper nicht berühren und die Beine schulterbreit auseinander positioniert werden sollten (seca GmbH & Co. KG, 2021).

In der klinischen Praxis ist dies jedoch nicht immer praktikabel, insbesondere bei (extrem) adipösen Patient*innen. Die Therapieliege ist oft zu schmal, um den Patient*innen zu ermöglichen, ihre Arme und Beine auszustrecken und genügend Platz dazwischen zu lassen (Rush u. a., 2006). Manchmal werden sie sogar gebeten, ihre Hände auf den Bauch zu legen, weil der Platz nicht ausreicht. Obwohl es Literatur über die prozentuale Veränderung der BIA-Ergebnisse durch die Berührung der Extremitäten mit dem Körper (González-Correa & Caicedo-Eraso, 2012) und die Auswirkungen auf den Z-Wert (Kushner u. a., 1996) gibt, sind die Auswirkungen speziell auf die BIA-Parameter FM, SMM, VAT und PhA unbekannt.

1.3.5 Position der Elektrodenkabel

Je nach Art des verwendeten BIA-Analysegeräts sind bei einigen Geräten die Elektroden in die Waage integriert, während bei anderen Geräten Klebeelektroden verwendet werden, die über Kabel mit dem Analysegerät verbunden sind (Hamilton-James u. a., 2021). Um genaue Ergebnisse zu erhalten, muss auch auf die Position dieser Elektrodenkabel geachtet werden. Ähnlich wie die Position der Extremitäten bedingt auch die Position der Elektrodenkabel stark davon ab, wie der elektrische Strom durch den Körper fließt, ohne dass er durch andere elektrisch leitende Objekte behindert oder gestört wird. Gemäß den Richtlinien für ein Multifrequenz-BIA-Gerät sollten die Kabel nicht in Kontakt mit anderen Körperteilen sein. Sie sollten auch keine elektrisch leitenden Gegenstände wie das Bettgestell berühren, um Messfehler zu verhindern (seca GmbH & Co. KG, o.J.). In der klinischen Praxis einiger Ernährungstherapeut*innen werden die Kabel jedoch unter den Händen und Füßen der Klient*innen verlegt, um die Kabel zu befestigen. Diese Durchführung kann auch dadurch begründet sein, dass sich die durchführende Person nicht bewusst ist, wie dies die Ergebnisse der BIA-Parameter beeinflussen kann. Nach dem Kenntnisstand der Autorin wurde die Auswirkung der Position der Elektrodenkabel auf die BIA-Parameter bisher in der Literatur noch nicht untersucht.

1.3.6 Zustand des Magens

Obwohl der Einfluss des Magen Zustands aufgrund von Nahrungsaufnahme auf die BIA-Ergebnisse nicht so erheblich ist wie der anderer Variablen (González-Correa & Caicedo-Eraso, 2012), stand er stets im Mittelpunkt der wissenschaftlichen Forschung (Randhawa u. a., 2021; Slinde & Rossander-Hulthén, 2001; Tinsley u. a., 2017; Vázquez u. a., 2015). Dies zeigt, wie sehr dieses Phänomen berücksichtigt wird, da es in der klinischen Praxis schwierig ist, morgens nach einer nächtlichen Fastenzeit (in der Regel 12 Stunden) BIA-Messungen für Patient*innen zu arrangieren (Vázquez u. a., 2015). Daher wäre es in einer realen Situation ideal, wenn die BIA-Ergebnisse auch bei einer Messung nach der Nahrungsaufnahme hierdurch nicht maßgeblich beeinflusst werden würden.

Theoretisch wird die aufgenommene Nahrung als „Flüssigkeit“ im Körper betrachtet und beeinflusst daher die BIA-Parameter genauso wie die Wasseraufnahme, was zu einem Rückgang der Z- (Slinde & Rossander-Hulthén, 2001; Tinsley u. a., 2017) und FM-Schätzungen (Tinsley u. a., 2017) führt, während TBW und SMM (Kerr u. a., 2017; Tinsley u. a., 2017) ansteigen. Es gibt jedoch auch Studien, die das Gegenteil beweisen und darauf hinweisen, dass es auch nach der Nahrungsaufnahme keinen signifikanten Unterschied bei der VAT (Vázquez u. a., 2015) und dem prozentualen Anteil der FM (Randhawa u. a., 2021) gibt. Diese widersprüchlichen Ergebnisse werfen die Frage auf, welches Ergebnis wirklich zutreffend ist. Außerdem ist unklar, ob ein voller Magen bei den Ergebnissen der PhA eine Rolle spielt.

1.4 Zweck der Studie

Trotz der praktischen und einfachen Durchführbarkeit der BIA-Messungen, ist das Standardisieren der Messbedingungen zur Gewährleistung der Genauigkeit und Reproduzierbarkeit von entscheidender Bedeutung, insbesondere bei der Längsschnittbeobachtung in der klinischen Praxis. Laut der systematischen Übersichtsarbeit von González-Correa und Caicedo-Eraso (2012) gibt es 6 Kategorien von Variablen, unter denen sich jeweils 37 mögliche Variablen befinden, die die BIA-Ergebnisse beeinflussen können. In diesem Zusammenhang konzentriert sich diese Studie hauptsächlich auf die Auswirkungen von 6 Variablen auf 4 Analyseparameter, die für die Interpretation der BIA-Ergebnisse für Patient*innen besonders nützlich sind.

Das Ziel dieser Studie ist daher, den Einfluss (1) des Füllstands der Blase, (2) der Dauer in der Messposition, (3) der Messmethode des Taillenumfangs, (4) der Position der Extremitäten, (5) der Position der Elektrodenkabel und (6) des Zustands des Magens auf das Ergebnis der FM, der SMM, des VAT und des PhA zu bestimmen. Auf der Grundlage der erzielten Ergebnisse zielte diese Studie auch darauf ab, ein standardisiertes Protokoll als Checkliste für zukünftige Benutzer*innen des BIA-Analysegeräts zu erstellen.

2 Methode

Eine Test-Retest-Studie wurde konzipiert, um festzustellen, wie die wichtigen BIA-Parameter (FM, SMM, VAT und PhA) von unterschiedlichen Messbedingungen/ Variablen beeinflusst werden und um ein praktikables Messprotokoll für die Verwendung des BIA-Geräts zu erstellen. Die hierfür betrachteten Messbedingungen waren der Füllstand der Blase, die Dauer der Messposition, die Methode des Taillenumfangs, die Position der Extremitäten, die Position der Elektrodenkabel und der Zustand des Magens. Für die Studie wurden 7 Tests pro Testperson durchgeführt, wobei 6 davon jeweils eine andere untersuchte Messbedingung enthielten. Außerdem wurde ein Kontrollversuch durchgeführt, der als Vergleichspunkt zu den Testergebnissen der untersuchten Messbedingungen diente. Die Reihenfolge der Messungen wurde so gestaltet, dass nachfolgende Messungen nicht durch die vorhergehenden Messungen beeinflusst wurden.

2.1 Testpersonen

Die Zielgruppe dieser Studie waren im Allgemeinen gesunde erwachsene Männer und Frauen im Alter zwischen 18 und 65 Jahren (Bosy-Westphal u. a., 2017). Ausschlusskriterien für die Teilnahme an der Studie waren: das Vorhandensein von elektrischen Implantaten wie Herzschrittmachern, das Vorhandensein von aktiven Prothesen und Schwangerschaft bei Frauen (seca GmbH & Co. KG, o.J.). Die Testpersonen wurden über Mundpropaganda und über digitale Poster in deutscher und englischer Sprache (siehe Anhang A und B) rekrutiert, die in Social-Media-Gruppen (WhatsApp) und E-Mail-Verteilern von fünf Studentenwohnheimen in Hamburg, Deutschland verteilt wurden. Diejenigen, die über die Poster Interesse zeigten, wurden über einen speziellen QR-Code für ihr Wohnheim zu einem Microsoft-Formular weitergeleitet (siehe Anhang C und D), um ihre Eignung anhand der genannten Kriterien zu überprüfen. Außerdem wurden sie nach ihren Kontaktdaten und ihrer Verfügbarkeit für die Messung in ihrem Wohnheim gefragt.

Eine schriftliche Einwilligung zur Speicherung der Daten ausschließlich für die Studie und zur Übermittlung der BIA-Ergebnisse als PDF-Datei per WhatsApp oder E-Mail wurde von allen Testpersonen eingeholt (siehe Seite 1 von Anhang E).

2.2 Versuchsbedingungen

Vor dem Tag der Messung erhielten die Testpersonen eine Erinnerung an die Zeit und den Ort der Messung sowie an Punkte, die sie vor der Messung beachten sollten. Dazu gehörten keine Nahrungsaufnahme innerhalb von 4 Stunden (National Institutes of Health, 1994; Niemeier, 2022; Zentrale für Ernährungsberatung e.V., 2022c), kein Alkoholkonsum innerhalb von 12 Stunden (Kyle u. a., 2004; Zentrale für Ernährungsberatung e.V., 2022c), keine extreme körperliche Betätigung am Tag der Messung (Niemeier, o.J.; Zentrale für Ernährungsberatung e.V., 2022c) und kein Gang zur Toilette (zur Blasenentleerung) kurz vor der Messung.

2.3 Bioelektrische Impedanzanalyse

Vor der Durchführung der umfassenden Forschungsarbeiten wurde eine Vorstudie in kleinem Maßstab durchgeführt, die 10 Pilotexperimente umfasste, um die Durchführbarkeit des Studiendesigns zu bewerten. Auf der Grundlage dieser Ergebnisse wurden einige Änderungen am Studiendesign vorgenommen.

Alle BIA-Messungen in dieser Studie wurden an verschiedenen Tagen und an verschiedenen Orten durchgeführt, je nach Verfügbarkeit und Eignung der Testpersonen und der Untersucherin. Dieselbe Untersucherin führte alle Messungen mit einem phasensensitiven, tetrapolaren, mobilen medizinischen BIA-Analysator, *seca medical Body Composition Analyzer (mBCA) 525* (seca GmbH & Co. KG, Hamburg, Deutschland) durch. Dabei handelt es sich um ein Multifrequenz-BIA-Gerät, das einen kompletten Frequenzbereich von 1 bis 500 kHz abdeckt und eine segmentale Analyse des gesamten Körpers ermöglicht (Bosy-Westphal u. a., 2017).

Nachdem die Messungen für den Tag abgeschlossen waren, wurde das Gerät an einen Laptop angeschlossen, der eine ergänzende *seca analytics 115* PC-Software enthielt, um die BIA-Ergebnisse in einer Tabellenansicht (siehe Anhang F) und einer Verlaufsansicht (siehe Anhang G) für weitere statistische Analysen zu speichern. Sowohl das Gerät als auch die Software wurden kurz vor Beginn der Studie aktualisiert, um genaue Ergebnisse zu gewährleisten.

Das *seca mBCA 525* besteht im Wesentlichen aus einem Monitor und einer Messmatte. Das Gerät ist für Messungen in der Rückenlage konzipiert. Die elektrischen Kabel der Messmatte sind mit acht Gel-Klebeelektroden (Kendall, H59P, Covidien IIC, Mansfield, USA) verbunden, die gemäß den Anweisungen des Herstellers an bestimmten Stellen der Extremitäten aufgeklebt werden (siehe Abbildung 1) (Bosy-Westphal u. a., 2017). Vor dem Anbringen der Elektroden wurden die Hautstellen, an denen die Elektroden angebracht werden sollten, mit Alkoholtüchern desinfiziert und trocknen gelassen. Nachdem die Kabel an die Elektroden angeschlossen waren, wurde die BIA-Messung durch Drücken der Starttaste auf dem Bildschirm des Monitors durchgeführt. Nach Abschluss des Messvorgangs vergewisserte sich die Untersucherin, dass die Messergebnisse erfolgreich gespeichert wurden, bevor die nächste Messung durchgeführt wurde. Bei allen Messungen wurden die gleichen Klebeelektroden an den Testpersonen angebracht (soweit möglich), um die Zeit zwischen den Messungen zu verkürzen und Fehler durch den Austausch der Elektroden zu vermeiden (Hamilton-James u. a., 2021).

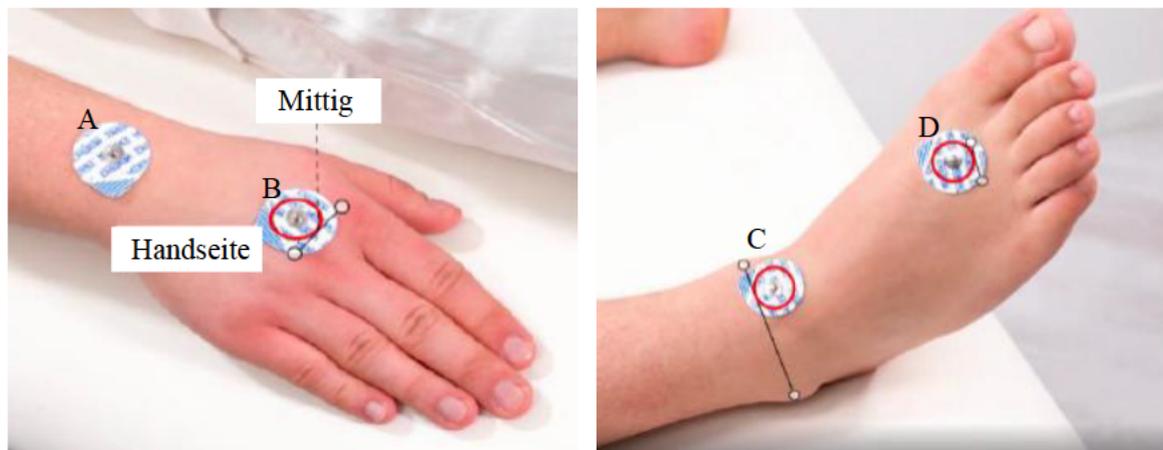


Abbildung 1: Definierte anatomische Stellen für die Platzierung der Elektroden

A: Proximale Kante der ersten Elektrode, die an einer imaginären Linie am *Processus styloideus ulnae* angebracht wird

B: Distale Kante der Fingerelektrode, angebracht auf einer imaginären Linie von der Mitte der Fingergrundgelenke des Zeige- und Mittelfingers

C: Proximale Kante der Sprunggelenkelektrode, die entlang einer Linie durch die höchsten Punkte des Außen- und Innenknöchels angebracht wird

D: Distaler Rand der Zehenelektrode, angebracht entlang einer imaginären Linie durch die Mitte der Zehengrundgelenke des zweiten und dritten Zehs

Bildquelle: seca 525 Interpretationsschulung (Pawelzik, 2021)

Nachdem die Testpersonen in allen untersuchten Bedingungen getestet worden waren, wurden ihnen anschließend ihre Messergebnisse im Rahmen des Kontrollversuchs präsentiert. Dieser Bericht wurde ihnen auch in der Sprache zugesandt, die sie am besten beherrschen (Deutsch, Englisch, Chinesisch oder Ukrainisch) als Dankeschön für ihre Teilnahme an der Studie (siehe Anhang H, I, J, K). Das gesamte Verfahren dauerte etwa 1 Stunde, ausschließlich der Zeit für die Aufnahme der Mahlzeiten und die Interpretation der Ergebnisse für jede Testperson.

2.4 Messung klinischer Parameter

Grundlegende Informationen zu den Testpersonen wie Geschlecht, Geburtstag und ethnische Zugehörigkeit wurden in das BIA-Gerät eingegeben, als für jede Testperson eine neue Patientendatei angelegt wurde. Einige andere klinische Parameter wurden vor jeder BIA-Messung in das Gerät eingegeben, z. B. Körpergewicht, Körpergröße, Taillenumfang und *Physical Activity Level* (PAL)-Wert. Das Körpergewicht wurde mit der Personenwaage OK. OPS 100 (Imtron GmbH, Ingolstadt, Deutschland) gemessen, wobei das geschätzte Gewicht der Kleidung entweder um 0,5 kg oder um 1,0 kg abgezogen wurde, je nachdem, was sie trugen. Der Taillenumfang wurde auf 0,1 cm genau mit dem Umfangsmessband von Bariatric Edge gemessen. Vor Beginn der Messungen wurden die Testpersonen außerdem gebeten, ihre Smartwatches (Hamilton-James u. a., 2021) und ihr Handy körperfern abzulegen, um eine Beeinflussung der Elektrizität zu vermeiden.

Während sich die Testpersonen in Rückenlage befanden, wurden weitere Daten mündlich erfragt und in einem Messdatenblatt festgehalten (siehe Seite 2 von Anhang E). Dazu gehören Stresspegel, Schlafmangel, Medikamenteneinnahme, monatliche Periode bei Frauen usw.

2.5 Aufbau der Studie

Jede Testperson wurde insgesamt 7 BIA-Messungen unterzogen, wobei gleichzeitig Anweisungen und Erläuterungen gegeben wurden. Zunächst wurde das Körpergewicht bei voller Blase gemessen. Dann wurde der Taillenumfang mit der WC-mid- und dann der WC-2-Finger-Methode gemessen, gefolgt von BIA-Messungen unter den folgenden Bedingungen:

(1) Volle Blase

Die Testpersonen wurden angewiesen, sich auf eine nicht leitende Oberfläche auf den Rücken hinzulegen, und ein Timer wurde auf 10 Minuten eingestellt. Der mit der WC-2-Finger-Methode gemessene Taillenumfang wurde in das BIA-Gerät eingegeben, die Extremitäten und Elektrodenkabel wurden gemäß den Empfehlungen des Herstellers positioniert (Arme vom Körper entfernt, Beine nicht miteinander berühren und Elektrodenkabel keine Körperteile berühren). Nachdem der Timer abgelaufen war, wurde die BIA-Messung durchgeführt.

(2) 5 Minuten in Rückenlage

Die Testpersonen wurden aufgefordert, ihre Blase zu entleeren. Das Körpergewicht wurde erneut gemessen, dann legten sich die Testpersonen hin und ein Timer wurde auf 5 Minuten eingestellt. Die gleichen Bedingungen wie bei der vorherigen Messung wurden eingehalten, was die Eingabe des Taillenumfangs, die Position der Extremitäten und die Position der Elektrodenkabel betrifft. Nachdem der Timer abgelaufen war, wurde die BIA-Messung durchgeführt und ein weiterer Timer für 5 Minuten eingestellt.

(3) Kontrollversuch

Die Testpersonen blieben in Rückenlage, wobei die gleichen Bedingungen wie bei der vorherigen Messung eingehalten wurden, was die Eingabe des Taillenumfangs, die Position der Extremitäten und die Position der Elektrodenkabel betrifft. Nachdem die Zeit abgelaufen war, wurde die BIA-Messung durchgeführt.

(4) Anwendung des mit der WC-mid-Methode gemessenen Taillenumfangs

Die Testpersonen blieben in Rückenlage, wobei die Position der Extremitäten und die Position der Elektrodenkabel dieselben waren wie bei der vorherigen Messung. Der mit der WC-mid-Methode gemessene Taillenumfang wurde in das BIA-Gerät eingegeben und die BIA-Messung wurde durchgeführt.

(5) Extremitäten, die andere Körperteile berühren

Die Testpersonen blieben in Rückenlage und wurden angewiesen, ihre Arme an den Rumpf und die Beine aneinander zu legen. Die Elektrodenkabel wurden so verlegt, dass sie keine Körperteile berührten. Der mit der WC-2-Finger-Methode gemessene Taillenumfang wurde in das BIA-Gerät eingegeben und die BIA-Messung wurde durchgeführt.

(6) Elektrodenkabel, die andere Körperteile berühren

Die Testpersonen wurden angewiesen, ihre Arme und Beine auseinander zu legen. Die Elektrodenkabel wurden gebogen und unter ihren Händen und Füßen platziert. Der mit der WC-2-Finger-Methode gemessene Taillenumfang wurde in das BIA-Gerät eingegeben, und die BIA-Messung wurde durchgeführt.

Danach wurde den Testpersonen Zeit gegeben, eine Hauptmahlzeit zu sich zu nehmen, entweder Frühstück, Mittag- oder Abendessen, bevor der letzte Versuch unter den folgenden Messbedingungen durchgeführt wurde.

(7) Voller Magen

Die Testpersonen wurden aufgefordert, ihre Blase zu entleeren. Körpergewicht und Taillenumfang mit der WC-2-Finger-Methode wurden erneut gemessen und in das BIA-Gerät eingegeben. Dann wurden sie angewiesen, sich hinzulegen, und ein Timer für 10 Minuten wurde eingestellt. Die Extremitäten und Elektrodenkabel wurden gemäß den Empfehlungen des Herstellers positioniert. Nach dem Ablauf von 10 Minuten wurde die BIA-Messung durchgeführt.

In dieser Studie wurde die 2-Finger-Methode als „Standard“-Methode zur Messung des Taillenumfangs betrachtet und daher im Kontrollversuch angewandt, da sie in der Praxis von Ernährungstherapeut*innen häufig verwendet wird.

2.6 Statistische Auswertung

Statistische Analysen wurden mit Microsoft Excel 2019 Version 16.66.1 (Microsoft Corporation, Redmond, Washington, USA), SPSS Version 29.0 (IBM SPSS Inc., Chicago, Illinois, USA) und Jamovi Version 2.3.19.0 (Sydney, Australien) durchgeführt. Deskriptive Statistiken werden als Mittelwert (M) ± Standardabweichung (*standard deviation*, SD) dargestellt.

Bland-Altman-Plots wurden verwendet, um den Grad der Übereinstimmung zwischen den verschiedenen untersuchten Messbedingungen und dem Kontrollversuch zu bewerten. Jeder Satz von Messungen, der eine untersuchte Messbedingung und den Kontrollversuch enthielt, wurde für die Analyseparameter FM (in kg), SMM (in kg), VAT (in L) und PhA (in °) ausgewertet. Der M eines jeden Messpaares wurden auf der x-Achse aufgetragen, während die Differenz (Δ) zwischen den Messungen auf der y-Achse dargestellt wurde. Obwohl die Reihenfolge, in der die Δ berechnet wird, keinen Einfluss auf die Größenordnung der Ergebnisse hat, hat die Autorin sie so standardisiert, dass die Δ immer unter Verwendung von Gleichung (1) berechnet wird, um ihre Richtung sicherzustellen.

$$\Delta_{Parameter} = x_{Kontrollversuch} - x_{untersuchte\ Bedingung} \quad (1)$$

Auf diese Weise kann die mittlere Differenz (*mean difference*, MD), auch Verzerrung oder Bias genannt, zwischen den beiden Messbedingungen berechnet und gezeichnet werden. Es wurde ein t-Test durchgeführt, um festzustellen, ob die Verzerrung im Vergleich zur Gleichheitslinie (wenn die MD gleich null ist) statistisch signifikant ist. Darüber hinaus wurden auch die 95 %-Übereinstimmungsgrenzen (*Limits of Agreement*) aufgetragen, die die mit der Verzerrung + 1,96 SD und der Verzerrung - 1,96 SD berechneten Werte sind. Wenn die Differenz, Δ normalverteilt sind, würde man erwarten, dass 95 % der Werte zwischen diesen Übereinstimmungsgrenzen liegen (Bland & Altman, 1999). Um die Verteilung der Δ zu überprüfen, wurden Histogramme erstellt (Bland & Altman, 1999). Auch wenn festgestellt wurde, dass die Δ nicht normalverteilt ist, wurden Bland-Altman-Plots verwendet, da immer noch etwa 5 % der Beobachtungen innerhalb der zwei SD des Mittelwerts, M liegen dürften (Bland & Altman, 1999) und daher alle Werte in dieser Studie berücksichtigt wurden, anstatt die Ausreißer zu entfernen.

Die Spanne zwischen den Übereinstimmungsgrenzen, auch als Übereinstimmungsintervall bezeichnet, wurde aus der oberen Grenze minus der unteren Grenze berechnet. Dies ist wichtig, um Rückschlüsse darauf zu ziehen, ob die Unterschiede zwischen den Messbedingungen noch akzeptabel sind, sodass die alternative Methode die Standardmethode ersetzen kann, oder ob beide Methoden austauschbar sind (Bland & Altman, 1999).

Die prozentualen Veränderungen der Ergebnisse der FM, der SMM, des VAT und des PhA, die aus den BIA-Messungen jeder untersuchten Messbedingung und dem Kontrollversuch gewonnen wurden, wurden unter Verwendung von Gleichung (2) (abgeleitet von González-Correa & Caicedo-Eraso, 2012) berechnet, wobei \bar{x} der Mittelwert, M ist.

$$\% \text{Veränderung}_{\text{parameter}} = \left(\frac{\bar{x}_{\text{untersuchte Bedingung}} - \bar{x}_{\text{Kontrollversuch}}}{\bar{x}_{\text{Kontrollversuch}}} \right) \times 100\% \quad (2)$$

Darüber hinaus wurden 95 %-Konfidenzintervalle für die Verzerrung und die Übereinstimmungsgrenzen ermittelt, um anzugeben, inwieweit die Ergebnisse dieser Studie auf die Gesamtbevölkerung verallgemeinert werden können (Ortmann, 2020).

3 Ergebnisse

BIA-Messungen, die in der klinischen Praxis weit verbreitet sind, sind anfällig für Messunterschiede, wenn sich die Messbedingungen ändern. Um ein geeignetes Messprotokoll für die Anwendung des BIA-Geräts zu entwickeln, wurde in dieser Test-Retest-Studie der Einfluss verschiedener Variablen auf wichtige BIA-Parameter untersucht.

Die BIA-Ergebnisse aus den Pilotexperimenten sind in Anhang L zu finden und werden nicht in die Berechnung und Bewertung der eigentlichen Forschungsergebnisse einbezogen, während BIA-Ergebnisse der eigentlichen Forschung in Anhang M zu finden sind. Die analysierten Ergebnisse sind wie folgt:

Die allgemeinen Merkmale der Testpersonen sind in Tabelle 1 aufgeführt. An dieser Studie nahmen insgesamt 50 Personen teil, darunter 27 Frauen und 23 Männer. Das Durchschnittsalter der Testpersonen betrug $30,4 \pm 9,8$ Jahre; ihr Durchschnittsgewicht und ihre Durchschnittsgröße betragen $68,3 \pm 14,9$ kg bzw. $1,70 \pm 0,10$ m; ihr durchschnittlicher BMI betrug $23,8 \pm 4,5$ kg/m².

Tabelle 1: Allgemeine Merkmale der Testpersonen

	Männlich ($n = 23$)	Weiblich ($n = 27$)	Gesamt ($n = 50$)
Alter (Jahre)	$30,4 \pm 10,5$	$30,2 \pm 9,6$	$30,4 \pm 9,8$
Gewicht (kg)	$73,1 \pm 12,6$	$64,2 \pm 16,0$	$68,3 \pm 14,9$
Körpergröße (m)	$1,77 \pm 0,06$	$1,63 \pm 0,08$	$1,70 \pm 0,10$
BMI (kg/m ²)	$23,4 \pm 3,9$	$24,1 \pm 5,1$	$23,8 \pm 4,5$

Die berechnete Verzerrung, die Übereinstimmungsgrenzen mit ihrem jeweiligen 95 %-Konfidenzintervall und die Bland-Altman-Plots für die verschiedenen Messbedingungen werden entsprechend den Analyseparametern dargestellt.

3.1 Füllstand der Blase

3.1.1 Auswirkung des Füllstands der Blase auf die Fettmasse

Anhand der Werte in Tabelle 2 wurden die Verzerrung und Übereinstimmungsgrenzen im Bland-Altman-Plot der FM zwischen Messungen bei entleerter und voller Blase aufgetragen (siehe Abbildung 2A). Die 95 %-Konfidenzintervalle wurden ebenfalls dargestellt. Die gefundene Verzerrung beträgt $-0,296$ kg, was statistisch signifikant ist, $t(50) = -4,3, p < 0,001$, obwohl die meisten Werte (96 %) innerhalb der Übereinstimmungsgrenzen liegen. Es gibt einen Unterschied von 1,53 % in FM zwischen den beiden Bedingungen, was bedeutet, dass die Ergebnisse der FM,

die mit einer vollen Blase gemessen wurde, 1,53 % höher sind als die tatsächliche FM, die mit einer entleerten Blase gemessen wurde.

Tabelle 2: Verzerrung und Übereinstimmungsgrenzen von Fettmasse zwischen Messungen bei entleerter Blase und Messungen bei voller Blase

	Schätzung (kg)	95 %-Konfidenzintervall	
		untere (kg)	obere (kg)
Verzerrung ($n = 50$)	-0,296	-0,433	-0,158
obere Übereinstimmungsgrenze	0,651	0,415	0,888
untere Übereinstimmungsgrenze	-1,243	-1,479	-1,007

3.1.2 Auswirkung des Füllstands der Blase auf die Skelettmuskelmasse

Tabelle 3 zeigt die Verzerrung mit $\pm 1,96$ SD der SMM, die unter den Bedingungen der entleerten und vollen Blase gemessen wurde. Die Unterschiede und die 95 %-Konfidenzintervalle wurden in Abbildung 2B dargestellt. Es wurde festgestellt, dass die Verzerrung 0,090 kg beträgt, was statistisch signifikant ist, $t(50) = 2,7, p = 0,01$, obwohl die meisten Werte (96 %) innerhalb der Übereinstimmungsgrenzen liegen. Nur ein Ausreißer liegt außerhalb des 95 %-Konfidenzintervalls der oberen Grenze. Die prozentualen Veränderungen der Messwerte betragen -0,43 %. Man kann deswegen sagen, dass die mit voller Blase gemessene SMM um 0,43 % niedriger ist, als die mit entleerter Blase gemessene SMM.

Tabelle 3: Verzerrung und Übereinstimmungsgrenzen von Skelettmuskelmasse zwischen Messungen bei entleerter Blase und Messungen bei voller Blase

	Schätzung (kg)	95 %-Konfidenzintervall	
		untere (kg)	obere (kg)
Verzerrung ($n = 50$)	0,090	0,022	0,157
obere Übereinstimmungsgrenze	0,556	0,440	0,672
untere Übereinstimmungsgrenze	-0,376	-0,492	-0,260

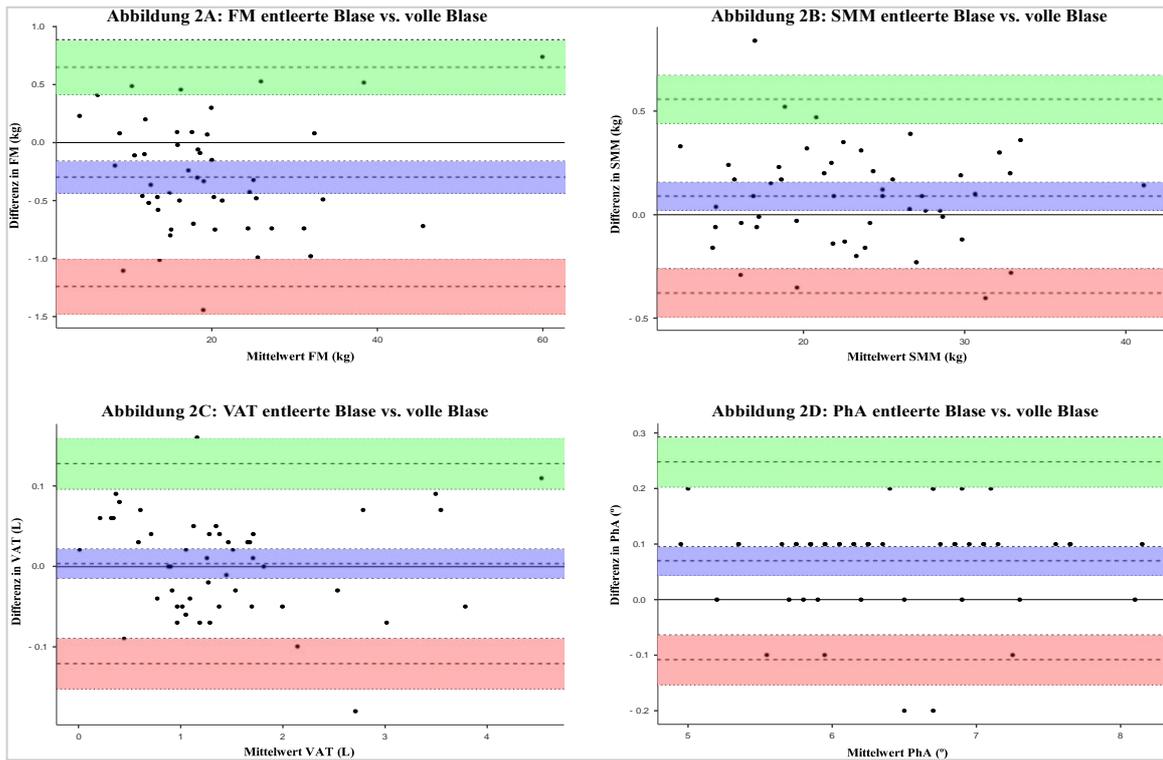


Abbildung 2: Bland-Altman-Plots* verschiedener Analyseparameter zwischen Messungen bei entleerter Blase und Messungen bei voller Blase

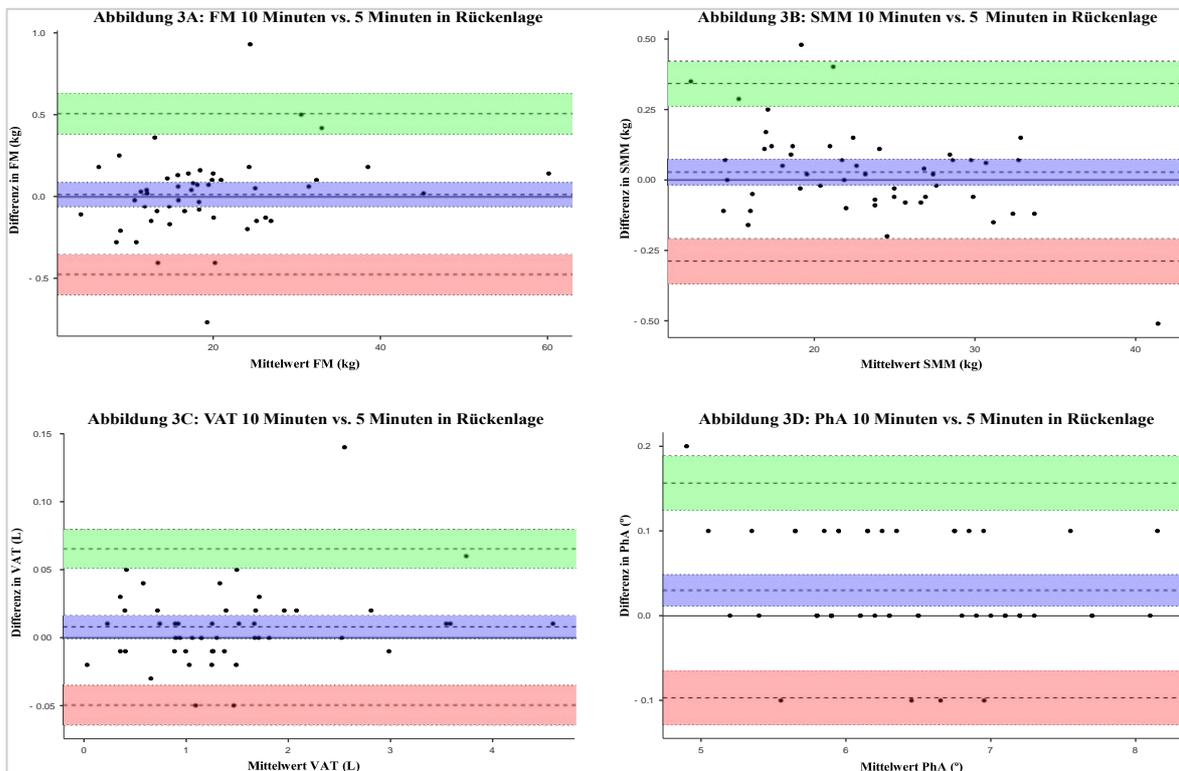


Abbildung 3: Bland-Altman-Plots* verschiedener Analyseparameter zwischen Messungen nach 10 Minuten in Rückenlagen und Messungen nach 5 Minuten in Rückenlage

* Bland-Altman Plots mit Verzerrung (gestrichelte Linie in der Mitte des violetten Bereichs) und Übereinstimmungsgrenzen (gestrichelte Linien in der Mitte der grünen und roten Bereiche)

3.1.3 Auswirkung des Füllstands der Blase auf das viszerale Fettgewebe

Die Verzerrung bei der Messung des VAT mit voller Blase beträgt 0,003 L. Die obere Übereinstimmungsgrenze beträgt 0,128 L und die untere Übereinstimmungsgrenze -0,121 L, wie in Tabelle 4 dargestellt und in Abbildung 2C aufgetragen. Die Verzerrung weicht nicht signifikant von der Gleichheitslinie ab, $t(50) = 0,38, p = 0,7$, was darauf hindeutet, dass zwischen den beiden Messbedingungen, d. h. der Messung mit voller und der Messung mit leerer Blase, eine Übereinstimmung hinsichtlich des Wertes des VAT besteht. Der Bereich der Übereinstimmungsgrenzen beträgt 0,248 L und fast alle Werte (96 %) liegen innerhalb dieses Bereichs.

Tabelle 4: Verzerrung und Übereinstimmungsgrenzen von viszeralem Fett zwischen Messungen bei entleerter Blase und Messungen bei voller Blase

	Schätzung (L)	95 %-Konfidenzintervall	
		untere (L)	obere (L)
Verzerrung ($n = 50$)	0,003	-0,015	0,021
obere Übereinstimmungsgrenze	0,128	0,100	0,159
untere Übereinstimmungsgrenze	-0,121	-0,152	-0,090

3.1.4 Auswirkung des Füllstands der Blase auf den Phasenwinkel

Die Verzerrung des PhA-Wertes zwischen den Messungen mit entleerter Blase und Messungen mit voller Blase beträgt $0,070^\circ$ mit einer oberen Übereinstimmungsgrenze von $0,248^\circ$ und einer unteren Übereinstimmungsgrenze von $-0,108^\circ$ (siehe Tabelle 5). Diese Werte, sowie die bei der einzelnen Testperson festgestellten Unterschiede, wurden in Abbildung 2D mit den 95 %-Konfidenzintervallen der Verzerrung und der Übereinstimmungsgrenzen aufgetragen. Die Verzerrung ist statistisch signifikant, $t(50) = 5,4, p < 0,001$, was bedeutet, dass der mit voller Blase gemessene PhA-Wert signifikant niedriger ist als der mit entleerter Blase gemessene PhA-Wert, nämlich um 1,09 %.

Tabelle 5: Verzerrung und Übereinstimmungsgrenzen von Phasenwinkel zwischen Messungen bei entleerter Blase und Messungen bei voller Blase

	Schätzung ($^\circ$)	95 %-Konfidenzintervall	
		untere ($^\circ$)	obere ($^\circ$)
Verzerrung ($n = 50$)	0,070	0,044	0,100
obere Übereinstimmungsgrenze	0,248	0,204	0,293
untere Übereinstimmungsgrenze	-0,108	-0,153	-0,064

3.2 Dauer in der Messposition (Rückenlage)

3.2.1 Auswirkung der Dauer in der Rückenlage auf die Fettmasse

Wenn die BIA-Messungen nach 5 Minuten in Rückenlage durchgeführt werden, ist der Wert der FM niedriger als die FM, die nach 10 Minuten in Rückenlage ermittelt wurde, wie die positive mittlere Differenz von 0,013 L zeigt (siehe Tabelle 6). Dieser Unterschied ist jedoch statistisch nicht signifikant, $t(50) = 0,37, p = 0,7$, was auch durch keine prozentuale Veränderung belegt wird. Die Spanne der Übereinstimmungsgrenzen beträgt 0,984 L, und die meisten Werte liegen in der Nähe der Verzerrung (siehe Abbildung 3A).

Tabelle 6: Verzerrung und Übereinstimmungsgrenzen von Fettmasse zwischen Messungen nach 10 Minuten in Rückenlagen und Messungen nach 5 Minuten in Rückenlage

	Schätzung (kg)	95 %-Konfidenzintervall	
		untere (kg)	obere (kg)
Verzerrung ($n = 50$)	0,013	-0,058	0,085
obere Übereinstimmungsgrenze	0,505	0,383	0,628
untere Übereinstimmungsgrenze	-0,479	-0,602	-0,356

3.2.2 Auswirkung der Dauer in der Rückenlage auf die Skelettmuskelmasse

Auf der Grundlage der Werte in Tabelle 7 wurden die Verzerrung und die Übereinstimmungsgrenzen im Bland-Altman-Plot der SMM aufgetragen, die ermittelt wurden, als die Testpersonen nach 5 Minuten und nach 10 Minuten in Rückenlage gemessen wurden (Abbildung 3B). Der Unterschied von 0,028 kg, im Grunde 0,00 %, ist statistisch insignifikant, $t(50) = 1,2, p = 0,2$, mit einem Übereinstimmungsintervall von 0,631 kg. Die meisten Punkte (92 %) sind innerhalb der Übereinstimmungsgrenzen verteilt.

Tabelle 7: Verzerrung und Übereinstimmungsgrenzen von Skelettmuskelmasse zwischen Messungen nach 10 Minuten in Rückenlagen und Messungen nach 5 Minuten in Rückenlage

	Schätzung (kg)	95 %-Konfidenzintervall	
		untere (kg)	obere (kg)
Verzerrung ($n = 50$)	0,028	-0,018	0,073
obere Übereinstimmungsgrenze	0,343	0,264	0,422
untere Übereinstimmungsgrenze	-0,288	-0,366	-0,209

3.2.3 Auswirkung der Dauer in der Rückenlage auf das viszerale Fettgewebe

Die Verzerrung der VAT, die bei Messungen nach 5 Minuten festgestellt wurde, beträgt 0,008 L (Tabelle 8), was sehr nahe daran liegt, dass es keinen Unterschied zu den Messungen nach 10 Minuten gibt. Der t-Test zeigt daher, dass dieser Unterschied statistisch nicht signifikant ist, $t(50) = 1,9$, $p = 0,07$. Die Spanne der Übereinstimmungsgrenzen ist mit 0,115 L ebenfalls relativ klein, wie sich aus einer oberen Grenze von 0,065 L und einer unteren Grenze von -0,050 L ergibt. Alle Werte einschließlich des 95 %-Konfidenzintervalls sind in Abbildung 3C dargestellt.

Tabelle 8: Verzerrung und Übereinstimmungsgrenzen von viszeralem Fett zwischen Messungen nach 10 Minuten in Rückenlagen und Messungen nach 5 Minuten in Rückenlage

	Schätzung (L)	95 %-Konfidenzintervall	
		untere (L)	obere (L)
Verzerrung ($n = 50$)	0,008	-0,001	0,0161
obere Übereinstimmungsgrenze	0,065	0,051	0,0797
untere Übereinstimmungsgrenze	-0,050	-0,064	-0,0354

3.2.4 Auswirkung der Dauer in der Rückenlage auf den Phasenwinkel

Tabelle 9 zeigt die Verzerrung mit $\pm 1,96$ SD der PhA, die nach 5 Minuten in Rückenlage und nach 10 Minuten in Rückenlage gemessen wurde. Die Unterschiede und die 95 %-Konfidenzintervalle wurden in Abbildung 3D dargestellt. Es wurde festgestellt, dass die Verzerrung $0,030^\circ$ beträgt, was statistisch signifikant ist, $t(50) = 3,3$, $p < 0,01$, obwohl 90 % der Werte innerhalb der Übereinstimmungsgrenzen liegen. Von den 5 Werten, die nicht im Bereich der Übereinstimmungsgrenzen liegen, liegt nur einer außerhalb des 95 %-Konfidenzintervalls der oberen Grenze. Die prozentualen Veränderungen der Messungen betragen -0,47 %. Daher kann man sagen, dass der PhA-Wert, der nach einer 5-minütigen Rückenlage ermittelt wurde, um 0,47 % niedriger ist als der PhA-Wert, der unter Standardbedingungen, d. h. einer mindestens 10-minütigen Rückenlage, ermittelt wurde.

Tabelle 9: Verzerrung und Übereinstimmungsgrenzen von Phasenwinkel zwischen Messungen nach 10 Minuten in Rückenlagen und Messungen nach 5 Minuten in Rückenlage

	Schätzung (°)	95 %-Konfidenzintervall	
		untere (°)	obere (°)
Verzerrung ($n = 50$)	0,030	0,012	0,048
obere Übereinstimmungsgrenze	0,157	0,125	0,188
untere Übereinstimmungsgrenze	-0,097	-0,128	-0,065

3.3 Messmethode des Taillenumfangs

3.3.1 Auswirkung der Messmethode des Taillenumfangs auf die Fettmasse

Die Verzerrung des FM-Wertes zwischen der Messung des Taillenumfangs mit der WC-mid-Methode und der 2-Finger-Methode beträgt 0,036 kg (Tabelle 10). Dieser Unterschied erweist sich als statistisch nicht signifikant, $t(50) = 1,6, p = 0,1$. Die obere Übereinstimmungsgrenze mit einem Wert von 0,357 kg und die untere Übereinstimmungsgrenze, -0,285 kg, ergeben einen Bereich von 0,614 kg. 96 % der Werte liegen innerhalb dieses Bereichs, wie aus dem Bland-Altman-Plot in Abbildung 4A ersichtlich ist.

Tabelle 10: Verzerrung und Übereinstimmungsgrenzen von Fettmasse zwischen Messungen mit Angabe des Taillenumfangs mit der WC-2-Finger-Methode und Messungen mit Angabe des Taillenumfangs mit der WC-mid-Methode

	Schätzung (kg)	95 %-Konfidenzintervall	
		untere (kg)	obere (kg)
Verzerrung ($n = 50$)	0,036	-0,010	0,082
obere Übereinstimmungsgrenze	0,357	0,277	0,437
untere Übereinstimmungsgrenze	-0,285	-0,365	-0,205

3.3.2 Auswirkung der Messmethode des Taillenumfangs auf die Skelettmuskelmasse

Die Verzerrung, die sich ergibt, wenn die SMM anhand des mit der WC-mid-Methode gemessenen Taillenumfangs ermittelt wird, beträgt -0,023 kg. Die obere Übereinstimmungsgrenze ist 0,156 kg und die untere Übereinstimmungsgrenze ist -0,201 kg, wie in Tabelle 11 gezeigt und in Abbildung 4B dargestellt. Die Verzerrung weicht nicht signifikant von der Gleichheitslinie ab, $t(50) = -1,8, p = 0,09$, was darauf hindeutet, dass es eine Übereinstimmung zwischen den beiden Messbedingungen gibt, nämlich der Messung des Taillenumfangs mit der WC-2-Finger-Methode und der mit der WC-mid-Methode. Die Spanne der Übereinstimmungsgrenzen beträgt 0,357 kg, und fast alle Werte (94 %) liegen innerhalb dieser Spanne, wobei viele von ihnen in der Nähe der Verzerrung konzentriert sind.

Tabelle 11: Verzerrung und Übereinstimmungsgrenzen von Skelettmuskelmasse zwischen Messungen mit Angabe des Taillenumfangs mit der WC-2-Finger-Methode und Messungen mit Angabe des Taillenumfangs mit der WC-mid-Methode

	Schätzung (kg)	95 %-Konfidenzintervall	
		untere (kg)	obere (kg)
Verzerrung ($n = 50$)	-0,023	-0,048	0,003
obere Übereinstimmungsgrenze	0,156	0,111	0,200
untere Übereinstimmungsgrenze	-0,201	-0,245	-0,156

3.3.3 Auswirkung der Messmethode des Taillenumfangs auf das viszerale Fettgewebe

Wenn die BIA-Messungen anhand des mit der WC-mid-Methode gemessenen Taillenumfangs durchgeführt werden, wird festgestellt, dass der Wert des VAT niedriger ist als das VAT, das anhand des mit der WC-2-Finger-Methode gemessenen Taillenumfangs ermittelt wird. Das zeigt sich an der positiven mittleren Differenz von 0,005 L (Tabelle 12), die sehr nahe bei null liegt. Das 95 %-Konfidenzintervall der Verzerrung schließt den Wert mittlere Differenz von null ein und ist daher statistisch nicht signifikant, $t(50) = 0,16, p = 0,9$. Der Bereich der Übereinstimmungsgrenzen beträgt 0,784 L und die meisten Werte liegen in der Nähe der mittleren Differenz (Abbildung 4C).

Tabelle 12: Verzerrung und Übereinstimmungsgrenzen von viszeralem Fett zwischen Messungen mit Angabe des Taillenumfangs mit der WC-2-Finger-Methode und Messungen mit Angabe des Taillenumfangs mit der WC-mid-Methode

	Schätzung (L)	95%-Konfidenzintervall	
		untere (L)	obere (L)
Verzerrung ($n = 50$)	0,005	-0,052	0,061
obere Übereinstimmungsgrenze	0,396	0,299	0,494
untere Übereinstimmungsgrenze	-0,387	-0,485	-0,290

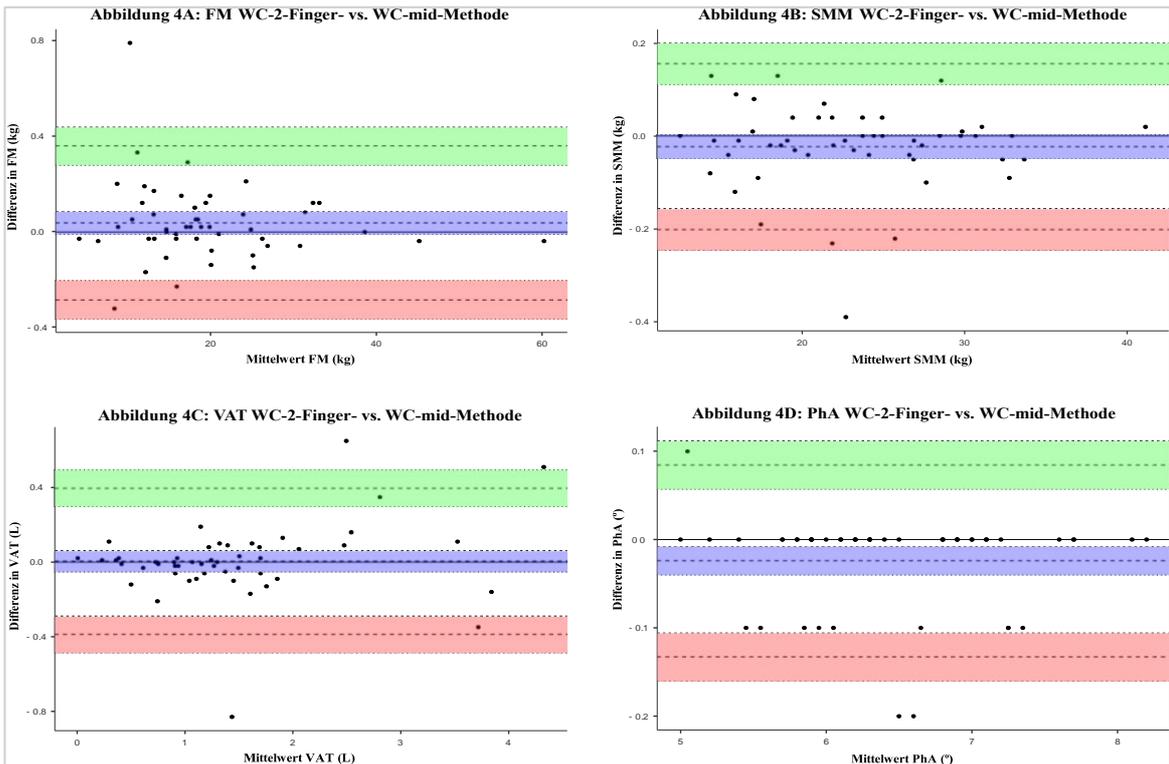


Abbildung 4: Bland-Altman-Plots* verschiedener Analyseparameter zwischen Messungen mit Angabe des Taillenumfangs mit der WC-2-Finger-Methode und Messungen mit Angabe des Taillenumfangs mit der WC-mid-Methode

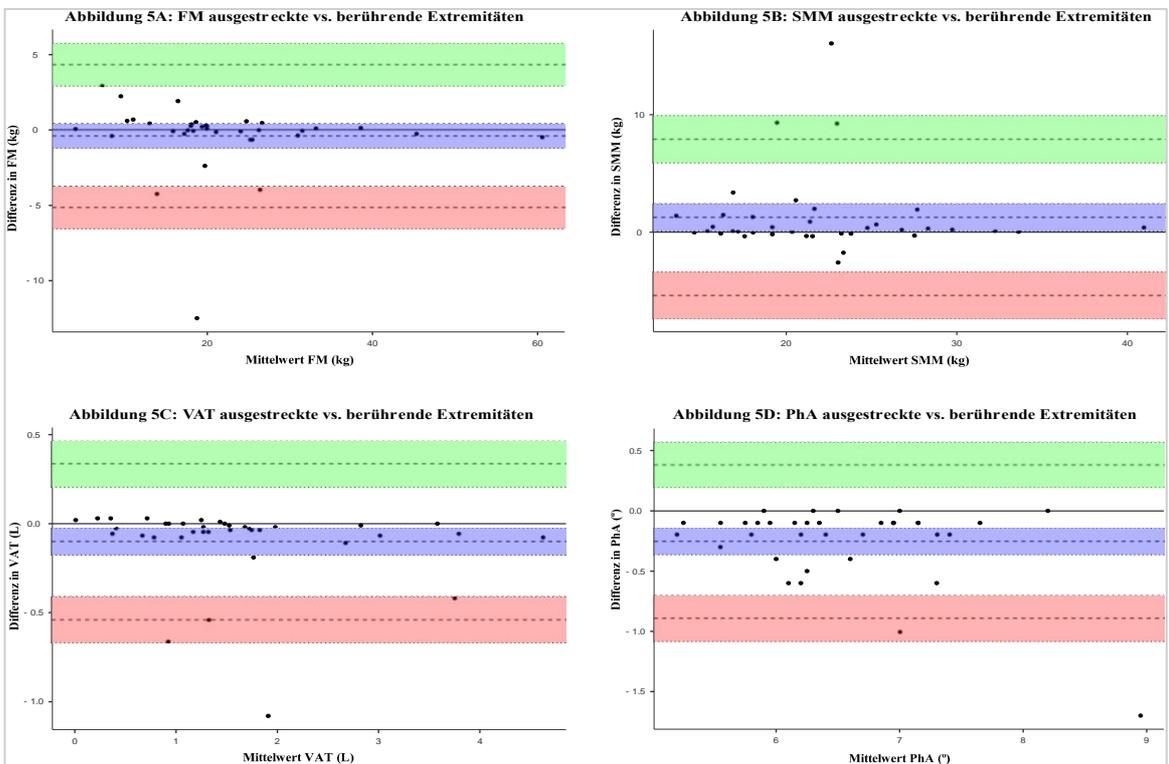


Abbildung 5: Bland-Altman-Plots* verschiedener Analyseparameter zwischen Messungen mit ausgestreckten Extremitäten und Messungen mit berührenden Extremitäten

* Bland-Altman Plots mit Verzerrung (gestrichelte Linie in der Mitte des violetten Bereichs) und Übereinstimmungsgrenzen (gestrichelte Linien in der Mitte der grünen und roten Bereiche)

3.3.4 Auswirkung der Messmethode des Taillenumfangs auf den Phasenwinkel

Anhand der Werte in Tabelle 13 wurden die Verzerrung und die Übereinstimmungsgrenzen im Bland-Altman-Plot der PhA zwischen den Messungen des mit der WC-2-Finger-Methode gemessenen Taillenumfangs und des mit der WC-mid-Methode gemessenen Taillenumfangs aufgetragen (siehe Abbildung 4D). Die 95 %-Konfidenzintervalle wurden ebenfalls dargestellt. Die gefundene Verzerrung beträgt $-0,024^\circ$, was statistisch signifikant ist, $t(50) = -3,1, p < 0,01$, obwohl die meisten Werte (94 %) innerhalb der Übereinstimmungsgrenzen verteilt sind. Es gibt einen 0,31%igen Unterschied in der PhA zwischen den beiden Bedingungen, was bedeutet, dass die Ergebnisse der PhA, die unter Verwendung des Taillenumfangs mit der WC-mid-Methode gemessen wurden, höher sind als der PhA-Wert, der bei Anwendung des Taillenumfangs mit der WC-mid-Methode ermittelt wurde.

Tabelle 13: Verzerrung und Übereinstimmungsgrenzen von Phasenwinkel zwischen Messungen mit Angabe des Taillenumfangs mit der WC-2-Finger-Methode und Messungen mit Angabe des Taillenumfangs mit der WC-mid-Methode

	Schätzung (°)	95 %-Konfidenzintervall	
		untere (°)	obere (°)
Verzerrung ($n = 50$)	-0,024	-0,040	-0,008
obere Übereinstimmungsgrenze	0,085	0,058	0,112
untere Übereinstimmungsgrenze	-0,133	-0,160	-0,106

3.4 Position der Extremitäten

3.4.1 Auswirkung der Position der Extremitäten auf die Fettmasse

Tabelle 14 stellt die Verzerrung und die Übereinstimmungsgrenzen der FM im Bland-Altman-Plot für Werte dar, die erhalten wurden, als die Testpersonen mit berührenden und ausgestreckten Extremitäten gemessen wurden (siehe Abbildung 5A). Die Verzerrung beträgt $-0,397$ kg und damit 10,20 %. Wie $t(37) = -1, p = 0,3$, mit einem Übereinstimmungsintervall von 9,5 kg zeigen, ist dieser hohe Wert statistisch allerdings nicht signifikant. Die meisten Messpunkte (97,3 %) sind innerhalb der Übereinstimmungsgrenzen verteilt.

Tabelle 14: Verzerrung und Übereinstimmungsgrenzen von Fettmasse zwischen Messungen mit ausgestreckten Extremitäten und Messungen mit berührenden Extremitäten

	Schätzung (kg)	95 %-Konfidenzintervall	
		untere (kg)	obere (kg)
Verzerrung ($n = 37$)	-0,397	-1,200	0,411
obere Übereinstimmungsgrenze	4,353	2,960	5,747
untere Übereinstimmungsgrenze	-5,147	-6,540	-3,753

3.4.2 Auswirkung der Position der Extremitäten auf die Skelettmuskelmasse

Die Verzerrung des SMM bei Messungen, bei denen die Extremitäten andere Körperteile berühren, beträgt 1,29 kg (siehe Tabelle 15). Der t-Test beweist, dass dieser Unterschied statistisch signifikant ist, $t(37) = 2,3, p < 0,05$, mit einer prozentualen Veränderung von -7,36 %. Das bedeutet, dass die mit berührenden Extremitäten gemessenen SMM 7,36 % niedriger sind als die mit ausgestreckten Extremitäten gemessenen. Die Verzerrung und die Übereinstimmungsgrenzen einschließlich des 95%-Konfidenzintervalls sind in der vorangegangenen Abbildung 5B dargestellt.

Tabelle 15: Verzerrung und Übereinstimmungsgrenzen von Skelettmuskelmasse zwischen Messungen mit ausgestreckten Extremitäten und Messungen mit berührenden Extremitäten

	Schätzung (kg)	95%-Konfidenzintervall	
		untere (kg)	obere (kg)
Verzerrung ($n = 37$)	1,290	0,160	2,420
obere Übereinstimmungsgrenze	7,920	5,977	9,870
untere Übereinstimmungsgrenze	-5,350	-7,293	-3,400

3.4.3 Auswirkung der Position der Extremitäten auf das viszerale Fettgewebe

Die Verzerrung des VAT-Wertes zwischen Messungen mit ausgestreckten Extremitäten und Messungen mit Extremitäten, die andere Körperteile berühren, beträgt -0,102 L mit einer oberen Übereinstimmungsgrenze von 0,335 L und einer unteren Übereinstimmungsgrenze von -0,539 L (Tabelle 16). Diese Werte sowie die innerhalb der einzelnen Testpersonen gefundenen Unterschiede wurden in Abbildung 5C mit den 95 %-Konfidenzintervallen von Verzerrung und Übereinstimmungsgrenzen dargestellt. Die Verzerrung ist statistisch signifikant, $t(37) = -2,8, p < 0,01$, was bedeutet, dass der Wert von VAT, der mit Extremitäten gemessen wird, die andere Körperteile berühren, signifikant höher ist als der Wert von VAT, der mit ausgestreckten Extremitäten gemessen wird, nämlich um 12,33 %.

Tabelle 16: Verzerrung und Übereinstimmungsgrenzen von viszeralem Fett zwischen Messungen mit ausgestreckten Extremitäten und Messungen mit berührenden Extremitäten

	Schätzung (L)	95 %-Konfidenzintervall	
		untere (L)	obere (L)
Verzerrung ($n = 37$)	-0,102	-0,176	-0,028
obere Übereinstimmungsgrenze	0,335	0,207	0,463
untere Übereinstimmungsgrenze	-0,539	-0,667	-0,411

3.4.4 Auswirkung der Position der Extremitäten auf den Phasenwinkel

Ausgehend von den Werten in Tabelle 17 wurden die Verzerrung und die Übereinstimmungsgrenzen im Bland-Altman-Plot der PhA zwischen Messungen mit ausgestreckten und berührenden Extremitäten aufgetragen (siehe Abbildung 5D). Die 95 %-Konfidenzintervalle wurden ebenfalls dargestellt. Die gefundene Verzerrung beträgt $-0,254^\circ$, was statistisch signifikant ist, $t(50) = -4,8, p < 0,001$, obwohl die meisten Werte (97,3 %) innerhalb der Übereinstimmungsgrenzen verteilt sind. Es gibt einen Unterschied von 3,42 % in der PhA zwischen den beiden Bedingungen, was bedeutet, dass die Ergebnisse der PhA, die mit berührenden Extremitäten gemessen wurden, 3,42 % höher sind als der PhA-Wert, der mit ausgestreckten Extremitäten erhalten wurde.

Tabelle 17: Verzerrung und Übereinstimmungsgrenzen von Phasenwinkel zwischen Messungen mit ausgestreckten Extremitäten und Messungen mit berührenden Extremitäten

	Schätzung (°)	95 %-Konfidenzintervall	
		untere (°)	obere (°)
Verzerrung ($n = 37$)	-0,254	-0,362	-0,146
obere Übereinstimmungsgrenze	0,382	0,195	0,569
untere Übereinstimmungsgrenze	-0,890	-1,077	-0,704

3.5 Position der Elektrodenkabel

3.5.1 Auswirkung der Position der Elektrodenkabel auf die Fettmasse

Die Verzerrung des FM-Wertes zwischen Elektrodenkabeln, die den Körper berühren und solchen, die den Körper nicht berühren, beträgt $-0,184$ kg (siehe Tabelle 18). Dieser Unterschied ist statistisch signifikant, $t(49) = -2, p = 0,05$, obwohl etwa 98 % der Werte innerhalb des Bereichs von Übereinstimmungsgrenzen liegen, wobei sich viele der Werte um die Verzerrung herum konzentrieren. Dies ist aus dem Bland-Altman-Plot in Abbildung 6A ersichtlich. Die gemessene FM, wenn die Kabel den Körper berühren, ist 1,02 % höher, als wenn die Kabel den Körper nicht berühren.

Tabelle 18: Verzerrung und Übereinstimmungsgrenzen von Fettmasse zwischen Messungen ohne Berührung der Elektrodenkabel und Messungen mit Berührung der Elektrodenkabel

	Schätzung (kg)	95 %-Konfidenzintervall	
		untere (kg)	obere (kg)
Verzerrung ($n = 49$)	-0,184	-0,371	0,003
obere Übereinstimmungsgrenze	1,092	0,771	1,414
untere Übereinstimmungsgrenze	-1,460	-1,782	-1,138

3.5.2 Auswirkung der Position der Elektrodenkabel auf die Skelettmuskelmasse

Die Verzerrung, die sich ergibt, wenn das SMM mit Elektrodenkabeln, die andere Körperteile berühren, erhalten wird, beträgt 0,153 kg. Die obere Übereinstimmungsgrenze liegt bei 1,604 kg und die untere Übereinstimmungsgrenze bei -1,299 kg, wie in Tabelle 19 gezeigt und in Abbildung 6B aufgetragen. Die Verzerrung weicht nicht signifikant von der Gleichheitslinie ab, $t(49) = 1,4$, $p = 0,2$, was darauf hindeutet, dass die beiden Messbedingungen, d. h. die Messung mit körperberührenden Kabeln und die Messung ohne körperberührende Kabel, in Bezug auf den Wert der SMM übereinstimmen. Die Spanne der Übereinstimmungsgrenzen beträgt 2,903 kg, und fast alle Werte (98 %) liegen innerhalb dieser Spanne, wobei fast alle Werte um die Verzerrung konzentriert sind.

Tabelle 19: Verzerrung und Übereinstimmungsgrenzen von Skelettmuskelmasse zwischen Messungen ohne Berührung der Elektrodenkabel und Messungen mit Berührung der Elektrodenkabel

	Schätzung (kg)	95 %-Konfidenzintervall	
		untere (kg)	obere (kg)
Verzerrung ($n = 49$)	0,153	-0,060	0,365
obere Übereinstimmungsgrenze	1,604	1,238	1,970
untere Übereinstimmungsgrenze	-1,299	-1,665	-0,933

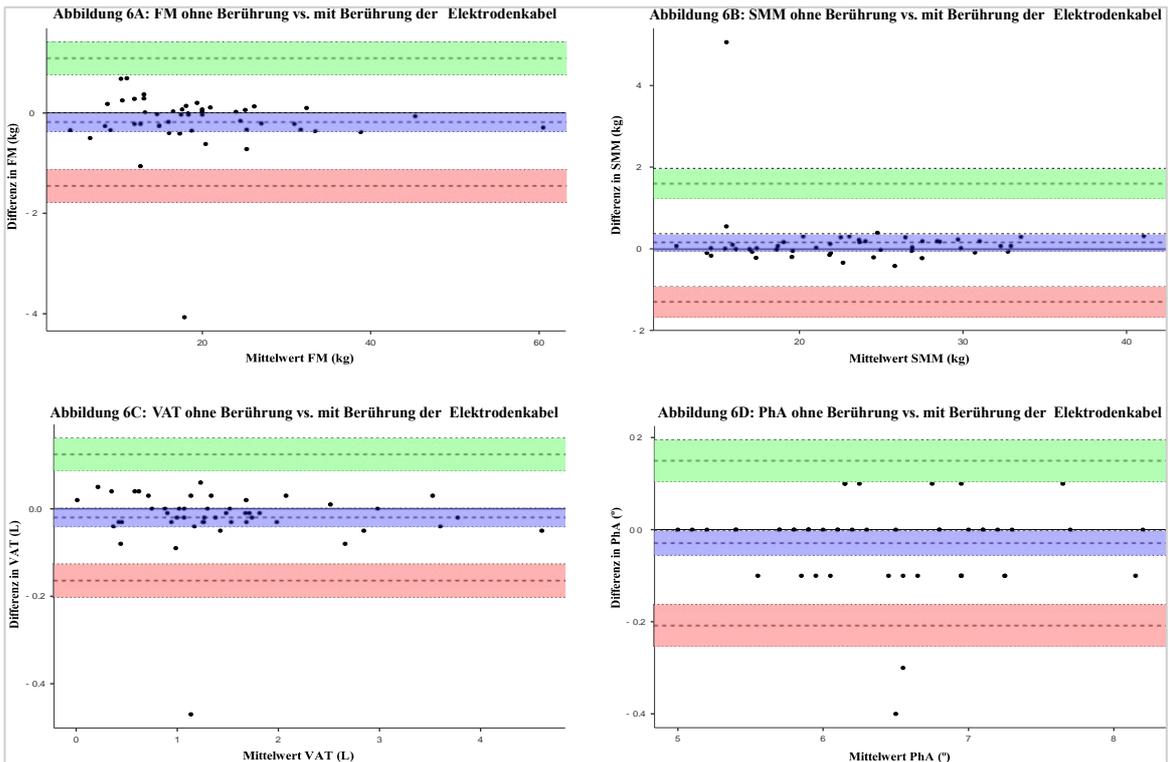


Abbildung 6: Bland-Altman-Plots* verschiedener Analyseparameter zwischen Messungen ohne Berührung der Elektrodenkabel und Messungen mit Berührung der Elektrodenkabel

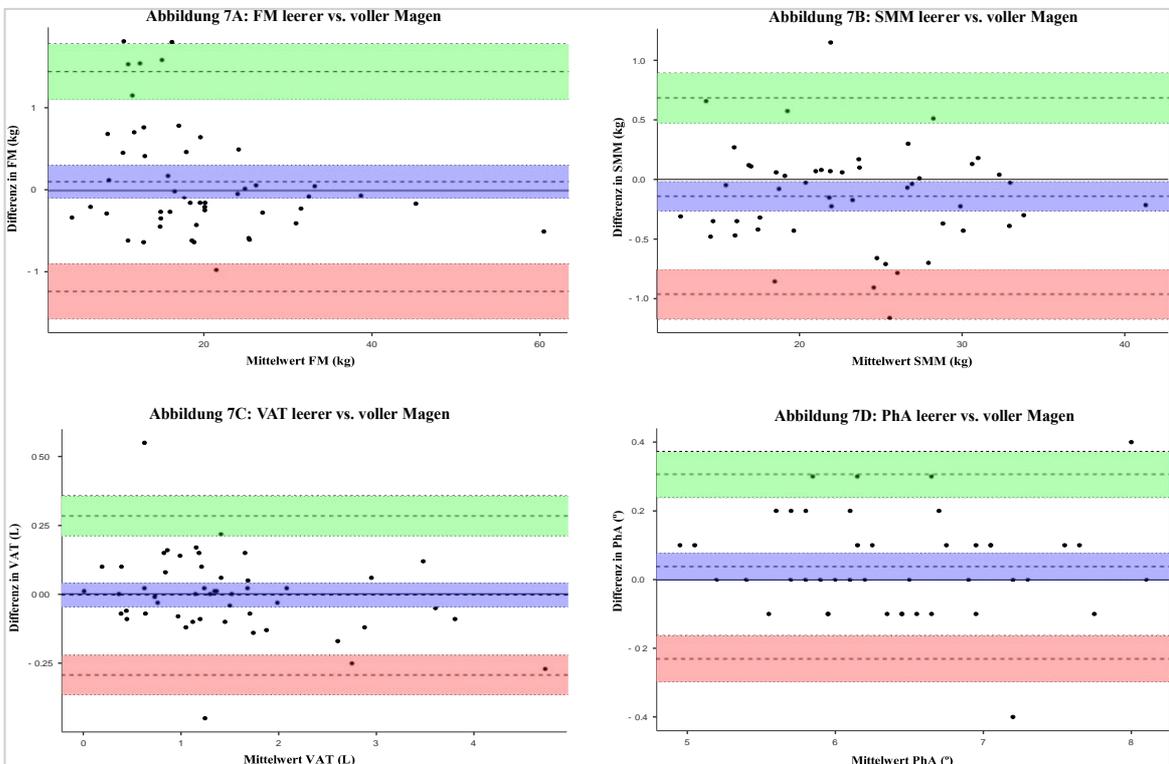


Abbildung 7: Bland-Altman-Plots* verschiedener Analyseparameter zwischen Messungen bei leerem Magen und Messungen bei vollem Magen

* Bland-Altman Plots mit Verzerrung (gestrichelte Linie in der Mitte des violetten Bereichs) und Übereinstimmungsgrenzen (gestrichelte Linien in der Mitte der grünen und roten Bereiche)

3.5.3 Auswirkung der Position der Elektrodenkabel auf das viszerale Fettgewebe

Wenn die BIA-Messungen mit körpernahen Elektrodenkabeln durchgeführt werden, ist der Wert des VAT höher als der VAT, der ohne körpernahe Kabel ermittelt wird, wie die negative Verzerrung von -0,020 L zeigt (Tabelle 20). Dieser Unterschied ist jedoch statistisch nicht signifikant, $t(49) = -1,9$, $p = 0,07$. Die Spanne der Übereinstimmungsgrenzen beträgt 0,289 L und 98 % der Werte konzentrieren sich in der Nähe der Verzerrung (siehe Abbildung 6C) mit nur einem Ausreißer unterhalb der unteren Grenze.

Tabelle 20: Verzerrung und Übereinstimmungsgrenzen von viszeralem Fett zwischen Messungen ohne Berührung der Elektrodenkabel und Messungen mit Berührung der Elektrodenkabel

	Schätzung (L)	95 %-Konfidenzintervall	
		untere (L)	obere (L)
Verzerrung ($n = 49$)	-0,020	-0,041	0,001
obere Übereinstimmungsgrenze	0,125	0,088	0,161
untere Übereinstimmungsgrenze	-0,164	-0,201	-0,128

3.5.4 Auswirkung der Position der Elektrodenkabel auf den Phasenwinkel

Tabelle 21 zeigt die Verzerrung mit $\pm 1,96$ SD der PhA, gemessen mit Elektrodenkabeln, die den Körper berühren und mit Elektrodenkabeln, die den Körper nicht berühren. Die Unterschiede und die 95 %-Konfidenzintervalle wurden in Abbildung 6D dargestellt. Obwohl die meisten Werte innerhalb der Übereinstimmungsgrenzen (96 %) liegen, wurde festgestellt, dass die Verzerrung $-0,0286^\circ$ beträgt, was statistisch signifikant ist, $t(49) = -2,2$, $p < 0,05$. Daraus ergibt sich, dass der PhA, der mit Elektrodenkabeln, die den Körper berühren erzielt wird, höher ist als der PhA, der erzielt wird, wenn die Kabel den Körper nicht berühren. Die berechnete prozentuale Änderung der Messungen betrug jedoch 0,00 %. Dies ist darauf zurückzuführen, dass die Anzahl der Tests unter den beiden Bedingungen unterschiedlich war, wobei aufgrund technischer Schwierigkeiten eine fehlgeschlagene Messung beobachtet wurde, als die Elektrodenkabel den Körper berührten.

Tabelle 21: Verzerrung und Übereinstimmungsgrenzen von Phasenwinkel zwischen Messungen ohne Berührung der Elektrodenkabel und Messungen mit Berührung der Elektrodenkabel

	Schätzung (°)	95 %-Konfidenzintervall	
		untere (°)	obere (°)
Verzerrung ($n = 49$)	-0,029	-0,055	-0,002
obere Übereinstimmungsgrenze	0,150	0,105	0,195
untere Übereinstimmungsgrenze	-0,208	-0,253	-0,162

3.6 Zustand des Magens

3.6.1 Auswirkung des Zustands des Magens auf die Fettmasse

Mit den Daten aus Tabelle 22 wurden die Verzerrung und die Übereinstimmungsgrenzen im Bland-Altman-Plot der FM aufgetragen, die erhalten wurden, als die Testpersonen mit leerem und vollem Magen gemessen wurden (siehe Abbildung 7A). Die Verzerrung von 0,102 kg ist statistisch nicht signifikant, $t(50) = 1,1, p = 0,3$, mit einem Übereinstimmungsintervall von 2,682 kg. Die meisten Messpunkte (90 %) sind innerhalb der Übereinstimmungsgrenzen weit gestreut.

Tabelle 22: Verzerrung und Übereinstimmungsgrenzen von Fettmasse zwischen Messungen bei leerem Magen und Messungen bei vollem Magen

	Schätzung (kg)	95 %-Konfidenzintervall	
		untere (kg)	obere (kg)
Verzerrung ($n = 50$)	0,102	-0,093	0,296
obere Übereinstimmungsgrenze	1,443	1,108	1,777
untere Übereinstimmungsgrenze	-1,239	-1,574	-0,905

3.6.2 Auswirkung des Zustands des Magens auf die Skelettmuskelmasse

Die Verzerrung des SMM-Wertes zwischen Messungen mit leerem Magen und Messungen mit vollem Magen beträgt -0,139 kg mit einer oberen Übereinstimmungsgrenze von 0,686 kg und einer unteren Übereinstimmungsgrenze von -0,965 kg (siehe Tabelle 23). Diese Werte wurden zusammen mit den Unterschieden, die innerhalb der einzelnen Testpersonen gefunden wurden, in Abbildung 7B dargestellt, wobei die 95 %-Konfidenzintervalle der Verzerrung und der Übereinstimmungsgrenzen gezeigt werden. Die Verzerrung ist statistisch signifikant, $t(50) = -2,3, p < 0,05$, was bedeutet, dass der mit vollem Magen gemessene SMM-Wert signifikant höher ist als der mit leerem Magen gemessene SMM-Wert, nämlich um 0,87 %.

Tabelle 23: Verzerrung und Übereinstimmungsgrenzen von Skelettmuskelmasse zwischen Messungen bei leerem Magen und Messungen bei vollem Magen

	Schätzung (kg)	95 %-Konfidenzintervall	
		untere (kg)	obere (kg)
Verzerrung ($n = 50$)	-0,139	-0,259	-0,020
obere Übereinstimmungsgrenze	0,686	0,480	0,892
untere Übereinstimmungsgrenze	-0,965	-1,171	-0,759

3.6.3 Auswirkung des Zustands des Magens auf das viszerale Fettgewebe

Die Verzerrung des VAT bei Messungen mit vollem Magen beträgt -0,003 L (siehe Tabelle 24), was darin begründet liegt, dass es keinen Unterschied zu Messungen mit leerem Magen gibt. Der t-Test beweist daher, dass dieser Unterschied statistisch nicht signifikant ist, $t(50) = -0,15, p = 0,9$. Die Spanne des Übereinstimmungsgrenzen ist ebenfalls relativ klein, 0,577 L, wie sich aus einer oberen Übereinstimmungsgrenze von 0,285 L und einer unteren Übereinstimmungsgrenze von -0,292 L ergibt. Alle Werte einschließlich des 95 %-Konfidenzintervalls sind in Abbildung 7C dargestellt.

Tabelle 24: Verzerrung und Übereinstimmungsgrenzen von viszeralem Fett zwischen Messungen bei leerem Magen und Messungen bei vollem Magen

	Schätzung (L)	95 %-Konfidenzintervall	
		untere (L)	obere (L)
Verzerrung ($n = 50$)	-0,003	-0,045	0,039
obere Übereinstimmungsgrenze	0,285	0,213	0,357
untere Übereinstimmungsgrenze	-0,292	-0,364	-0,220

3.6.4 Auswirkung des Zustands des Magens auf den Phasenwinkel

Die Verzerrung des PhA-Wertes zwischen Messungen mit vollem und mit leerem Magen beträgt $0,038^\circ$ (Tabelle 25). Diese Differenz ist statistisch nicht signifikant, $t(50) = 2, p = 0,06$. Die obere Übereinstimmungsgrenze mit einem Wert von $0,306^\circ$ und die untere Übereinstimmungsgrenze, $-0,230^\circ$, ergeben eine Spanne von $0,536^\circ$. 96 % der Werte liegen innerhalb dieses Bereichs, wobei mehr Werte über der Verzerrung liegen, wie aus dem Bland-Altman-Plot in Abbildung 7D ersichtlich ist.

Tabelle 25: Verzerrung und Übereinstimmungsgrenzen von Phasenwinkel zwischen Messungen bei leerem Magen und Messungen bei vollem Magen

	Schätzung (°)	95 %-Konfidenzintervall	
		untere (°)	obere (°)
Verzerrung ($n = 50$)	0,038	-0,001	0,077
obere Übereinstimmungsgrenze	0,306	0,239	0,373
untere Übereinstimmungsgrenze	-0,230	-0,297	-0,163

3.7 Standardisiertes Protokoll

Auf der Grundlage der Ergebnisse dieser Studie wurden die Messbedingungen, die insgesamt keine signifikanten Unterschiede bei den BIA-Parametern im Vergleich zu den BIA-Parametern des Kontrollversuchs aufwiesen, was auf eine Übereinstimmung hindeutet, in den Entwurf eines standardisierten Protokolls aufgenommen. Dieses Protokoll, das in chronologischer Reihenfolge angeordnet ist, wurde für die künftige Verwendung des BIA-Analysegeräts während der Messsitzen wie folgt vorgesehen:

1. Die zu messende Person anweisen, die Blase zu entleeren.
2. Das Körpergewicht der Messperson erheben (abzüglich des Gewichts von Schuhen und Kleidung, falls zutreffend) und in ein Datenblatt* eintragen.
3. Den Taillenumfang entweder mit der WC-mid- oder der WC-2- Finger-Methode messen und in das Datenblatt* eintragen.
4. Ggf. die Messperson anweisen, ihr Handy und ihre Smartwatch körperfern zu legen sowie ihre Schuhe und Socken auszuziehen.
5. Die Messperson anweisen, sich auf den Untersuchungstisch oder auf eine nicht leitende Unterlage auf den Rücken zu legen und dabei die Arme und Beine gerade und entspannt zu halten.
6. Einige Daten der Messperson erfragen und in das BIA-Gerät eingeben, darunter der vollständige Name, das Geschlecht, der Geburtstag, die ethnische Zugehörigkeit, die Körpergröße, das Körpergewicht, der Taillenumfang und der PAL-Wert. Diese Daten in das Datenblatt* eintragen, wenn nötig.
7. Alkoholtücher zur Desinfektion der Hautstellen** verwenden, an denen die Elektroden angebracht werden sollen.
8. Die Klebeelektroden auf den definierten Stellen** anbringen.

9. Die Messmatte auf die Oberschenkel der Messperson legen und die Elektroden mit den Elektrodenkabeln verbinden und dabei nach Möglichkeit vermeiden, dass die Kabel den Körper berühren.
10. Darauf achten, dass die Arme nicht den Oberkörper und die Beine sich berühren.
11. Die Messperson nach weiteren Informationen (Stresspegel, Schlafmangel, Medikamenteneinnahme, monatliche Periode bei Frauen usw.) fragen und diese in das Datenblatt*** eintragen.
12. BIA-Messung starten.
13. Nach der Messung: sicherstellen, dass alle Ergebnisse gespeichert worden sind. Wenn die Messung nicht erfolgreich war, die Schritte 9 und 10 überprüfen und die Messung erneut starten.
14. Die Kabel und Messmatte von der Messperson entfernen und die Klebeelektroden entsorgen.
15. Die Messperson anweisen, aufzustehen und, falls zutreffend, ihre Socken und Schuhe wieder anzuziehen bzw. ihre Smartwatch und ihr Handy aufzunehmen.

* siehe Seite 1 von Anhang E

** siehe Abbildung 1

*** siehe Seite 2 von Anhang E

4 Diskussion

4.1 Ergebnisdiskussion

Messungen der Körperzusammensetzung mittels BIA werden in der klinischen Praxis aufgrund ihrer einfachen Handhabung, Mobilität, schnellen Messwerterfassung und Kosteneffizienz häufig eingesetzt (Thurlow u. a., 2018). Die Notwendigkeit einer Standardisierung dieser Messungen wurde systematisch hervorgehoben (Roekenes u. a., 2015). In der vorliegenden Studie wurden die Auswirkungen des Zustands der Blase, der Dauer in der Rückenlage, der Methode zur Messung des Taillenumfangs, der Position der Extremitäten, der Position der Elektrodenkabel und des Zustands des Magens auf die mit dem Multifrequenz-BIA-Analysator geschätzten BIA-Parameter FM, SMM, VAT und PhA untersucht.

4.1.1 Diskussion zur Auswirkung des Füllstands der Blase

Da der stromleitende Wassergehalt des Körpers stark mit der Funktionsweise der BIA korreliert (Slinde u. a., 2003), wurde der Einfluss des Zustands der Blase während der Messung (voll oder entleert) weiter untersucht.

4.1.1.1 Diskussion zur Auswirkung des Füllstands der Blase auf die Fettmasse

Laut dieser Studie wurde ein signifikanter Unterschied zwischen BIA-Messungen bei entleerter und voller Blase in Bezug auf den Wert der FM festgestellt. Bei Messungen mit voller Blase ist die FM um 1,53 % höher als die mit leerer Blase gemessene FM. Dieses Ergebnis liegt leicht über dem von Gonzalez-Correa und Caicedo-Eraso angegebenen Unterschied von 1 % bei BIA-Messungen mit leerer Blase (González-Correa & Caicedo-Eraso, 2012). Die Richtung der Veränderung der FM entspricht auch derjenigen, die in einer kürzlich durchgeführten Studie festgestellt wurde. Diese zeigte, dass die FM um 0,68 % höher ist, wenn die Messungen mit einer vollen Blase durchgeführt werden, auch wenn dieser Unterschied statistisch nicht signifikant ist (Randhawa u. a., 2021).

4.1.1.2 Diskussion zur Auswirkung des Füllstands der Blase auf die Skelettmuskelmasse

Beim SMM-Wert besteht ein signifikanter Unterschied von 0,43 % zwischen den Messungen bei entleerter und voller Blase. Auch wenn dieser Unterschied etwas geringer ist, als in einer anderen Studie (1 %) (González-Correa & Caicedo-Eraso, 2012), bedeutet dies dennoch, dass es wichtig ist, die Blase vor der BIA-Messung zu entleeren. Damit soll sichergestellt werden, dass der ermittelte SMM-Wert genau ist. Andernfalls sind die Ergebnisse der SMM 0,43 % niedriger als die tatsächliche SMM.

4.1.1.3 Diskussion zur Auswirkung des Füllstands der Blase auf das viszerale Fettgewebe

Der Unterschied zwischen den bei entleerter und voller Blase gemessenen Werten ist statistisch nicht signifikant, was darauf hindeutet, dass eine Übereinstimmung zwischen den beiden Messbedingungen besteht. Unabhängig davon, ob die BIA-Messung bei voller oder entleerter Blase durchgeführt wird, bleibt das geschätzte VAT relativ stabil. Das VAT wird also nicht durch den Zustand der Blase beeinflusst.

4.1.1.4 Diskussion zur Auswirkung des Füllstands der Blase auf den Phasenwinkel

Der mit voller Blase gemessene PhA-Wert ist um 1,09 % niedriger als der mit entleerter Blase gemessene PhA-Wert. Dieser Unterschied ist signifikant und steht in enger Übereinstimmung mit der Literatur, die zeigt, dass die BIA-Ergebnisse um 1 % abweichen, wenn die Blase nicht entleert wird (González-Correa & Caicedo-Eraso, 2012). Es ist daher wichtig, die Blase vor der Messung zu entleeren, um sicherzustellen, dass der PhA-Wert korrekt ist. Andernfalls werden die Ergebnisse stets verfälscht und niedriger sein als der tatsächliche PhA-Wert.

4.1.1.5 Zusammenfassung der Auswirkung des Füllstands der Blase auf die BIA-Parameter

Berücksichtigt man die erheblichen Auswirkungen des Zustands der Blase auf die Messung der BIA-Parameter FM, SMM, VAT und PhA, so bestätigt dies die Notwendigkeit, die zu messende Person zu bitten, vor einer BIA-Messung auf die Toilette zu gehen, um Wasser zu lassen. Damit soll sichergestellt werden, dass die Ergebnisse dieser wichtigen Parameter reproduzierbar und genau sind, um den Patienten in der klinischen Praxis eine zuverlässige Interpretation zu ermöglichen. Andernfalls muss eine Abweichung der mit voller Blase gemessenen Ergebnisse um 0,43 % bis 1,53 % von den mit leerer Blase gemessenen Ergebnissen in Kauf genommen werden.

4.1.2 Diskussion zur Auswirkung der Messpositionsdauer (Rückenlage)

Ein direkter Vergleich der Ergebnisse aufgrund der Dauer in der Messposition mit anderen Ergebnissen in der Literatur ist leider nur begrenzt möglich, da die meisten Studien Ergebnisse in Bezug auf Primärparameter, insbesondere Widerstand, R und Impedanz, Z, zeigten. Da die Gleichungen zur Gewinnung von Sekundärparametern wie FM, SMM und VAT unter Verwendung dieser Primärparameter proprietär sind und nur für das BIA-Analysegerät gelten, ist es schwierig zu bestimmen, welche Werte diese Sekundärparameter in den früheren Studien hatten. Selbst wenn diese Studie Primärparameter wie R- und Z-Werte mit den früheren Studien vergleichen würde, wären die Ergebnisse für die tägliche klinische Praxis bei der Interpretation der BIA-Ergebnisse für

die Klient*innen nicht sehr hilfreich. Die Ergebnisse der nützlichen BIA-Parameter werden im Folgenden diskutiert.

4.1.2.1 Diskussion zur Auswirkung der Rückenlagedauer auf die Fettmasse

Nach dieser Studie ist der Unterschied des sekundären Parameters FM, gemessen unter 10 Minuten und 5 Minuten in Rückenlage, statistisch unbedeutend. 96 % der Werte liegen innerhalb der Übereinstimmungsgrenzen, was auf eine Übereinstimmung zwischen den beiden Messbedingungen hinweist. Beide Dauern führen zu ähnlichen FM-Werten, obwohl in der Literatur festgestellt wurde, dass die gemessene Z umso höher ist, je länger eine Person in Rückenlage liegt (National Institutes of Health, 1994; Slinde u. a., 2003). Da es sich bei den FM-Werten um sekundäre Parameter handelt, die von primären Parametern wie der Z abgeleitet werden, kann gesagt werden, dass die zur Berechnung der FM verwendete Gleichung stabil ist, unabhängig von der Dauer in der Rückenlage der Testpersonen.

4.1.2.2 Diskussion zur Auswirkung der Rückenlagedauer auf die Skelettmuskelmasse

In dieser Studie ist der Unterschied des SMM-Wertes, der unter 10 Minuten und 5 Minuten in Rückenlage gemessen wurde, ebenfalls statistisch nicht signifikant, obwohl die Richtung des Unterschieds mit der aus der Studie von Kushner et al. (1996) übereinstimmt. In dieser Studie wird festgestellt, dass die SMM abnimmt, je länger eine Person in Rückenlage bleibt, was auf einen höheren R zurückzuführen ist. Da ein solcher statistisch signifikanter Unterschied in dieser Studie nicht festgestellt wurde, kann man sagen, dass die mit der integrierten BIA-Gleichung berechnete SMM nicht von Änderungen der Dauer in der Rückenlage abhängt.

4.1.2.3 Diskussion zur Auswirkung der Rückenlagedauer auf das viszerale Fettgewebe

Der Unterschied zwischen dem in 10 Minuten und dem in 5 Minuten in Rückenlage gemessenen VAT-Wert ist statistisch nicht signifikant, mit einer Verzerrung, die sehr nahe bei 0 liegt (0,008 L), was bedeutet, dass eine starke Übereinstimmung zwischen den beiden Messbedingungen besteht. Der VAT-Wert wird daher auch nicht leicht durch die Dauer der Rückenlage vor der BIA beeinflusst.

4.1.2.4 Diskussion zur Auswirkung der Rückenlagedauer auf den Phasenwinkel

Es besteht ein signifikanter Unterschied zwischen Messungen, die unter 10 Minuten und 5 Minuten in Rückenlage durchgeführt wurden, was den PhA-Wert betrifft. Dies bedeutet, dass es wichtig ist, sich vor der Messung mindestens 10 Minuten in Rückenlage zu befinden, um sicherzustellen, dass

der PhA-Wert korrekt ist. Andernfalls werden die Ergebnisse der PhA um 0,47 % niedriger sein als der tatsächliche PhA-Wert. Dieser Unterschied kann jedoch je nach der Betonung, die diesem Parameter in der klinischen Praxis beigemessen wird, als unbedeutend angesehen werden. Leider gibt es keine Literatur über den Einfluss der Rückenlagedauer auf die PhA-Werte, die als Vergleich zu den aktuellen Ergebnissen dienen könnte.

4.1.2.5 Zusammenfassung der Auswirkung der Rückenlagedauer auf die BIA-Parameter

Zusammengefasst sind die gemessenen sekundären BIA-Parameter stabil gegenüber Änderungen der Rückenlagedauer, während der primäre Parameter, PhA, dies nicht ist. Insgesamt lässt sich jedoch sagen, dass die Dauer der Rückenlage nicht übermäßig betont werden muss, um genaue Ergebnisse für Klient*innen zu erhalten, die vor der Messung standen oder gingen. In der klinischen Praxis kann diese Zeit leicht damit gefüllt werden, dass das medizinische Personal die allgemeinen Daten der Patient*innen in das BIA-Gerät eingibt, die Elektroden an den Patient*innen anbringt und auch andere Informationen einholt, die für die Interpretation der BIA-Ergebnisse relevant sind, wie es in dieser Studie durchgeführt ist (siehe Anhang E).

4.1.3 Diskussion zur Auswirkung der Taillenumfangsmessmethode

Der Taillenumfang ist ein wichtiger Parameter, der in die BIA-Analysegeräte zur Berechnung verschiedener anderer Parameter eingegeben wird. Leider wird oft vernachlässigt, wie er richtig zu ermitteln ist. Diese Studie ist neu in ihrer Art, da sie die Auswirkungen zwei verschiedener Methoden zur Messung des Taillenumfangs auf BIA-Parameter untersucht.

4.1.3.1 Diskussion zur Auswirkung der Taillenumfangsmessmethode auf die Fettmasse

Laut dieser Studie unterscheidet sich der Wert der FM, der durch die Messung des Taillenumfangs mit der 2-Finger-Methode ermittelt wurde, von der FM, die mit der WC-mid-Methode gemessen wurde. Dieser Unterschied von 0,51 % ist jedoch statistisch nicht signifikant, was bedeutet, dass die FM nicht von der Art der Messung des Taillenumfangs beeinflusst wird.

4.1.3.2 Diskussion zur Auswirkung der Taillenumfangsmessmethode auf die Skelettmuskelmasse

Der Unterschied des SMM-Wertes, der durch die Messung des Taillenumfangs mit der 2-Finger-Methode und der WC-mid-Methode ermittelt wurde, ist statistisch nicht signifikant. Es scheint, dass beide Methoden zur Messung des Taillenumfangs keinen großen Einfluss auf den geschätzten SMM-Wert haben, der durch BIA ermittelt wird.

4.1.3.3 Diskussion zur Auswirkung der Taillenumfangsmessmethode auf das viszerale Fettgewebe

Der Unterschied des VAT-Wertes, der durch die Messung des Taillenumfangs mit der 2-Finger-Methode und der WC-mid-Methode ermittelt wurde, ist statistisch nicht signifikant, mit einer Verzerrung, die sehr nahe bei 0 liegt, und keinem Unterschied zwischen dem Mittelwert der beiden Messungen. Dies zeigt, dass das VAT nicht von der Art der Messung des Taillenumfangs beeinflusst wird.

4.1.3.4 Diskussion zur Auswirkung der Taillenumfangsmessmethode auf den Phasenwinkel

Es besteht ein signifikanter Unterschied zwischen der Messung des Taillenumfangs mit der 2-Finger-Methode und der WC-mid-Methode in Bezug auf den Wert des PhA. Dies kann bedeuten, dass es wichtig ist, die gleiche Methode zur Messung des Taillenumfangs anzuwenden da sonst die Ergebnisse des mit der WC-mid-Methode gemessenen PhA höher sind als die mit der WC-2-Finger-Methode gemessenen PhA, nämlich um 0,31 %.

4.1.3.5 Zusammenfassung der Auswirkung der Taillenumfangsmessmethode auf die BIA-Parameter

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass entweder die BIA-Parameter relativ stabil sind, unabhängig davon, wie der Taillenumfang gemessen wird, oder dass die 2-Finger-Methode bei der Messung des Taillenumfangs genauso genau ist wie die anerkannte WC-mid-Methode. Die Spannen der Übereinstimmungsgrenzen sind ebenfalls recht klein und betragen 0,614 kg, 0,357 kg und 0,784 L für FM, SMM bzw. VAT, was bedeutet, dass 95 % der Werte innerhalb dieser Schwankungsbreite liegen. Die Gesundheitsfachkräfte können dann selbst entscheiden, ob dieser Bereich für die klinische Praxis akzeptabel ist. Ist dies der Fall, können die 2-Finger-Methode und die WC-mid-Methode zur Messung des Taillenumfangs austauschbar verwendet werden. Der einzige Parameter, der von der Messmethode des Taillenumfangs beeinflusst wird, ist der PhA, höchstwahrscheinlich, weil es sich dabei um einen direkt aus der BIA gewonnenen Primärparameter handelt, während FM, SMM und VAT Parameter sind, die nach den vordefinierten Gleichungen des BIA-Analysegeräts berechnet werden.

4.1.4 Diskussion zur Auswirkung der Extremitätenposition

Untersuchungen über den Einfluss der Position der Extremitäten auf die BIA-Messungen werden bereits seit Jahrzehnten durchgeführt. Wie bei der Dauer in der Rückenlage werden jedoch die meisten der bisher in der Literatur gefundenen Ergebnisse in anderen Parametern dargestellt, wie z. B. der prozentualen Veränderung der BIA-Parameter im Allgemeinen (González-Correa &

Caicedo-Eraso, 2012), der Impedanz, Z (Kushner u. a., 1996; National Institutes of Health, 1994) und dem prozentualen Anteil des Ganzkörper-Widerstand, R (Anthony Evans u. a., 1999). Um die Informationen für die klinische Praxis besser nutzbar zu machen, werden daher im Folgenden die in dieser Studie präsentierten Ergebnisse zum Einfluss der Position der Extremitäten auf die BIA-Parameter FM, SMM, VAT und PhA diskutiert.

4.1.4.1 Diskussion zur Auswirkung der Extremitätenposition auf die Fettmasse

Der Unterschied der FM-Werte, die mit berührenden und ausgestreckten Extremitäten gemessen wurden, ist statistisch unbedeutend. 97,3 % der Werte liegen innerhalb der Übereinstimmungsgrenzen, was auf eine Übereinstimmung zwischen den beiden Messbedingungen hinweist. Dies bedeutet, dass die FM nicht durch die Position der Extremitäten beeinflusst wird. Es ist jedoch auch wichtig zu erwähnen, dass nur 37 von 50 Messungen erfolgreich waren, was einer Erfolgsquote von nur 74 % entspricht. Die anderen 13 Messungen konnten trotz mehrerer Versuche nicht durchgeführt werden, da das BIA-Gerät „Messfehler“ anzeigte.

4.1.4.2 Diskussion zur Auswirkung der Extremitätenposition auf die Skelettmuskelmasse

Der Unterschied des SMM-Wertes, der mit berührenden und ausgestreckten Extremitäten gemessen wurde, ist statistisch signifikant. Dies bedeutet, dass die SMM von der Position der Extremitäten beeinflusst wird. Wenn die Beine einander berühren und die Arme in Kontakt mit dem Rumpf sind, ist der SMM-Wert 7,36 % niedriger als bei ausgestreckten Extremitäten. Dieser prozentuale Veränderung ist geringer als der in der Literatur angegebene (18 % Fehler bei Kontakt der gekreuzten Beine und 43 % Fehler aufgrund des Kontakts der Hände mit der Taille) (González-Correa & Caicedo-Eraso, 2012).

4.1.4.3 Diskussion zur Auswirkung der Extremitätenposition auf das viszerale Fettgewebe

Es wurde auch ein signifikanter Unterschied zwischen Messungen mit berührenden und ausgestreckten Extremitäten in Bezug auf den Wert des VAT festgestellt, was bedeutet, dass es wichtig ist, die Extremitäten vom Körper abzuspreizen. Andernfalls sind die Ergebnisse der mit berührenden Extremitäten gemessenen VAT, wie in der vorliegenden Untersuchung gezeigt, bis zu 12,33 % höher als die mit ausgestreckten Extremitäten gemessenen VAT sein können. Auch dieser Prozentsatz der Veränderung ist vergleichsweise niedriger als der in der Literatur angegebene Wert (18 % Fehler bei Kontakt der gekreuzten Beine und 43 % Fehler aufgrund des Kontakts der Hände mit der Taille) (González-Correa & Caicedo-Eraso, 2012).

4.1.4.4 Diskussion zur Auswirkung der Extremitätenposition auf den Phasenwinkel

Für den PhA-Wert wurde ebenfalls ein signifikanter Unterschied zwischen Messungen mit und ohne Berührung der Extremitäten festgestellt. Dies bedeutet, dass die PhA-Werte auch leicht durch die Position der Extremitäten während der BIA-Messungen beeinflusst werden. Daher ist es wichtig, die empfohlene SOP einzuhalten, indem die Extremitäten ausgestreckt werden. Andernfalls sind die Ergebnisse der PhA, die mit berührenden Extremitäten gemessen werden, 3,42 % höher als die PhA, die mit ausgestreckten Extremitäten gemessen werden.

4.1.4.5 Zusammenfassung der Auswirkung der Extremitätenposition auf die BIA-Parameter

Die Ergebnisse dieser Studie zeigen, dass die Position von Armen und Beinen einen signifikanten Einfluss auf die meisten BIA-Parameter hat, nämlich SMM, VAT und PhA, während FM nur nicht signifikant beeinflusst wird. Daraus lässt sich ableiten, dass Extremitäten während der BIA ausgestreckt werden müssen, um die Abweichungen zu verringern und die Genauigkeit der BIA-Ergebnisse insgesamt zu verbessern. Wenn dies bei adipösen Patient*innen aufgrund des begrenzten Platzes auf der Therapieliege nicht möglich ist, sollte eine isolierende Barriere wie trockene Kleidung und nichtleitende Hilfspolster bereitgestellt werden (National Institutes of Health, 1994; Roekenes u. a., 2015).

4.1.5 Diskussion zur Auswirkung der Elektrodenkabelposition

Obwohl bisher nur unzureichende Literatur über den Einfluss der Führung der Elektrodenkabel vom Körper während der BIA-Messungen existiert (González-Correa & Caicedo-Eraso, 2012), ist dies eines der Kriterien, die in den Messbedingungen genannt werden. Höchstwahrscheinlich leitet sich dies aus der Überlegung ab, einen Kurzschluss der elektrischen Leitung zu verhindern, wie er bei Haut-zu-Haut-Kontakt der Extremitäten entsteht. Seine spezifischen Auswirkungen auf die einzelnen BIA-Parameter werden im Folgenden diskutiert.

4.1.5.1 Diskussion zur Auswirkung der Elektrodenkabelposition auf die Fettmasse

Laut dieser Studie besteht ein grenzwertig signifikanter Unterschied in der FM, wobei der FM-Wert höher ist, wenn die Elektrodenkabel den Körper berühren, im Vergleich zu Messungen, bei denen die Kabel den Körper nicht berühren ($p = 0,05$). Der Unterschied beträgt also 1,02 %. Um genaue FM-Werte zu erhalten, wird daher empfohlen, die Kabel vom Körper weg zu verlegen.

4.1.5.2 Diskussion zur Auswirkung der Elektrodenkabelposition auf die Skelettmuskelmasse

Was die SMM betrifft, so wurde kein signifikanter Unterschied zwischen Messungen mit und ohne Berührung der Elektrodenkabel festgestellt, was darauf hindeutet, dass die SMM relativ stabil bei unterschiedlichen Positionen der Elektrodenkabel ist. Die Spanne der Übereinstimmungsgrenzen von 2,903 kg kann jedoch für Gesundheitsfachkräfte ein Anhaltspunkt sein, um zu entscheiden, ob dieser Wert noch akzeptabel ist, wenn die Kabel den Körper während der BIA-Messungen berühren.

4.1.5.3 Diskussion zur Auswirkung der Elektrodenkabelposition auf das viszerale Fettgewebe

Es wurde ein statistisch nicht signifikanter Unterschied festgestellt, der besagt, dass das mit Berührung der Elektrodenkabel gemessene VAT höher ist als das ohne Berührung der Kabel gemessene VAT. Daher können beide Methoden austauschbar verwendet werden, um genaue VAT-Ergebnisse zu erhalten, mit einer 95%igen Schwankung von 0,289 L zwischen den beiden Messungen.

4.1.5.4 Diskussion zur Auswirkung der Elektrodenkabelposition auf den Phasenwinkel

Es wurde festgestellt, dass sich der Wert der PhA zwischen den Messungen mit und ohne Berührung der Elektrodenkabel signifikant unterscheidet. Dies kann auf seine Empfindlichkeit als primärer Parameter zurückzuführen sein, der direkt vom BIA-Analysegerät gemessen wird. Aus diesem Grund sollten Gesundheitsfachkräfte in Erwägung ziehen, die Elektrodenkabel vom Körper weg zu platzieren, um ungenaue PhA-Werte zu vermeiden, die höher sind, wenn die Kabel im Kontakt mit dem Körper sind.

4.1.5.5 Zusammenfassung der Auswirkung der Elektrodenkabelposition auf die BIA-Parameter

In Anbetracht der oben genannten Punkte bezüglich der Auswirkungen der Position der Elektrodenkabel auf die BIA-Parameter ist es schwierig, zu dem Schluss zu kommen, dass Kabel, die den Körper berühren, einen signifikanten Unterschied bei den BIA-Ergebnissen ausmachen. Auch wenn die Theorie, dass die Kabel den Körper (oder andere leitende Oberflächen im Allgemeinen) nicht berühren, dieselbe ist wie die, dass die Extremitäten den Körper nicht berühren, ist die Erfolgsquote bei der Durchführung einer BIA-Messung mit berührenden Kabeln viel höher (98 %) als bei Messungen mit berührenden Extremitäten (74 %). Daher kann man sagen, dass der Schwerpunkt bei der Durchführung von BIA-Messungen nicht auf der Position der Elektrodenkabel

an sich liegen muss. Selbst wenn diese in der klinischen Praxis aus welchen Gründen auch immer nicht vollständig von Patient*innen entfernt platziert werden können, sollte dies nicht als ein großes Problem angesehen werden, dem man übersteigerte Beachtung schenken müsste. Die erzielten Ergebnisse sind immer noch zuverlässig und ähnlich wie die Ergebnisse, die ohne den Körper berührende Elektrodenkabel erzielt werden.

4.1.6 Diskussion zur Auswirkung des Magen Zustands

Obwohl es sich um die am häufigsten untersuchte Messbedingung handelt, ist die Literatur uneinheitlich, was das Ausmaß und sogar die Richtung der Veränderung von BIA-Parametern in Bezug auf den Zustand des Magens oder die Nahrungsaufnahme betrifft (Randhawa u. a., 2021).

4.1.6.1 Diskussion zur Auswirkung des Magen Zustands auf die Fettmasse

Die Ergebnisse dieser Studie zeigen eine Abnahme der FM, wenn die BIA postprandial durchgeführt wird. Auch wenn dieser Unterschied statistisch nicht signifikant ist ($p = 0,3$), stimmt die Richtung der Veränderung mit den Ergebnissen der Studie von Tinsley u.a. (2017) überein, die eine Abnahme der Impedanz, Z unter dem Einfluss der Volumenänderung feststellten (National Institutes of Health, 1994). Ein statistisch nicht signifikanter Unterschied im FM-Wert als solchem in dieser Studie unterstützt jedoch auch die Ergebnisse verschiedener Studien (Chumlea W. C. u. a., 1987; Kushner u. a., 1996; Randhawa u. a., 2021). In diesem Sinne sind die FM-Schätzungen unabhängig vom Zustand des Magens stabil.

4.1.6.2 Diskussion zur Auswirkung des Magen Zustands auf die Skelettmuskelmasse

Es besteht ein signifikanter Unterschied zwischen Messungen auf nüchternen und auf vollen Magen, was den Wert der SMM betrifft. Dies ist vergleichbar mit einer Studie, die einen signifikanten Unterschied in der SMM von 2 % zeigte, wenn die BIA nach der Nahrungsaufnahme durchgeführt wird (Tinsley u. a., 2017). Der in dieser Studie ermittelte Unterschied ist jedoch viel geringer (0,87 %). Nichtsdestotrotz implizieren dieses Ergebnis, dass es wichtig ist, die BIA im nüchternen Zustand durchzuführen, um genaue SMM-Werte zu erhalten.

4.1.6.3 Diskussion zur Auswirkung des Magen Zustands auf das viszerale Fettgewebe

Nach dieser Studie ist der Unterschied das prä- und postprandial gemessenen VAT statistisch nicht signifikant, mit einer Verzerrung von nahezu 0 (-0,003 L), was bedeutet, dass eine starke Übereinstimmung zwischen den beiden Messbedingungen besteht. Dies deckt sich mit der Studie von Vázquez (2015), die ergab, dass sich der Anteil des viszeralen Fettes und des Rumpffettes nach

der Nahrungsaufnahme nicht verändert. Man kann daraus schließen, dass die VAT-Werte nicht leicht durch den prandialen Status oder den Zustand des Magens beeinflusst werden.

4.1.6.4 Diskussion zur Auswirkung des Magen Zustands auf den Phasenwinkel

Auch bei den PhA-Werten wurde kein signifikanter Unterschied zwischen der BIA nach und vor der Nahrungsaufnahme festgestellt. Dies deutet darauf hin, dass die BIA vor oder nach einer Mahlzeit durchgeführt werden kann, ohne dass eine signifikante Beeinflussung der PhA-Werte zu befürchten ist. Da es sich um eine neue Studie zu diesem BIA-Parameter handelt, gibt es bisher noch keine Literatur, die dieses Ergebnis bestätigen kann.

4.1.6.5 Zusammenfassung der Auswirkung des Magen Zustands auf die BIA-Parameter

Zusammengefasst sind die meisten BIA-Parameter (FM, VAT und PhA) stabil gegenüber Veränderungen des Magens, sei es in leerem oder vollem Zustand. Es kann auch gesagt werden, dass die Gleichungen zur Berechnung der sekundären Parameter stabil sind. Diese Ergebnisse geben den Gesundheitsfachkräften, die die BIA durchführen, die Gewissheit, dass die Ergebnisse bei den Patient*innen zuverlässig sind, unabhängig davon, ob sie vor der Messung etwas gegessen haben oder nicht. Auf diese Weise wird auch die Terminabsprache erleichtert, da die Patient*innen nicht erst nach mindestens vierstündigem Fasten oder gar nach einer Fastennacht gemessen werden müssen.

Die Gesundheitsfachkräfte können jedoch auch selbst entscheiden, ob die in dieser Studie gefundenen Schwankungsbreiten der Übereinstimmungsgrenzen für Parameter mit statistisch nicht signifikanten Veränderungen klein genug sind, um zu dem Schluss zu kommen, dass BIA-Messungen mit vollem oder nüchternem Magen ausreichend übereinstimmen, damit sie austauschbar durchgeführt werden können.

4.1.7 Standardisiertes Protokoll

Neben den Auswirkungen der verschiedenen Messbedingungen auf die verschiedenen BIA-Parameter zu bestimmen, zielte diese Studie auch darauf ab, ein standardisiertes Protokoll auf der Grundlage der festgestellten Auswirkungen vorzuschlagen. Nach einer Literaturübersicht wurde ein Vorschlag für die Standardisierung der klassischen BIA-Methode bei Erwachsenen vorgelegt (im Folgenden: „allgemeine Richtlinien“). Je nach Typ und Modell des BIA-Analysegeräts können sich auch die Anforderungen an die Messung unterscheiden, die im Fall dieser Studie auf dem von der Firma seca für das Analysegerät seca mBCA 525 vorgeschlagenen Protokoll basiert (im Folgenden: „seca-Richtlinien“).

Laut dieser Studie entspricht das vorgeschlagene standardisierte Protokoll den allgemeinen Richtlinien und den seca-Richtlinien in Bezug auf die Entleerung der Blase 30 Minuten vor (González-Correa & Caicedo-Eraso, 2012) oder unmittelbar vor (seca GmbH & Co. KG, 2021) dem Test, die Ausstreckung der Arme um 45° (González-Correa & Caicedo-Eraso, 2012) oder ohne Berührung des Rumpfes (seca GmbH & Co. KG, 2021), die Trennung der Beine (González-Correa & Caicedo-Eraso, 2012) oder idealerweise schulterbreit auseinander (seca GmbH & Co. KG, 2021), das 5- minütigen Liegen zur Vermeidung von Flüssigkeitsverschiebungen (González-Correa & Caicedo-Eraso, 2012) und die Nichtplatzierung der Elektrodenkabel auf oder unter dem Körper (seca GmbH & Co. KG, 2021).

Zu den Punkten des vorgeschlagenen standardisierten Protokolls, die weder den allgemeinen Richtlinien noch den seca-Leitlinien entsprechen, gehören ein definiertes Fasten von 8 oder 12 Stunden (González-Correa & Caicedo-Eraso, 2012) oder die Messung sollte vor einer Mahlzeit oder einige Stunden nach einer Mahlzeit (seca GmbH & Co. KG, 2021) und idealerweise im Liegen für 10 Minuten vor der Messung erfolgen (seca GmbH & Co. KG, 2021). Dies kann darauf zurückzuführen sein, dass das in dieser Studie verwendete BIA-Analysegerät weniger empfindlich auf Veränderungen reagiert, unabhängig vom Zustand des Magens und der Dauer der Messung in Rückenlage.

Die Methode zur Messung des Taillenumfangs wurde in beiden Leitlinien nicht erwähnt, was zeigt, dass dieser Punkt in früheren Studien und von den Herstellern vernachlässigt wird, obwohl der Taillenumfang als entscheidender Indikator für den BIA-Parameter VAT gilt.

4.2 Einschränkung der Studie

Bei der Interpretation der vorliegenden Ergebnisse sind einige Einschränkungen zu beachten. Beide Einschränkungen, die die Methode und die Ergebnisse betreffen, werden im Folgenden erörtert.

4.2.1 Einschränkung der Methode

In Übereinstimmung mit mehreren früheren Studien, die den Einfluss verschiedener Variablen auf die BIA-Ergebnisse untersucht haben, wurden auch für diese Studie Testpersonen im Alter von 18 bis 65 Jahren rekrutiert (Bosy-Westphal u. a., 2013, 2017). Allerdings konnten in dieser Studie nicht so viele Testpersonen rekrutiert werden wie in den vorangegangenen Studien, so dass die Stichprobengröße mit nur 50 untersuchten Testpersonen gering ist. Obwohl es möglich gewesen wäre, den Rekrutierungszeitraum zu verlängern, um mehr Testpersonen einzubeziehen, hat sich die Untersucherin aufgrund des hohen Aufwands für die Durchführung der BIA-Messungen, die bei jeder Testperson mindestens eine Stunde in Anspruch nehmen, abgesehen von den Vorbereitungen vor der Messung und der Auswertung der Ergebnisse nach den Messungen, dagegen entschieden, dies zu tun. Aufgrund dieser Einschränkung ist es schwierig festzustellen, ob die Ergebnisse echte

Erkenntnisse über die Auswirkungen verschiedener Variablen auf die BIA-Parameter sind. Es ist auch möglich, dass Fehler vom Typ II aufgetreten sind. Künftige Studien können sich daher bemühen, mehr Testpersonen zu rekrutieren, um die Repräsentativität der Ergebnisse zu erhöhen.

Eine weitere Einschränkung, die berücksichtigt werden muss, betrifft die Confounder (Störfaktoren). In dieser Studie gibt es mehrere Faktoren, die nicht standardisiert werden konnten, darunter die physiologischen Faktoren der Testpersonen. Auch wenn die Testpersonen dieser Studie sich im Allgemeinen gesund fühlen, sind sie nicht völlig frei von Krankheiten. Werden Medikamente eingenommen, müsste berücksichtigt werden, dass diese die BIA-Ergebnisse beeinflussen können. So wird z. B. eine Flüssigkeitsretention durch Blutdrucksenker (Pawelzik, 2021) oder orale Kontrazeptiva verursacht (Institute for Quality and Efficiency in Health Care, 2006).

Darüber hinaus war die Phase des Menstruationszyklus kein Kriterium für die Aufnahme der Testpersonen in diese Studie, wie dies bei einigen anderen Studien der Fall war, in denen nur Frauen zwischen Tag 9 und Tag 16 des Menstruationszyklus (Slinde & Rossander-Hulthén, 2001) oder Frauen, die sich nicht in der Woche vor der Menstruation befinden (Anthony Evans u. a., 1999), akzeptiert wurden. Diese Anforderung beruht auf den Schwankungen der Körperflüssigkeiten während des Menstruationszyklus, die die Körperimpedanz, Z beeinflussen sollen (Slinde & Rossander-Hulthén, 2001). Frauen in der prämenstruellen Phase und während der Menstruation wird daher nicht empfohlen, BIA-Messungen durchzuführen, um ungenaue BIA-Ergebnisse aufgrund von Flüssigkeitsretention zu vermeiden (Pawelzik, 2021). Dieses Kriterium kann bei der künftigen Rekrutierung von Testpersonen berücksichtigt werden.

Zu den weiteren Störfaktoren, die aufgrund begrenzter Ressourcen und eingeschränkter Praktikabilität bei der Durchführung der Messungen nicht ausgeschlossen werden konnten, gehört der Ort der Messungen. Um die Messungen für die Testpersonen einfacher zu machen, wurde das BIA-Analysegerät an einen Ort ihrer Wahl gebracht. Dies wirkt sich unweigerlich auf andere Faktoren aus, wie z. B. die Temperatur und die Luftfeuchtigkeit der Umgebung, die ebenfalls als Faktoren genannt wurden, die für BIA-Messungen standardisiert werden müssen (González-Correa & Caicedo-Eraso, 2012). Außerdem wurden die Menge und die Art der Mahlzeit sowie die Wassermenge, die die Testpersonen in dieser Studie zu sich nahmen, nicht standardisiert, wie es in einigen Studien der Fall war (Kerr u. a., 2017; Randhawa u. a., 2021). Das liegt daran, dass die Zubereitung von Hauptmahlzeiten, die für die Testpersonen geeignet sind, eine Herausforderung darstellt, wenn man bedenkt, dass sie unterschiedliche Ernährungsgewohnheiten und Verträglichkeiten aufweisen. Eine Studie hat jedoch gezeigt, dass unabhängig von dem Kohlenhydratgehalt der Nahrung ähnliche Ergebnisse erzielt wurden (Tinsley u. a., 2017). Des Weiteren wurde in dieser Studie nicht darauf bestanden, dass der Schmuck abgenommen wird, was einen Unterschied in den Ergebnissen verursachen kann, auch wenn der Fehler gering ist (Anthony Evans u. a., 1999; González-Correa & Caicedo-Eraso, 2012).

Außerdem wird nur eine Messung für eine untersuchte Messbedingung durchgeführt. Dies kann verbessert werden, indem mindestens drei Messungen nacheinander für eine Messbedingung durchgeführt werden (González-Correa & Caicedo-Eraso, 2012) und dann der Median der Ergebnisse für die Interpretation der BIA-Parameter FM, SMM, VAT und PhA verwendet wird. Auf diese Weise kann eine genauere Darstellung der Ergebnisse erreicht werden.

Daneben kann diese Studie hinsichtlich der Art und Weise, wie die Messungen durchgeführt werden, verbessert werden. Für die Körpergröße kann ein Stadiometer verwendet werden, anstatt die von der Testperson selbst angegebene Größe aufzuzeichnen, da verschiedene Verzerrungen wie selektive Erinnerung und Übertreibung eine Rolle spielen können. Dadurch kann ein Fehler von 2,6 % bei den BIA-Messungen aufgrund einer ungenauen Körpergröße vermieden werden (González-Correa & Caicedo-Eraso, 2012). Was das Körpergewicht betrifft, so kann eine professionelle medizinische Waage verwendet werden, um 0,5 % Fehler bei den BIA-Messungen aufgrund von ungenauem Körpergewicht zu vermeiden (González-Correa & Caicedo-Eraso, 2012). Ein weiterer Punkt, der verbessert werden kann, ist die Befeuchtung der Haut mit Elektrodengel vor dem Anbringen der Elektroden, um die Stromzufuhr zu optimieren und Elektrodenfehler bei BIA-Messungen zu vermeiden (Pawelzik, 2021).

Nicht zuletzt, da es eine klinische und keine statistische Beurteilung ist, wie weit sich eine abweichende Messmethode von der Standardmethode unterscheiden kann, ohne zu Problemen zu führen, wäre es optimal, wenn der Bereich zwischen den Übereinstimmungsgrenzen im Voraus von Expert*innen festgelegt würde. Damit soll bestätigt werden, dass zwei Messungen, bei denen ein statistisch nicht signifikanter Unterschied festgestellt wurde, tatsächlich übereinstimmen und daher austauschbar verwendet werden können (Bland & Altman, 1999; Grouven u. a., 2007).

4.2.2 Einschränkung der Ergebnisse

Bei der Interpretation der Ergebnisse ist zu beachten, dass die vorliegenden Ergebnisse ausschließlich auf der Verwendung des BIA-Analysegeräts seca mBCA 525 beruhen. Es handelt sich um ein medizinisches Gerät, das anhand verschiedener Goldstandard-Referenzmethoden für die jeweiligen Parameter validiert wurde. Die verwendeten Gleichungen wurden durch von Expert*innen begutachtete Studien (Peer-Reviews) validiert (Pawelzik, 2021). Da jedoch verschiedene BIA-Geräte ihre eigenen, einzigartigen Gleichungen zur Berechnung sekundärer Messparameter verwenden (Randhawa et al., 2021; Smirnov et al., o.J.), die aufgrund kommerzieller Empfindlichkeiten meist nicht offengelegt werden (Bosy-Westphal u. a., 2017), kann die in dieser Studie gezogene Schlussfolgerung hinsichtlich der Auswirkungen unterschiedlicher Messbedingungen auf BIA-Parameter möglicherweise nicht für andere BIA-Technologien gelten. Daher könnte das in dieser Studie entwickelte Protokoll auch nicht für BIA-Messungen mit anderen Analysegeräten gelten.

Da das in dieser Studie verwendete BIA-Analysegerät die Rückenlage der Testpersonen erfordert, ist das vorgeschlagene standardisierte Protokoll auch für Messungen in Rückenlage konzipiert. Es ist deswegen nicht auf BIA-Messungen in aufrechter Position anwendbar.

Nicht zuletzt ist es wichtig zu erwähnen, dass das in dieser Studie vorgestellte standardisierte Messprotokoll nur den Ablauf während der Messsitzen berücksichtigt hat. Um ähnliche Ergebnisse der BIA-Messung zu erzielen und damit die Eignung des vorgesehenen Protokolls zu gewährleisten, sollten die in dieser Studie festgelegten Voraussetzungen auch in der klinischen Praxis umgesetzt werden. Dazu gehören keinen Herzschrittmacher und keine aktiven Prothesen zu tragen, keine Schwangerschaft bei Frauen, kein Alkoholkonsum innerhalb von 12 Stunden sowie keine extremen körperlichen Anstrengungen am Tag der Messung.

Darüber hinaus gibt es noch weitere Details, die in der Checkliste für standardisierte BIA-Messungen aufgeführt sind (González-Correa & Caicedo-Eraso, 2012), die in dieser Studie aufgrund der begrenzten Ressourcen leider nicht berücksichtigt wurden. Einige Punkte, die daher in zukünftigen akademischen Untersuchungen hinzugefügt werden können, sind die Verwendung eines elektrischen Heizgeräts, um eine Raumtemperatur von $22 \pm 1,5$ °C zu gewährleisten, die Verwendung eines Luftentfeuchters zur Kontrolle der Raumluftfeuchtigkeit gemäß den Empfehlungen des Herstellers und die Verwendung eines Standard-Krankenhauskittels, wobei die Testpersonen Unterwäsche tragen (González-Correa & Caicedo-Eraso, 2012).

4.3 Schlussfolgerung und Ausblick

Trotz der oben genannten Einschränkungen ist es in dieser Studie gelungen, Faktoren zu ermitteln, die die Ergebnisse von vier häufig verwendeten BIA-Parametern sowohl signifikant als auch nicht signifikant beeinflussen, und damit ein Messprotokoll zu erstellen, das von Gesundheitsfachkräften bei der Durchführung von BIA-Messungen verwendet werden kann. Damit wird gewährleistet, dass, bei der Durchführung der BIA-Messungen auf der Grundlage des Protokolls, die Ergebnisse sich ähneln, wenn die Messungen unter den vom Hersteller empfohlenen Bedingungen durchgeführt wurden. Dies ist besonders wichtig, um den Klient*innen genaue Diagnosen und Empfehlungen zu geben. Durch die Verwendung dieses Messprotokolls können reproduzierbare Ergebnisse auch für die Langzeitbeobachtung erzielt werden, z. B. bei der Behandlung verschiedener Krankheiten wie Übergewicht, Sarkopenie und Mangelernährung im klinischen Bereich, aber auch bei der Überwachung des Fitnessniveaus und des Gesundheitszustands von Sportler*innen und der Bevölkerung im Allgemeinen.

Literaturverzeichnis

- Anthony Evans, J., Smye, S. W., & Helena Gonzalez-Correa, C. (1999). Variables Affecting BIA Measurement of Body Water. *Medical & Biological Engineering & Computing*, 37, 106–107. <https://www.researchgate.net/publication/310796711>
- Ballarin, G., Scafi, L., Monfrecola, F., Alicante, P., Bianco, A., Marra, M., & Sacco, A. M. (2021). Body composition and bioelectrical-impedance-analysis-derived raw variables in pole dancers. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(23). <https://doi.org/10.3390/ijerph182312638>
- Bartels, E. M., Andersen, E. L., Olsen, J. K., Kristensen, L. E., Bliddal, H., Danneskiold-Samsøe, B., & Harrison, A. P. (2019). Muscle assessment using multi-frequency bioimpedance in a healthy Danish population aged 20–69 years: a powerful non-invasive tool in sports and in the clinic. *Physiological Reports*, 7(11). <https://doi.org/10.14814/phy2.14109>
- Bland, M. J., & Altman, D. G. (1999). Measuring agreement in method comparison studies. *Statistical Methods in Medical Research*, 8, 135–160.
- Bohn, B., Müller, M. J., Simic-Schleicher, G., Kiess, W., Siegfried, W., Oelert, M., Tuschy, S., Berghem, S., & Holl, R. W. (2015). BMI or BIA: Is body mass index or body fat mass a better predictor of cardiovascular risk in overweight or obese children and adolescents? *Obesity Facts*, 8(2), 156–165. <https://doi.org/10.1159/000381227>
- Bosy-Westphal, A., Jensen, B., Braun, W., Pourhassan, M., Gallagher, D., & Müller, M. J. (2017). Quantification of whole-body and segmental skeletal muscle mass using phase-sensitive 8-electrode medical bioelectrical impedance devices. *European Journal of Clinical Nutrition*, 71(9), 1061–1067. <https://doi.org/10.1038/ejcn.2017.27>
- Bosy-Westphal, A., Schautz, B., Later, W., Kehayias, J. J., Gallagher, D., & Müller, M. J. (2013). What makes a BIA equation unique? Validity of eight-electrode multifrequency BIA to estimate body composition in a healthy adult population. *European Journal of Clinical Nutrition*, 67, S14–S21. <https://doi.org/10.1038/ejcn.2012.160>
- Chumlea W. C., Roche A. F., Guo S. M., & Woynarowska B. (1987, April). *The influence of physiologic variables and oral contraceptives on bioelectric impedance*. Human Biology. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/3596566/>
- Dehghan, M., & Merchant, A. T. (2008). Is bioelectrical impedance accurate for use in large epidemiological studies? In *Nutrition Journal* (Bd. 7, Issue 1). <https://doi.org/10.1186/1475-2891-7-26>
- Deutsche Adipositas Gesellschaft, & Arbeitsgemeinschaft Adipositas im Kindes- und Jugendalter. (o. J.). *Prävalenz der Adipositas im Erwachsenenalter*. Adipositas Gesellschaft. Abgerufen 9. Januar 2023, von <https://adipositas-gesellschaft.de/ueber-adipositas/praevalenz/>
- González-Correa, C. H., & Caicedo-Eraso, J. C. (2012). Bioelectrical impedance analysis (BIA): A proposal for standardization of the classical method in adults. *Journal of Physics: Conference Series*, 407(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/407/1/012018>
- Grouven, U., Bender, R., Ziegler, A., & Lange, S. (2007). Vergleich von Messmethoden. *DMW Deutsche Medizinische Wochenschrift*, 132.
- Hamilton-James, K., Collet, T. H., Pichard, C., Genton, L., & Dupertuis, Y. M. (2021). Precision and accuracy of bioelectrical impedance analysis devices in supine versus standing position

- with or without retractable handle in Caucasian subjects. *Clinical Nutrition ESPEN*, 45, 267–274. <https://doi.org/10.1016/J.CLNESP.2021.08.010>
- Institute for Quality and Efficiency in Health Care. (2006). Contraception: Do hormonal contraceptives cause weight gain? In *Contraception: Do hormonal contraceptives cause weight gain?* Institute for Quality and Efficiency in Health Care.
- Kerr, A., Slater, G. J., & Byrne, N. (2017). Impact of food and fluid intake on technical and biological measurement error in body composition assessment methods in athletes. *British Journal of Nutrition*, 117(4), 591–601. <https://doi.org/10.1017/S0007114517000551>
- Kołodziej, M., Kozieł, S., & Ignasiak, Z. (2022). The Use of the Bioelectrical Impedance Phase Angle to Assess the Risk of Sarcopenia in People Aged 50 and above in Poland. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(8). <https://doi.org/10.3390/ijerph19084687>
- Kushner, R. F., Gudivaka, R., & Schoeller, D. A. (1996). Clinical characteristics influencing bioelectrical impedance analysis measurements. In *Am J C/in Nutr* (Bd. 64). <https://academic.oup.com/ajcn/article/64/3/423S/4651628>
- Kyle, U. G., Bosaeus, I., de Lorenzo, A. D., Deurenberg, P., Elia, M., Gómez, J. M., Heitmann, B. L., Kent-Smith, L., Melchior, J. C., Pirlich, M., Scharfetter, H., Schols, A. M. W. J., & Pichard, C. (2004). Bioelectrical impedance analysis - Part II: Utilization in clinical practice. *Clinical Nutrition*, 23(6), 1430–1453. <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2004.09.012>
- Lyons-Reid, J., Ward, L. C., Tint, M. T., Kenealy, T., Godfrey, K. M., Chan, S. Y., & Cutfield, W. S. (2021). The influence of body position on bioelectrical impedance spectroscopy measurements in young children. *Scientific Reports*, 11(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-021-89568-8>
- Ma, W. Y., Yang, C. Y., Shih, S. R., Hsieh, H. J., Hung, C. S., Chiu, F. C., Lin, M. S., Liu, P. H., Hua, C. H., Hsein, Y. C., Chuang, L. M., Lin, J. W., Wei, J. N., & Li, H. Y. (2013). Measurement of waist circumference: Midabdominal or iliac crest? *Diabetes Care*, 36(6), 1660–1666. <https://doi.org/10.2337/dc12-1452>
- National Institutes of Health. (1994). *Bioelectrical Impedance Analysis in Body Composition Measurement: National Institutes of Health Technology Assessment Conference Statement* (Bd. 64, S. 524S-532S). The American Journal of Clinical Nutrition.
- Niemeier, H. (o. J.). *Körperzusammensetzung: Bitte beachten!*
- Niemeier, H. (2022, April 22). *BIA bei Adipositas*.
- Obayashi, H., Ikuta, Y., Fujishita, H., Fukuhara, K., Sakamitsu, T., Ushio, K., Kimura, H., & Adachi, N. (2021). The relevance of whole or segmental body bioelectrical impedance phase angle and physical performance in adolescent athletes. *Physiological Measurement*, 42(3). <https://doi.org/10.1088/1361-6579/ABED35>
- Ortmann, M. (2020, September 2). *Wie du die ewige Liebe mit der Bland-Altman-Methode findest*. Dr. Magdalene Ortmann.
- Pawelzik, P. (2021, März 9). *seca 525 Interpretationsschulung*. Seca GmbH & Co. KG.
- Randhawa, A. K., Jamnik, V., Fung, M. D. T., Fogel, A. S., & Kuk, J. L. (2021). No differences in the body fat after violating core bioelectrical impedance measurement assumptions. *BMC Public Health*, 21(1). <https://doi.org/10.1186/s12889-021-10552-y>

- Roekenes, J., Strømmen, M., Kulseng, B., & Martins, C. (2015). The Impact of Feet Callosities, Arm Posture, and Usage of Electrolyte Wipes on Body Composition by Bioelectrical Impedance Analysis in Morbidly Obese Adults. *Obesity Facts*, 8(6), 364–372. <https://doi.org/10.1159/000442033>
- Rush, E. C., Crowley, J., Freitas, I. F., & Luke, A. (2006). Validity of hand-to-foot measurement of bioimpedance: Standing compared with lying position. *Obesity*, 14(2), 252–257. <https://doi.org/10.1038/oby.2006.32>
- Ryan, A. S., & Elahi, D. (2007). Body: Composition, Weight, Height, and Build. *Encyclopedia of Gerontology*, 177–186. <https://doi.org/10.1016/B0-12-370870-2/00024-X>
- seca GmbH & Co. KG. (o. J.). *seca mVSA 535 seca mBCA 525 Gebrauchsanweisung*.
- seca GmbH & Co. KG. (2021). *mBCA 525 | Spielregeln und Messprotokoll: Körperpositionierung der Patient - YouTube*. https://www.youtube.com/watch?v=DLDxSrMqlQA&list=PL4caXk3y-Z_mSKbkz0cLoh8WqnCzW1YrW&index=6
- Slinde, F., Bark, A., Jansson, J., & Rossander-Hulthén, L. (2003). Bioelectrical impedance variation in healthy subjects during 12 h in the supine position. *Clinical Nutrition*, 22(2), 153–157. <https://doi.org/10.1054/clnu.2002.0616>
- Slinde, F., & Rossander-Hulthén, L. (2001). Bioelectrical impedance: effect of 3 identical meals on diurnal impedance variation and calculation of body composition. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 74(4), 474–478. <https://doi.org/10.1093/AJCN/74.4.474>
- Smirnov, A. v., Nikolaev, D. v., & Rudnev, S. G. (o. J.). *Bioelectric impedance analysis Mathematical Modeling of Immunosenescence: Scenarios, Processes and Limitations View project Skinfold calipers-comparison View project*. <https://www.researchgate.net/publication/236341910>
- Thurlow, S., Taylor-Covill, G., Sahota, P., Oldroyd, B., & Hind, K. (2018). Effects of procedure, upright equilibrium time, sex and BMI on the precision of body fluid measurements using bioelectrical impedance analysis. *European Journal of Clinical Nutrition*, 72(1), 148–153. <https://doi.org/10.1038/ejcn.2017.110>
- Tinsley, G. M., Morales, E., Forsse, J. S., & Grandjean, P. W. (2017). Impact of acute dietary manipulations on DXA and BIA body composition estimates. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 49(4), 823–832. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000001148>
- Vázquez, R. F., Blanco, J. M., Vega, M. D. M. G., Barbancho, M. Á., & Alvero Cruz, J. R. (2015). Efectos de la comida y la bebida Sobre las variables de composición Corporal en la bioimpedancia Abdominal. *Nutricion Hospitalaria*, 32(5), 2269–2273. <https://doi.org/10.3305/nh.2015.32.5.9618>
- Verney, J., Metz, L., Chaplais, E., Cardenoux, C., Pereira, B., & Thivel, D. (2016). Bioelectrical impedance is an accurate method to assess body composition in obese but not severely obese adolescents. *Nutrition Research*, 36(7), 663–670. <https://doi.org/10.1016/j.nutres.2016.04.003>
- Walter-Kroker, A., Kroker, A., Mattiucci-Guehlke, M., & Glaab, T. (2011). A practical guide to bioelectrical impedance analysis using the example of chronic obstructive pulmonary disease. In *Nutrition Journal* (Bd. 10, Issue 1). <https://doi.org/10.1186/1475-2891-10-35>
- Zentrale für Ernährungsberatung e.V. (2022a). *Faktenblatt Viszerales Fett/ „Inneres Bauchfett“*.

Zentrale für Ernährungsberatung e.V. (2022b). *Messergebnisse Körperzusammensetzung gemessen mit seca mBCA 525*. Zentrale für Ernährungsberatung e.V.

Zentrale für Ernährungsberatung e.V. (2022c). *Messung der Körperzusammensetzung mit seca mBCA 525*. Zentrale für Ernährungsberatung e.V.

Anhang

A: Rekrutierungsposter auf Deutsch

GESUCHT





GESUND MÖCHTEGERNS

sei es, dass Du glaubst, bereits körperlich fit zu sein, oder dass Du es werden willst

für eine Studie zur Körperzusammensetzung am kommenden Dienstag oder Mittwoch in diesem Wohnheim. Im Gegenzug bekommst Du eine **KOSTENLOSE** Beratung auf der Grundlage Deiner Ergebnisse zur Muskelmasse, Fettmasse, zum gesamten Körperwasser usw.

Für weitere Informationen und um festzustellen, ob Du die passende Person für diese Studie bist, scanne jetzt 



B: Rekrutierungsposter auf Englisch

WANTED



HEALTHY WANNABES

whether you think you're already physically fit or you're heading towards it

for a body composition study this coming Tuesday or Wednesday in this dorm. In turn, you'll receive a FREE consultation based on your results of the amount of muscle mass, fat mass, total body water etc.
For more information and to determine if you are eligible for this study, scan now.



C: Fragebogen auf Deutsch am Beispiel des Studentenwohnheims Berliner Tor 3 (BT3)

27.11.22, 15:16

Studie zur Körperzusammensetzung BT3

Studie zur Körperzusammensetzung BT3

Vielen Dank für Dein Interesse, an dieser Studie zur Körperzusammensetzung teilzunehmen, die Teil einer Bachelorarbeit ist. Diese Studie basiert auf der Bioelektrischen Impedanzanalyse (BIA) – einer effektiven Methode zur Messung der Körperzusammensetzung, insbesondere des Anteils an Fett- und Muskelmasse. Die Messung findet im Berliner Tor 3 statt und ist besonders für diejenigen geeignet, die mehr über ihren Körper wissen möchten. Die Ergebnisse können auch als „Ausgangspunkt“ betrachtet werden, bevor man mit einem Trainings- oder Diätplan beginnt. Weitere allgemeine Informationen über BIA und das verwendete Gerät findest Du im Internet unter den folgenden Stichworten: „BIA-Messung“ und „seca mBCA 525“.

* required

Datenschutzrechtliche Erklärung

Hinweis: Ihre Daten werden ausschließlich für statistische Zwecke im Rahmen von Lehre und Forschung genutzt. Untersuchungsergebnisse können ggf. publiziert werden, und bei Projekten mit externen Partnern werden Untersuchungsergebnisse diesen ggf. zugänglich gemacht. Die Speicherung sowie Auswertung bzw. Verwendung der Daten geschieht in anonymisierter Form, d.h. ohne dass die Daten einer spezifischen Person zugeordnet werden können.

Die Teilnahme an dieser Untersuchung erfolgt freiwillig. Sie können jederzeit und ohne Angabe von Gründen Ihre Einwilligung zu Teilnahme an dieser Untersuchung widerrufen, ohne dass Ihnen daraus Nachteile entstehen. Durch die Teilnahme an dieser Untersuchung versichern Sie,

1. Durch Klicken auf die Schaltfläche „Ich bin einverstanden“ akzeptiere ich die Bedingungen dieser Vereinbarung. *

- Ich bin einverstanden
- Ich bin nicht einverstanden

<https://forms.office.com/Pages/DesignPageV2.aspx?origin=NeoPortalPage&subpage=design&id=DQSIkWdsW0yxEjajBLZtrQAAAAAAAAAAAAAAAAA2A...> 1/6

Bist Du für die Studie teilnahmeberechtigt?

Um an der Studie teilnehmen zu können, müssen einige Voraussetzungen erfüllt sein.

2. Ich bin im Alter zwischen 18 und 65 Jahren. *

Diese Studie konzentriert sich nur auf diese Altersgruppe.

- Ja
- Nein

3. Ich habe einen Herzschrittmacher. *

Personen mit einem Herzschrittmacher können an dieser Studie NICHT teilnehmen.

- Ja
- Nein

4. Ich habe aktive Prothesen. *

Personen mit aktiven Prothesen können an dieser Studie NICHT teilnehmen.

- Ja
- Nein

5. Für Frauen: Ich bin schwanger *

Schwangere können an dieser Studie NICHT teilnehmen.

- Ja
- Nein
- N/A (Ich bin ein Mann)

Mehr über die Studie

Herzlichen Glückwunsch, dass Du für die Studie geeignet bist!

In dieser Studie werden BIA-Messungen durchgeführt, eine Messung, die manchmal in Krankenhäusern, Kliniken und Fitnessstudios durchgeführt werden kann, normalerweise gegen eine Gebühr von mindestens 15 €.

Das Hauptziel der Studie ist es, herauszufinden, ob sich die unter verschiedenen Bedingungen durchgeführten Messungen stark von den unter Standardbedingungen durchgeführten Messungen unterscheiden. Zu den unterschiedlichen Bedingungen gehören:

- a. vor der Messung nicht auf die Toilette gehen
 - b. mit vollem Magen zur Messung erscheinen
 - c. sich nur 5 Minuten vor der Messung hinlegen*
- und so weiter.

Daher müssen mehrere Messungen an einer Person durchgeführt werden, was etwa 40 Minuten vor einer Hauptmahlzeit (mit leerem Magen) und etwa 15 Minuten nach einer Hauptmahlzeit dauert.**

Am Ende werden Dir die unter Standardbedingungen gemessenen Ergebnisse als Dankeschön kostenlos mitgeteilt :)

* Alle Messungen werden im Liegen durchgeführt.

** Eine Hauptmahlzeit kann entweder Frühstück, Mittagessen oder Abendessen sein. Die Mahlzeiten musst Du selbst besorgen.

6. Wann stehst Du für die Messungen zur Verfügung, die mit nüchternem Magen durchgeführt werden (d.h. Du hast innerhalb von 4 Stunden vor der Messung nichts gegessen)? Bitte kreuze alles an, was zutrifft.

	02/07 (Sa)	03/07 (So)
07:00 – 07:45 Uhr	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
08:00 – 08:45 Uhr	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
09:00 – 09:45 Uhr	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
10:00 – 10:45 Uhr	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
11:00 – 11:45 Uhr	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
12:00 – 12:45 Uhr	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
16:00 – 16:45 Uhr	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
17:00 – 17:45 Uhr	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
18:00 – 18:45 Uhr	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
19:00 – 19:45 Uhr	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
20:00 – 20:45 Uhr	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
21:00 – 21:45 Uhr	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

7. Wenn Du dieses Wochenende nicht verfügbar bist, bist Du dann für die nächsten 2 Wochenenden verfügbar?

- Ja
- Nein
- N/A

8. Die Messung wird höchstwahrscheinlich im Gemeinschaftsraum durchgeführt, aber wenn dieser nicht für das vereinbarte Zeitfenster gebucht werden kann, ist es dann in Ordnung, wenn die Messung in Deinem Zimmer durchgeführt wird? *

- Ja
- Nein

9. Wie lautet Deine Zimmernummer?

10. Um Dich über die bestätigte Zeit und den Ort der Messung informieren zu können, hinterlasse bitte Deine Telefonnummer. *

11. Wie kann man Dich ansprechen? *

(Dein Name)

<https://forms.office.com/Pages/DesignPageV2.aspx?origin=NeoPortalPage&subpage=design&id=DQSIkWdsW0yxEjajBLZtrQAAAAAAAAAAAAA2A...> 5/6

This content is neither created nor endorsed by Microsoft. The data you submit will be sent to the form owner.



D: Fragebogen auf Englisch am Beispiel des Studentenwohnheims Berliner Tor 3 (BT3)

27.11.22, 15:14

Body Composition Study BT3

Body Composition Study BT3

Thank you for your interest in taking part in this body composition study, which is part of a bachelor thesis. This study is based on Bioelectrical Impedance Analysis (BIA) – an effective way of measuring one's body composition, especially the percentage of fat and muscle mass. The measurement will take place in Berliner Tor 3 and is especially suitable for those who like to know more about their physical body. The results can also be considered a "starting point" before starting a workout or diet plan.

For more general information about BIA and the device used, you can search online for these keywords: "BIA measurement" and "seca mBCA 525".

* Required

Data Protection Declaration

Note: Your data will be used exclusively for statistical purposes in the context of teaching and research. Research results may be published, and in the case of projects with external partners, research results may be made available to them. The storage as well as the evaluation and use of the data is anonymous, i.e. the data cannot be assigned to a specific person.

Participation in this research is voluntary. You can revoke your consent to participate in this study at any time without giving reasons and without incurring any disadvantages. By participating in

1. By clicking the "I agree" button, I accept the terms of this agreement.

*

I agree

I disagree

<https://forms.office.com/Pages/DesignPageV2.aspx?origin=NeoPortalPage&subpage=design&id=DQSIkWsW0yxEjajBLZrQAAAAAAAAAAAAAMAA2A...> 1/6

Are you eligible for the study?

There are a few requirements that need to be met in order to participate in the study.

2. I am in the range of 18 to 65 years old. *

This study is only focusing on this age group.

Yes

No

3. I have a pacemaker. *

Those with a pacemaker CANNOT participate in this study.

Yes

No

4. I have active prosthetics. *

Those with active prosthetics CANNOT participate in this study.

Yes

No

5. For females: I am pregnant *

Those who are pregnant CANNOT participate in this study.

Yes

No

N/A (I am a male)

More about the study

Congratulations on being eligible for the study!

In this study, BIA measurements will be carried out, which is a measurement that can sometimes be done in hospitals, clinics and fitness studios, normally with a charge of at least 15€.

The main objective of the study is to find out if measurements taken under different conditions differ greatly from the measurement taken under the standard condition. Different conditions include:

- a. not going to the toilet before the measurement
- b. having a full stomach for the measurement
- c. lying down for only 5 minutes before the measurement*

and so on.

Therefore, several measurements have to be done on a person, which takes around 40 minutes before a main meal (with an empty stomach) and around 15 mins after having a main meal.**

In the end, the results measured under the standard condition will be explained to you FOC as a token of appreciation :)

* all measurements will be done in a lying position.

** a main meal can be either breakfast, lunch or dinner. Meals have to be provided by yourself.

6. When are you available for the measurements taken with an empty stomach (meaning not eating anything within 4 hours before the measurement)?
Please tick all that apply.

	07/02 (Sat)	07/03 (Sun)
7:00 – 7:45am	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
8:00 – 8:45am	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
9:00 – 9:45am	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
10:00 – 10:45am	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
11:00 – 11:45am	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
12:00 – 12:45pm	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
4:00 – 4:45pm	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
5:00 – 5:45pm	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
6:00 – 6:45pm	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
7:00 – 7:45pm	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
8:00 – 8:45pm	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
9:00 – 9:45pm	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

7. If you are not available this weekend, are you available for the coming 2 weekends?

- Yes
- No
- N/A

8. The measurement will most probably be carried out in the common room, but if it can't be booked for the appointed time slot, is it okay if the measurement is done in your room? *

- Yes
- No

9. What is your room number?

10. In order to inform you concerning the confirmed time and place of the measurement, please leave your phone number below. *

11. How can we address you? *

(Your name)

<https://forms.office.com/Pages/DesignPageV2.aspx?origin=NeoPortalPage&subpage=design&id=DQSIkWdsW0yxEjaJBLZtrQAAAAAAAAAAAAA2A...> 5/6

This content is neither created nor endorsed by Microsoft. The data you submit will be sent to the form owner.



E: Messdatenblatt mit schriftlicher Einwilligung

In Anlehnung an Zentrale für Ernährungsberatung e.V., (2022b)

Zentrale für Ernährungsberatung
 an der Hochschule für angewandte Wissenschaften Hamburg
 Verein zur Förderung des gesunden Essverhaltens e.V.
 Ulmenliet 20, 21033 Hamburg, Tel.: (0 40) 428 75 61 08
www.zeb-hh.de - info@zeb-hh.de



Name:	gemessen bei:		
Größe: m Geb.dat:			

Messergebnisse Körperzusammensetzung gemessen mit seca mBCA 525

Rahmenbedingungen siehe Rückseite

Messwerte	Referenz-/ Normalwerte	Messung 1	Messung 2	Messung 3
Datum				
Gewicht in kg				
Taillenumfang in cm	Männer normal < 94 cm Männer erhöhtes Risiko > 102 cm Frauen normal < 80 cm Frauen erhöhtes Risiko > 88 cm			
Body-Mass-Index (BMI)	normal 18,5 – 25 übergewichtig 25 – 30 adipös > 30 adipös Grad III > 40			
Fettmasse in kg (FM)				
Fettmasse in % (FM)	Männer normal 18 – 24 % Frauen normal 25 – 31 % Männer adipös > 25 % Frauen adipös > 32 %			
Fettfreie Masse in kg (FFM)				
Fettfreie Masse in % (FFM)				
Muskelmasse in kg (SMM)	h = hoch ok = normal n = niedrig			
ECW/TBW in %	n = niedrig ok = normal h = hoch ab %			
Viszerales Fett (VAT) („Inneres Bauchfett“) in Litern	ab _____ erhöht ab _____ hoch			
Phasenwinkel („Zellgesundheit“) Wert und Perzentile	normal von der 5. bis zur 95. Perzentile	Perz.	Perz.	Perz.
Faktenblatt „Inneres Bauchfett“				
Faktenblatt „Phasenwinkel“				
Ausgedruckt/ Mail- /WhatsApp-Versand der Ergebnisse als PDF?	E-Mail-Adresse:	Unterschrift:		
Datenschutzrechtliche Erklärung einverstanden?		Unterschrift:		

Vordruck 128, Stand 06/22

1

Rahmenbedingungen bei der Messung

	1. Messung	2. Messung	3. Messung
Gemessen von?			
Tageszeit?	<input type="radio"/> morgens <input type="radio"/> mittags <input type="radio"/> abends? Uhrzeit	<input type="radio"/> morgens <input type="radio"/> mittags <input type="radio"/> abends? Uhrzeit	<input type="radio"/> morgens <input type="radio"/> mittags <input type="radio"/> abends? Uhrzeit
Nüchtern?	<input type="radio"/> ja <input type="radio"/> nein	<input type="radio"/> ja <input type="radio"/> nein	<input type="radio"/> ja <input type="radio"/> nein
Sport vorher? Falls ja, was und wie lange?	<input type="radio"/> ja <input type="radio"/> nein	<input type="radio"/> ja <input type="radio"/> nein	<input type="radio"/> ja <input type="radio"/> nein
Sauna? Falls ja, wann vorher?	<input type="radio"/> ja <input type="radio"/> nein	<input type="radio"/> ja <input type="radio"/> nein	<input type="radio"/> ja <input type="radio"/> nein
Gesund? Falls nein, was liegt vor?	<input type="radio"/> ja <input type="radio"/> nein	<input type="radio"/> ja <input type="radio"/> nein	<input type="radio"/> ja <input type="radio"/> nein
Stresspegel? Skala 1 - 10 (1 = niedrig, 10 = hoch)			
Schlafmangel? Skala 1 – 10 (1 = niedrig, 10 = hoch)			
Medikamente aktuell? Falls ja, welche?	<input type="radio"/> ja <input type="radio"/> nein	<input type="radio"/> ja <input type="radio"/> nein	<input type="radio"/> ja <input type="radio"/> nein
Zyklus?	<input type="radio"/> jetzt <input type="radio"/> kurz danach <input type="radio"/> Mitte/Eisprung <input type="radio"/> kurz davor	<input type="radio"/> jetzt <input type="radio"/> kurz danach <input type="radio"/> Mitte/Eisprung <input type="radio"/> kurz davor	<input type="radio"/> jetzt <input type="radio"/> kurz danach <input type="radio"/> Mitte/Eisprung <input type="radio"/> kurz davor
Ödembildung?	<input type="radio"/> ja <input type="radio"/> nein	<input type="radio"/> ja <input type="radio"/> nein	<input type="radio"/> ja <input type="radio"/> nein
Bezahlung	<input type="radio"/> in EB enthalten <input type="radio"/> Einzelrechnung <input type="radio"/> bar <input type="radio"/> N/A	<input type="radio"/> in EB enthalten <input type="radio"/> Einzelrechnung <input type="radio"/> bar <input type="radio"/> N/A	<input type="radio"/> in EB enthalten <input type="radio"/> Einzelrechnung <input type="radio"/> bar <input type="radio"/> N/A

F: Tabellenansicht von BIA-Ergebnissen einer Testperson

seca
Ergebnisse

Zentrale für Ernährungsberatung e.V.

an der Hochschule
für Angewandte Wissenschaften Hamburg
Ulmenliet 20, 21033 Hamburg

Tel.: 040 - 428 75 61 08

E-Mail: info@zeb-hh.de

www.zeb-hh.de



Patientendaten

ID

Name

47 weiblich 08.05.2022 17:22

Messungen

	Einheit	08.05.2022	08.05.2022	08.05.2022	08.05.2022	08.05.2022
Fettmasse	kg (%)*	25.63 (37.58)	24.46 (36.13)	25.37 (37.48)	25.14 (37.13)	25.04 (36.99)
Fettmasse-Index	kg/m ²	8.87	8.46	8.78	8.70	8.67
Fettfreie Masse	kg (%)*	42.57 (62.42)	43.24 (63.87)	42.33 (62.52)	42.56 (62.87)	42.66 (63.01)
Fettfreie-Masse-Index	kg/m ²	14.73	14.96	14.65	14.73	14.76
Skelettmuskelmasse	kg	19.08	19.28	18.95	19.12	19.11
rechter Arm	kg	1.05	1.09	1.05	1.06	1.07
linker Arm	kg	1.03	1.07	1.02	1.04	1.04
rechtes Bein	kg	4.63	4.55	4.55	4.55	4.55
linkes Bein	kg	4.73	4.72	4.73	4.75	4.75
Torso	kg	7.63	7.85	7.59	7.72	7.70
Viszerales Fett	l	1.01	0.93	0.96	0.95	0.93
Body-Mass-Index	kg/m ²	23.60	23.43	23.43	23.43	23.43
Größe	m	1.70	1.70	1.70	1.70	1.70
Gewicht	kg	68.20	67.70	67.70	67.70	67.70
Gesamtkörperwasser	l (%)*	31.85 (46.41)	32.23 (47.31)	31.63 (46.43)	31.78 (46.65)	31.88 (46.79)
Extrazelluläres Wasser	l (%)*	14.27 (20.79)	14.08 (20.67)	14.05 (20.62)	14.04 (20.61)	14.20 (20.84)
ECW/TBW	%	44.80	43.68	44.41	44.18	44.53
Phasenwinkel	° (Perzentile)	5.4 [22.]	5.7 [45.]	5.4 [25.]	5.5 [31.]	5.4 [27.]
Resistanz	Ω	680.75	700.11	698.40	698.61	687.17
Reaktanz	Ω	63.88	69.61	66.19	67.18	65.41
Physical Activity Level		1.80	1.80	1.80	1.80	1.80

* Anteil am Körpergewicht

Seite 1 | Mehrere Messungen | © 2016 Printout | 08.05.2022

Patientendaten

D:

Name:

47 weiblich 08.05.2022 17:22

Messungen

	Einheit	08.05.2022	08.05.2022
Fettmasse	kg (%)*	24.99 (36.92)	26.03 (38.40)
Fettmasse-Index	kg/m ²	8.65	9.01
Fettfreie Masse	kg (%)*	42.71 (63.08)	41.77 (61.60)
Fettfreie-Masse-Index	kg/m ²	14.78	14.45
Skelettmuskelmasse	kg	19.14	18.59
rechter Arm	kg	1.07	1.05
linker Arm	kg	1.04	1.00
rechtes Bein	kg	4.56	4.52
linkes Bein	kg	4.76	4.64
Torso	kg	7.71	7.38
Viszerales Fett	l	0.92	1.00
Body-Mass-Index	kg/m ²	23.43	23.46
Größe	m	1.70	1.70
Gewicht	kg	67.70	67.80
Gesamtkörperwasser	l (%)*	31.93 (46.86)	31.26 (45.82)
Extrazelluläres Wasser	l (%)*	14.23 (20.89)	14.12 (20.69)
ECW/TBW	%	44.58	45.16
Phasenwinkel	° (Perzentile)	5.4 [26.]	5.3 [16.]
Resistanz	Ω	686.92	686.46
Reaktanz	Ω	65.22	63.18
Physical Activity Level		1.80	1.80

* Anteil am Körpergewicht

G: Verlaufsansicht von BIA-Ergebnissen einer Testperson

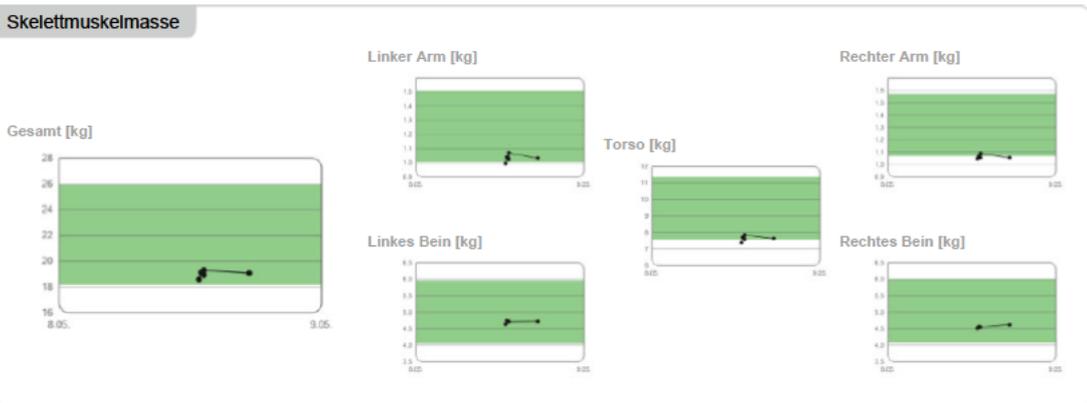
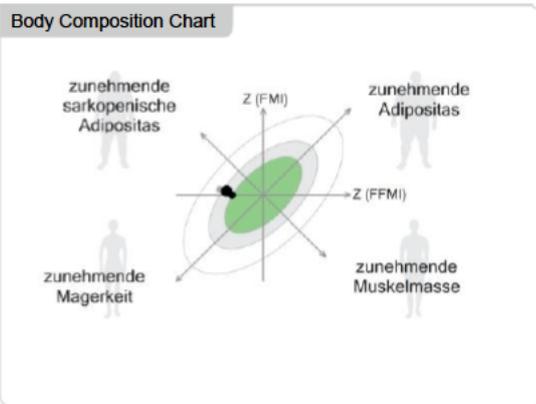
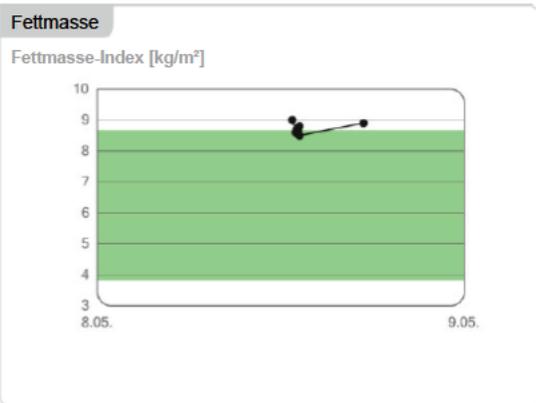
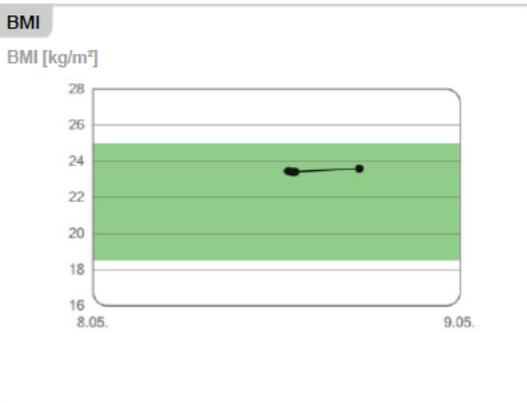
seca
Ergebnisse

Zentrale für Ernährungsberatung e.V.

an der Hochschule
für Angewandte Wissenschaften Hamburg
Ulmenliet 20, 21033 Hamburg
Tel.: 040 - 428 75 61 08
E-Mail: info@zeb-hh.de
www.zeb-hh.de



Patientendaten			
ID			
Name			
47	weiblich	08.05.2022	17:22



* Anteil am Körpergewicht

Patientendaten

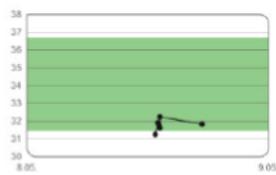
D:

Name:

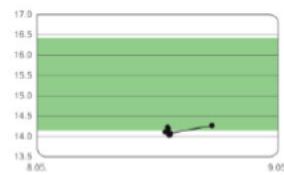
47 weiblich 08.05.2022 17:22

Wasser

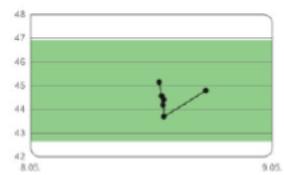
TBW [l]



ECW [l]

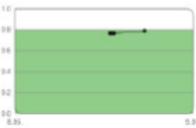


ECW/TBW [%]



Viszerales Fett & Taillenumfang

WC [m]

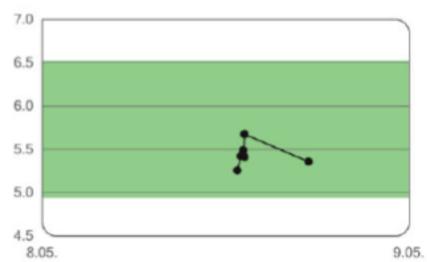


VAT [l]

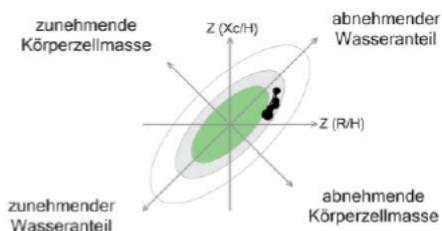


Phasenwinkel

Phasenwinkel [°]



BIVA



* Anteil am Körpergewicht

H: BIA-Bericht einer Testperson auf Deutsch

seca Ergebnisse

Zentrale für Ernährungsberatung e.V.

an der Hochschule
für Angewandte Wissenschaften Hamburg
Ulmenliet 20, 21033 Hamburg



Tel.: 040 - 428 75 61 08
E-Mail: info@zeb-hh.de
www.zeb-hh.de

ZENTRALE FÜR
ERNÄHRUNGSBERATUNG E.V.

Patientendaten			
ID:			
Name:			
29	männlich	15.05.2022	13:02

BMI

Gewicht: 67.20 kg **BMI:** 21.21 kg/m²

Größe: 1.780 m

Die erste Einschätzung des Ernährungszustandes einer Person erfolgt durch Messen und Wiegen. Das Verhältnis zwischen Gewicht und Größe zeigt der **Body-Mass-Index (BMI)**. Je genauer Gewicht und Größe ermittelt wurden, umso genauer ist auch der BMI. Ab **25 kg/m²** gilt man als Erwachsener gemäß der Definition der Weltgesundheitsorganisation (WHO) als übergewichtig, ab 30 kg/m² als fettleibig. Bei einem BMI unter **18,5 kg/m²** spricht man von Untergewicht. Der BMI lässt keine Rückschlüsse zu auf die Körperzusammensetzung oder auf die Verteilung von Muskeln, Fett und Wasser im Körper. Besonders Sportler werden oft als übergewichtig eingestuft, da sie aufgrund einer hohen Muskelmasse meist ein erhöhtes Gewicht aufweisen.

BMI [kg/m²]: unter-gewicht (18.5), normal-gewicht (21.2), über-gewicht (25.0), adipositas (30.0)

Fettmasse

Fettmasse (FM): 8.28 kg (12.3%)* **Fettmasse-Index (FMI):** 2.6 kg/m²

Die Fettmasse (FM) bezeichnet das gesamte im Körper vorhandene Fett. Dazu zählt neben dem Speicher- oder Depotfett auch das sogenannte Struktur- oder Baufett. Das Depotfett dient dem Körper als Energie- und Wärmespeicher. Das Strukturfett ist lebensnotwendig und spielt an verschiedenen Orten des Körpers eine Rolle, zum Beispiel hilft es beim Aufbau von Körperzellen und schützt die Organe. Bei dauerhaft erhöhter FM steigt jedoch das Risiko für Diabetes und Herz-Kreislauf-Erkrankungen. In der grafischen Darstellung wird die individuelle FM mit Hilfe des BMI interpretiert. Im Gegensatz zur klassischen BMI-Grafik wird anstelle des Gewichts die FM herangezogen.

FMI [kg/m²]: niedrig (1.2), normal (2.6), erhöht (5.6), hoch (8.9)

Fettfreie Masse

Fettfreie Masse (FFM): 58.92 kg (87.7%)* **Fettfreie-Masse-Index (FFMI):** 18.6 kg/m²

Die Fettfreie Masse (FFM) ergibt sich aus der Differenz von Gewicht und Fettmasse. Den größten Anteil an der FFM hat das Körperwasser mit durchschnittlich 73,2 %. Weiterhin zählen Muskeln, Knochen, Organe, Knorpel, Sehnen und Bänder zur FFM. Durch den Aufbau von Muskulatur kann die FFM erhöht werden. Das Verhältnis von FFM und Größe zeigt der Fettfreie-Masse-Index (FFMI). Ein FFMI kleiner als 15 bei Frauen und kleiner als 17 bei Männern gilt als Kriterium für eine Mangelernährung.

FFMI [kg/m²]: niedrig (17.0), normal (18.6)

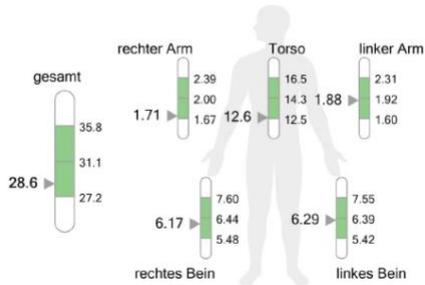
* Anteil am Körpergewicht

Patientendaten

ID:
Name:
29 männlich 15.05.2022 13:02

Skelettmuskelmasse

Skelettmuskelmasse (SMM):
28.63 kg

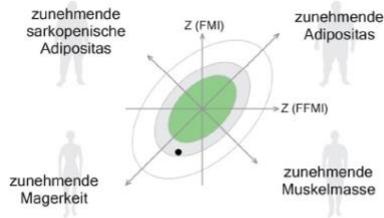


Die Skelettmuskelmasse (SMM) umfasst die Masse aller Muskeln, die den Körper bewegen und die Körperhaltung sichern. Die Skelettmuskelmasse dient auch der Wärmeproduktion (Thermogenese). Skelettmuskeln tragen wesentlich zum Energieverbrauch bei. Wird Skelettmuskelmasse aufgebaut, wird auch der Ruheenergieverbrauch gesteigert. Eine normale Muskelmasse kann dabei helfen, mögliche Beschwerden des Bewegungsapparates zu vermeiden. Die Skelettmuskulatur kann darüber hinaus über Botenstoffe das Immunsystem, den Fettstoffwechsel und die Entstehung von Diabetes mellitus beeinflussen.

Body Composition Chart

Fettmasse-Index (FMI):
2.6 kg/m²

Fettfreie-Masse-Index (FFMI):
18.6 kg/m²



Das Body Composition Chart (BCC) ist die grafische Darstellung des Verhältnisses von Fettmasse (FM) zu fettfreier Masse (FFM) in einem Zwei-Achsen-System. Die FM wird dazu auf der vertikalen Achse dargestellt, die FFM auf der horizontalen. Die eingezeichneten Ellipsen bilden die Messbereiche einer Vergleichsgruppe gesunder Personen ab. Sollte sich der eigene Messpunkt außerhalb der Ellipsen befinden, bedeutet dies lediglich eine Unterscheidung zur Vergleichsgruppe. So lässt sich zum Beispiel unterscheiden, ob ein erhöhter BMI durch einen hohen Fett- oder Muskelanteil bedingt ist.

Wasser

Gesamtkörperwasser (TBW):
42.91 (63.5%)*

Extrazelluläres Wasser (ECW):
17.51 (25.9%)*

ECW/TBW:
40.8%



Das Gesamtkörperwasser (TBW) macht beim gesunden Erwachsenen etwa 60 % des Körpers aus. Die Menge des Körperwassers nimmt im Laufe des Lebens ab. Beim gesunden Menschen befindet sich das Gesamtkörperwasser zu zwei Dritteln innerhalb der Körperzellen, in der Fachsprache „intrazelluläres Wasser“ (ICW) genannt und zu einem Drittel außerhalb der Zellen, in der Fachsprache „extrazelluläres Wasser“ (ECW) genannt. Das Verhältnis ECW/TBW gibt Auskunft über die Verteilung des Gesamtkörperwassers in Prozent.

* Anteil am Körpergewicht

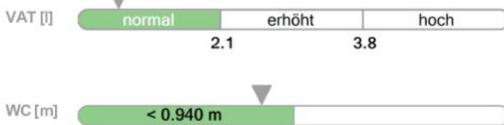
Patientendaten

ID:
Name:
29 männlich 15.05.2022 13:02

Viszerales Fett & Taillenumfang

Viszerales Fett (VAT): 0.6l
Taillenumfang (WC): 0.80 m

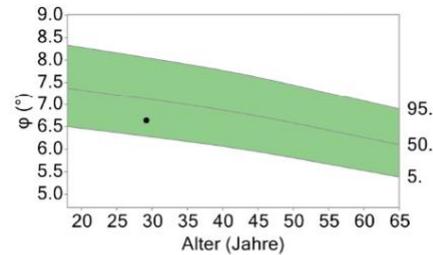
Der Taillenumfang (WC) lässt Rückschlüsse auf die Menge des in der Bauchhöhle befindlichen Körperfettes zu. Dieses Bauchfett, auch viszerales Fett genannt, ist ein Risikofaktor für Erkrankungen an den Gefäßen (Arteriosklerose) und Diabetes mellitus Typ 2, welche zu Herzinfarkt und Schlaganfall führen können. Ein erhöhtes Risiko besteht bei Frauen ab einem Taillenumfang von 80 cm und bei Männern ab 94 cm. Ein stark erhöhtes Risiko besteht bei Frauen ab einem Taillenumfang von 88 cm, bei Männern ab 102 cm.



Phasenwinkel

Phasenwinkel (ϕ): 6.6°
Perzentile: 17.

Der Phasenwinkel gibt ein Maß für die Menge und Güte der Körperzellen. gibt Rückschlüsse über den Ernährungs- und Gesundheitszustand eines Menschen zu. Ein hoher Phasenwinkel ist mit einer guten körperlichen Verfassung gleichzusetzen. Generell nimmt der Phasenwinkel im Laufe des Lebens ab. Frauen haben einen verhältnismäßig niedrigeren Phasenwinkel als Männer.



I: BIA-Bericht einer Testperson auf Englisch



Zentrale für Ernährungsberatung e.V.

an der Hochschule
für Angewandte Wissenschaften Hamburg
Ulmenliet 20, 21033 Hamburg



Tel.: 040 - 428 75 61 08
E-Mail: info@zeb-hh.de
www.zeb-hh.de



Contact person: Hui Ping Lai
laiernaehrungsberatung@gmail.com

Patient Information			
ID:			
Name:			
33	female	10.07.2022	12:59

BMI

Weight: 46.50 kg BMI: 20.95 kg/m²

Height: 1.490 m

20.9

untergewicht	normalgewicht	übergewicht	adipositas
18.5	25.0	30.0	
underweight	normal weight	overweight	obese

The first assessment of a person's nutritional status is made by measuring and weighing. The relationship between weight and height is shown by the **body mass index (BMI)**. The more accurately weight and height have been determined, the more accurate is the BMI. According to the definition of the World Health Organization (WHO), adults who weigh 25 kg/m² or more are considered overweight, and those who weigh 30 kg/m² or more are considered obese. A BMI below 18.5 kg/m² is considered underweight. The BMI does not allow any conclusions to be drawn about body composition or the distribution of muscle, fat and water in the body. Athletes in particular are often classified as overweight, as they usually have an increased weight due to a high muscle mass.

Fat Mass

Fat Mass (FM): 12.06 kg (25.9 %)* Fat Mass Index (FMI): 5.4 kg/m²

5.4

low	normal	elevated	high
4.1	8.8	12.4	

Fat mass (FM) refers to the total fat present in the body. In addition to storage or depot fat, this also includes so-called structural or building fat. Depot fat serves the body as a store of energy and heat. Structural fat is essential to life and plays a role in various places in the body, for example, it helps build body cells and protects organs. However, if FM is permanently elevated, the risk of diabetes and cardiovascular disease increases. In the graphical representation, individual FM is interpreted using BMI. In contrast to the classic BMI graph, FM is used instead of weight.

Fat-free Mass

Fat-free Mass (FFM): 34.44 kg (74.1 %)* Fat-free Mass Index (FFMI): 15.5 kg/m²

15.5

low	normal
15.0	

Fat-free mass (FFM) is derived from the difference between weight and fat mass. Body water accounts for the largest share of FFM, averaging 73.2%. Furthermore, muscles, bones, organs, cartilage, tendons and ligaments are also part of the FFM. The FFM can be increased by building up muscles. The relationship between FFM and height is shown by the fat-free mass index (FFMI). An FFMI less than 15 in women and less than 17 in men is considered a criterion for malnutrition.

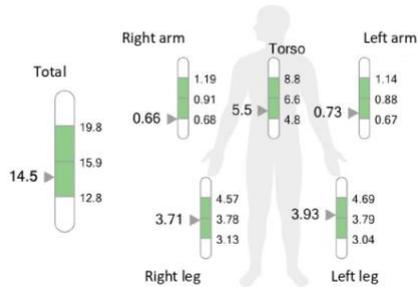
* Proportion of body weight

Patient Information

ID:
Name:
33 female 10.07.2022 12:59

Skeletal Muscle Mass

Skeletal Muscle Mass (SMM):
14.51 kg

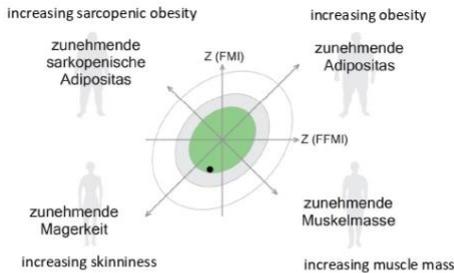


Skeletal muscle mass (SMM) includes the mass of all muscles that move the body and ensure posture. It also serves to produce heat (thermogenesis). Skeletal muscle contributes significantly to energy expenditure. If skeletal muscle mass is built up, resting energy expenditure will also be increased. A normal muscle mass can help prevent possible musculoskeletal problems. Skeletal muscle can also influence the immune system, fat metabolism and the development of diabetes mellitus via chemical messengers.

Body Composition Chart

Fat Mass Index (FMI):
5.4 kg/m²

Fat-free Mass Index (FFMI):
15.5 kg/m²



The Body Composition Chart (BCC) is the graphical representation of the ratio of fat mass (FM) to fat-free mass (FFM) in a two-axis system. The FM is displayed on the vertical axis, the FFM on the horizontal axis. The ellipses plotted represent the measurement ranges of a comparison group of healthy individuals. If one's own measurement point is outside the ellipses, this merely means a distinction from the comparison group. In this way, it is possible to distinguish, for example, whether an increased BMI is due to a high fat or muscle content.

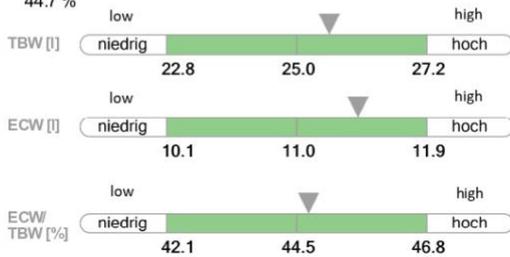
Water

Total Body Water (TBW):
25.6 l (54.6%)*

Extracellular Water (ECW):
11.4 l (24.4%)*

ECW/TBW:
44.7%

The total body water (TBW) makes up about 60% of the body in a healthy adult. The amount of body water decreases in the course of life. In healthy people, two-thirds of the total body water is inside the body cells, known as "intracellular water" (ICW), and one-third is outside the cells, known as "extracellular water" (ECW). The ECW/TBW ratio provides information on the distribution of total body water as a percentage.



* Proportion of body weight

Patient Information

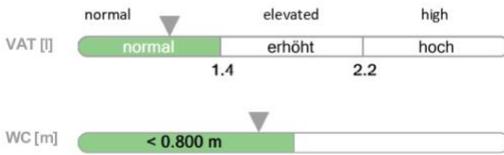
ID:
Name:
33 female 10.07.2022 12:59

Contact person: Hui Ping Lai
laiernaehrungsberatung@gmail.com

Visceral Fat & Waist Circumference

Visceral Fat (VAT): 0.9l
Waist Circumference (WC): 0.67 m

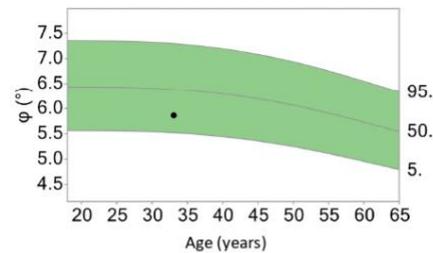
Waist circumference (WC) allows conclusions to be drawn about the amount of body fat located in the abdominal cavity. This abdominal fat, also known as visceral fat, is a risk factor for diseases of the blood vessels (arteriosclerosis) and type 2 diabetes mellitus, which can lead to heart attacks and strokes. An increased risk exists in women with a waist circumference of over 80 cm and in men with a waist circumference of over 94 cm. A significant increased risk exists in women with a waist circumference of over 88 cm and in men with a waist circumference of over 102 cm.



Phase Angle

Phase Angle (φ): 5.9°
Percentile: 16.

The phase angle φ is a measure of the quantity and quality of the body's cells. φ allows conclusions to be drawn about the nutritional and health status of a person. A high phase angle is equivalent to a good physical condition. In general, the phase angle decreases with age. Women have a relatively lower phase angle than men.



* Proportion of body weight

J: BIA-Bericht einer Testperson auf Chinesisch



Zentrale für Ernährungsberatung e.V.

an der Hochschule
für Angewandte Wissenschaften Hamburg
Ulmenliet 20, 21033 Hamburg



Tel.: 040 - 428 75 61 08

E-Mail: info@zeb-hh.de

www.zeb-hh.de

ZENTRALE FÜR
ERNÄHRUNGSBERATUNG E.V.

患者资料			
ID:			
名字:			
57	女性	20.05.2022	17:44

BMI

体重: 53.50 kg BMI: 21.43 kg/m²
身高: 1.580 m

21.4

BMI [kg/m²]: 18.5 25.0 30.0

unter-gewicht normal-gewicht über-gewicht adipositas

体重不足 正常体重 超重 肥胖症

对一个人的营养状况的第一次评估是通过测量和称重进行的。体重和身高之间的比例可由身体质量指数 (BMI) 显示。体重和身高测量得越准确, BMI 就越准确。根据世界卫生组织 (WHO) 的定义, 体重在 25 kg/m² 以上的成年人被译为超重, 而体重在 30 kg/m² 以上的人被译为是肥胖。体重指数低于 18.5 kg/m² 称为体重不足。

BMI 不能对身体成分或肌肉、脂肪和水在体内的分布做出任何结论。特别是运动员经常被归类为超重, 因为他们通常因肌肉质量高而增加体重。

脂肪质量

脂肪质量 (FM): 18.29 kg (34.2%)* 脂肪质量指数 (FMI): 7.3 kg/m²

7.3

FMI [kg/m²]: 4.1 8.8 12.4

niedrig normal erhöht hoch

低 正常 偏高 高

脂肪质量 (FM) 是指存在于体内的总脂肪。除了储存脂肪 (又称储藏脂肪) 外, 这还包括所谓的结构性脂肪。脂肪能作为身体的能量和热量储存器。结构性脂肪是维持生命所必需的, 并在身体的各个部分发挥着作用, 例如, 它帮助建立身体细胞和保护器官。然而, 随着 FM 的长期升高, 糖尿病和心血管疾病的风险会增加。在图中, 一个人的 FM 是通过 BMI 解释的。与典型的 BMI 图相比, 这里使用 FM 代替了体重。

无脂肪质量

无脂肪质量 (FFM): 35.21 kg (65.8%)* 无脂肪质量指数 (FFMI): 14.1 kg/m²

14.1

FFMI [kg/m²]: 15.0

niedrig normal

低 正常

无脂肪质量 (FFM) 是指体重和脂肪质量之间的差异。体内的水量占 FFM 的最大份额, 平均为 73.2%。肌肉、骨骼、器官、软骨、肌腱和韧带也是 FFM 的一部分。通过增加肌肉, 一个人可以提高他的 FFM。无脂肪质量指数 (FFMI) 显示了 FFM 和身高之间的比例。

女性的 FFMI 小于 15 和男性的 FFMI 小于 17 均被认为是营养不良的标准。

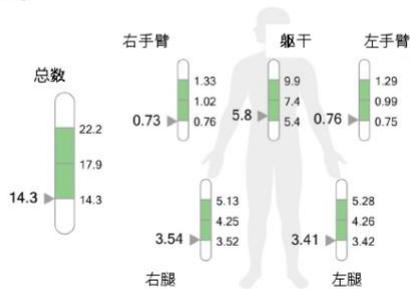
* 占体重的比例

患者资料

ID:
名字:
57 女性 20.05.2022 17:44

骨骼肌质量

骨骼肌质量 (SMM):
14.29 kg



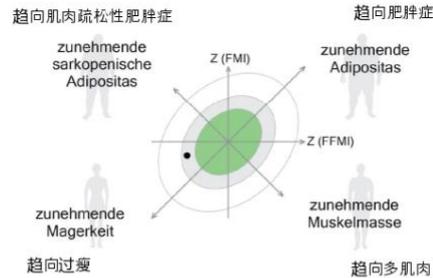
骨骼肌质量 (SMM) 包括所有移动身体和确保姿势的肌肉质量。SMM也有产生热量的作用 (产热效应)。骨骼肌对能量消耗的贡献很大。

如果SMM得到加强, 静止的能量消耗也会增加。正常的肌肉质量可以帮助预防可能产生的肌肉骨骼疼痛。骨骼肌还可以通过传递素影响免疫系统、脂肪代谢和糖尿病的发展。

身体成分图

脂肪质量指数 (FMI):
7.3 kg/m²

无脂肪质量指数 (FFMI):
14.1 kg/m²



身体成分图 (BCC) 是以双轴系统表示脂肪质量 (FM) 与无脂肪质量 (FFM) 的比例的图形。

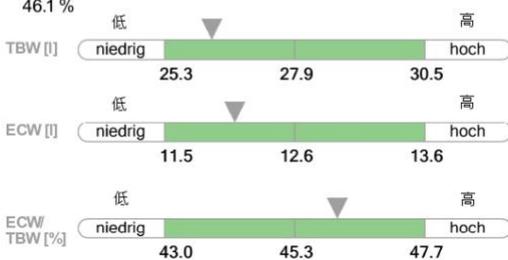
FM显示在纵轴上, FFM显示在横轴上。椭圆代表健康群体对比组的测量范围。如果自己的测量点在椭圆之外, 这只代表着与对比组的区别。比方说这样就可以区分BMI的增加是由于高脂肪还是高肌肉成分所造成的。

水份

总水量 (TBW):
26.21 (48.7%)*

细胞外水 (ECW):
12.11 (22.5%)*

ECW/TBW:
46.1%



在健康的成年人中, 身体总水量 (TBW) 约占身体的60%。身体的水量会随着年龄的增长而减少。在健康的群体中, 身体总水量的三分之二是在体细胞内, 称为“细胞内水” (ICW), 三分之一则是在细胞外, 称为“细胞外水” (ECW)。

ECW/TBW的比率以百分比的方式提供了关于身体总水量分布的信息。

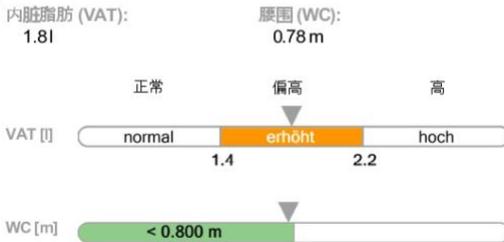
* 占体重的比例

第二页 | 单次测量 | © 2016 Printout | 20.05.2022 | 由赖慧莹翻译

患者资料

ID:
名字:
57 女性 20.05.2022 17:44

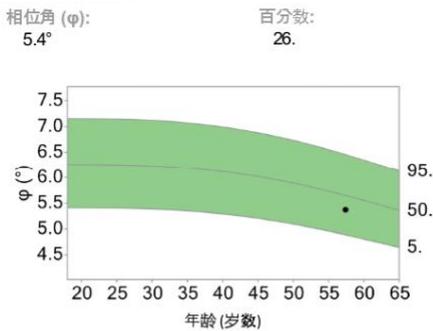
内脏脂肪 & 腰围



腰围 (WC) 可以推断出位于腹腔内的身体脂肪量。这种腹部脂肪, 也称为内脏脂肪, 是提高血管疾病 (动脉硬化) 和 2 型糖尿病风险的其中一个因素, 可导致心脏病发作和中风。随着

女性的腰围达到 80 厘米, 和男性的腰围达到 94 厘米, 此风险就会增加。随着女性腰围达到 88 厘米, 男性腰围达到 102 厘米, 此风险就会大幅度增加。

相位角



相位角 ϕ 是衡量身体细胞的数量和质量的一个标准。 ϕ 可以推断出一个人的营养和健康状况。高的相位角相当于一个良好的身体状况。一般来说, 相位角会随着年龄的增长而下降。女性的相位角相对的比男性低。

K: BIA-Bericht einer Testperson (teilweise) auf Ukrainisch

seca Ergebnisse

Zentrale für Ernährungsberatung e.V.

an der Hochschule
für Angewandte Wissenschaften Hamburg
Ulmenliet 20, 21033 Hamburg
Tel.: 040 - 428 75 61 08
E-Mail: info@zeb-hh.de
www.zeb-hh.de



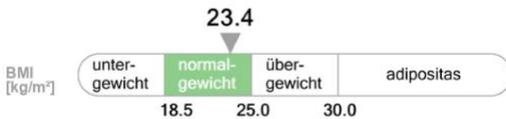
Patientendaten

ID:
Name:
47 weiblich 08.05.2022 13:01

BMI

Gewicht: 67.70 kg
Größe: 1.700 m
BMI: 23.43 kg/m²

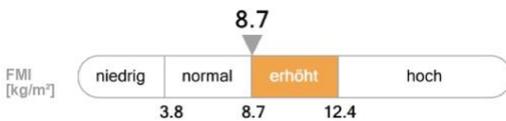
Першою оцінкою стану харчування людини є вимірювання та зважування. Індекс маси тіла (ІМТ) показує співвідношення між вагою і ростом. Чим точніше визначаються вага і зріст, тим точнішим є ІМТ. Згідно з визначенням Всесвітньої організації охорони здоров'я (ВООЗ), доросла людина має зайву вагу від 25 кг/м² і ожиріння від 30 кг/м². ІМТ нижче 18,5 кг/м² вважається недостатньою вагою. ІМТ не дозволяє робити будь-які висновки щодо складу тіла чи розподілу м'язів, жиру та води в організмі. Спортсменів, зокрема, часто відносять до категорії із зайвою вагою, оскільки вони зазвичай мають підвищену вагу через велику м'язову масу.



Fettmasse

Fettmasse (FM): 25.04 kg (37.0 %)*
Fettmasse-Index (FMI): 8.7 kg/m²

Жирова маса (ЖМ) складає весь наявний в організмі жир. Жирова маса включає крім накопичувального жиру, так званого структурного або будівельного жиру. Накопичувальний жир служить організму як джерело енергії та тепла. Структурний (вісцеральний) жир є життєво важливим і відіграє роль у різних частинах тіла, наприклад, він допомагає будувати клітини організму та захищає органи. Однак при постійному підвищенні жирової маси підвищується також ризик цукрового діабету та серцево-судинних захворювань. На графічному дисплеї індивідуальна жирова маса інтерпретується за допомогою ІМТ. На відміну від класичного графіка ІМТ, замість загальної ваги використовується жирова маса.



Fettfreie Masse

Fettfreie Masse (FFM): 42.66 kg (63.0 %)*
Fettfreie-Masse-Index (FFMI): 14.8 kg/m²

Знежирена маса є результатом різниці між вагою та жировою масою. Вода тіла становить найбільшу частку знежиреної маси, в середньому 73,2%. Знежирена маса також включає м'язи, кістки, органи, хрящі, сухожилля та зв'язки. Знежирену масу можна збільшити шляхом нарощування м'язів. Співвідношення між жировою масою і зростом показує індекс маси тіла без жиру. Індекс маси тіла без жиру з показником менше 15 для жінок і менше 17 для чоловіків вважається критерієм недоїдання.



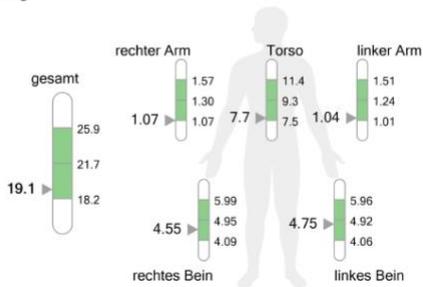
* Anteil am Körpergewicht

Patientendaten

ID:
Name:
47 weiblich 08.05.2022 13:01

Skelettmuskelmasse

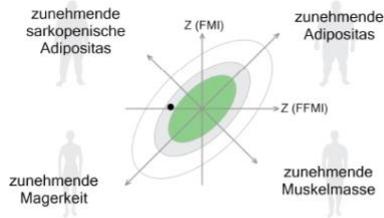
Skelettmuskelmasse (SMM):
19.11 kg



Skelettmuskelmasse (SMM) ist die Masse aller Muskeln, die an Knochen anhaften. Sie ist ein wichtiger Indikator für die körperliche Leistungsfähigkeit und die Gesundheit. Eine niedrige SMM ist mit einem erhöhten Risiko für Stürze, Frakturen und eine schlechtere Prognose bei chronischen Krankheiten verbunden. Eine Erhaltung oder Steigerung der SMM ist ein wichtiges Ziel der Ernährungsberatung.

Body Composition Chart

Fettmasse-Index (FMI):
8.7 kg/m²
Fettfreie-Masse-Index (FFMI):
14.8 kg/m²

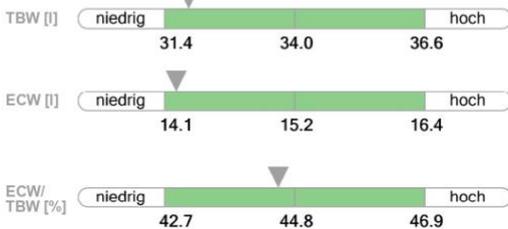


Das Body Composition Chart zeigt die Verteilung der Körperfettmasse und der fettfreien Masse. Ein Wert für den FMI von 8.7 kg/m² und ein Wert für den FFMI von 14.8 kg/m² deuten auf eine normale Körperzusammensetzung hin. Ein Wert für den FMI über 10 kg/m² würde auf Adipositas hinweisen, während ein Wert unter 7 kg/m² auf Sarkopenie (Muskelmangel) hinweist.

Wasser

Gesamtkörperwasser (TBW):
31.9 l (46.8 %)*
Extrazelluläres Wasser (ECW):
14.2 l (20.8 %)*

ECW/TBW:
44.5 %



Die Wasserbilanz ist ein wichtiger Indikator für den Flüssigkeitsstatus des Körpers. Ein niedriger TBW-Wert deutet auf einen Flüssigkeitsmangel hin, während ein hoher Wert auf einen Flüssigkeitsüberschuss hinweist. Ein Wert für den ECW/TBW-Verhältnis von 44.5 % ist im Normalbereich.

* Anteil am Körpergewicht

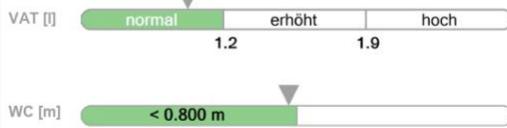
Patientendaten

ID:
Name:
47 weiblich 08.05.2022 13:01

Viszerales Fett & Taillenumfang

Viszerales Fett (VAT): 0.9 l
Taillenumfang (WC): 0.77 m

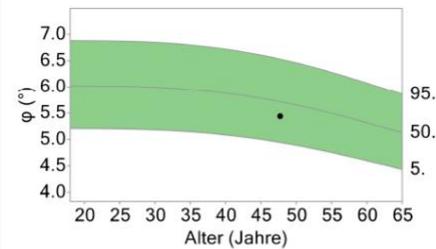
Rozмір талії дозволяє зробити висновки про кількість жиру в черевній порожнині. Цей абдомінальний жир, також відомий як вісцеральний жир, є фактором ризику судинних захворювань (артеріосклерозу) та цукрового діабету другого типу, що може призвести до серцевих нападів та інсультів. У жінок з розміром талії понад 80 см і у чоловіків з розміром талії понад 94 см існує підвищений ризик до вище перелічених захворювань. У жінок з розміром талії 88 см і більше і у чоловіків з розміром талії 102 см і більше існує значно підвищений ризик до вище перелічених захворювань.



Phasenwinkel

Phasenwinkel (φ): 5.4°
Perzentile: 27.

Фазовий кут φ є мірою кількості та якості клітин організму. Фазовий кут дозволяє зробити висновки про стан харчування та здоров'я людини. Чим вищий фазовий кут, тим краща фізична форма. Загалом, фазовий кут зменшується протягом життя. Жінки мають відносно менший фазовий кут, ніж чоловіки.



L: BIA-Ergebnisse der Pilotexperimenten

	Geschlecht	Ethnie	Geburtsdatum	Alter (Jahre)	Körpergröße (m)	PAL-Wert	Gewicht vor Urinieren (kg)	Gewicht nach Urinieren (kg)	Gewicht nach Mahlzeit (kg)	Taillenumfang Mitte-Methode vor Mahlzeit (cm)	Taillenumfang 2-Finger-Methode vor Mahlzeit (cm)	Taillenumfang 2-Finger-Methode nach Mahlzeit (cm)	BMI mit Gewicht vor Urinieren (kg/m ²)	Tageszeit der Messung	Gesundheitszustand	Stresspegel*	Skala Schlafmangel*	Medikation	Verhütungsmittel	Thyroxin	Metformin	Antihistamin	Schmerzmittel	Antibiotikum	Blutdruck	Menstruationszyklus
1	weiblich	asiatisch		27	1,58	1,4	59,0	?	?	77	77	79	23,63	morgens	Gesund	?	?	?								?
2	weiblich	kaukasisch		63	1,62	1,6	64,5	?	?	83	83,5	84	24,58	mittags	Gesund	?	?	?								Menopause
3	weiblich	kaukasisch		21	1,64	1,6	48,2	?	?	70	71	69	17,92	abends	Gesund	4	2	Nein								davor
4	weiblich	asiatisch		22	1,62	1,6	50,2	?	?	66	64	66	19,13	abends	Gesund	4	4	Nein								kurz danach
5	weiblich	kaukasisch		31	1,70	1,8	73,1	?	72,6	83	81	83	25,29	abends	Gesund	5	4	Ja	Ja							Mitte/Eisprung
6	männlich	kaukasisch		36	1,82	1,6	120,8	?	120,9	124	125	124	36,47	abends	Gesund	6	4	Nein								N/A
7	weiblich	asiatisch		26	1,57	1,6	58,4	?	58,3	78	79	77	23,69	abends	Gesund	5	4	Ja	Ja							kurz danach
8	weiblich	süd- und mittelamerikanisch		30	1,66	1,4	56,3	?	56,7	74	75	77	20,43	abends	Gesund	4	2	Ja		Ja						Nein
9	männlich	süd- und mittelamerikanisch		37	1,68	1,4	76,5	?	76,5	96	96	95	27,10	abends	Gesund	5	2	Nein								N/A
10	männlich	kaukasisch		34	1,79	1,4	77,4	?	78,3	83	83	85	24,16	abends	Gesund	2	5	Nein								N/A

	FM Standardabweichung (kg)	FM Blasezustand (voll) (kg)	FM Liegezeit (5 Min.) (kg)	FM Taillenumfang (Mitte) (kg)	FM Extremitäten (berührend) (kg)	FM Elektrodenkabel (berührend) (kg)	FM Magenzustand (voll) (kg)	SMM Standardabweichung (kg)	SMM Blasezustand (voll) (kg)	SMM Liegezeit (5 Min.) (kg)	SMM Taillenumfang (Mitte) (kg)	SMM Extremitäten (berührend) (kg)	SMM Elektrodenkabel (berührend) (kg)	SMM Magenzustand (voll) (kg)	VAT Standardabweichung (L)	VAT Blasezustand (voll) (L)	VAT Liegezeit (5 Min.) (L)	VAT Taillenumfang (Mitte) (L)	VAT Extremitäten (berührend) (L)	VAT Elektrodenkabel (berührend) (L)	VAT Magenzustand (voll) (L)	PhA Standardabweichung (°)	PhA Blasezustand (voll) (°)	PhA Liegezeit (5 Min.) (°)	PhA Taillenumfang (Mitte) (°)	PhA Extremitäten (berührend) (°)	PhA Elektrodenkabel (berührend) (°)	PhA Magenzustand (voll) (°)
1	18,43	19,28	19,53	19,51	19,53	18,76	18,15	18,78	18,07	18,04	18,03	18,02	18,15	18,34	1,20	1,27	1,30	1,29	1,27	1,11	1,04	6,7	6,6	6,7	6,7	6,6	6,3	6,2
2	29,24	28,79	29,27	29,34	29,39	29,37	29,02	15,86	16,00	15,74	14,77	15,71	15,70	15,88	1,77	1,7	1,78	1,81	1,77	1,85	1,72	6,0	5,0	5,0	5,1	4,9	4,9	4,9
3	9,42	9,83	9,06	9,39	9,98	9,01	8,71	17,28	17,04	17,45	17,29	16,85	17,36	17,41	0,45	0,47	0,41	0,44	0,48	0,42	0,35	6,1	6,0	6,1	6,1	6,0	6,1	6,1
4	11,91	11,82	12,00	11,73	11,64	11,28	11,18	15,87	15,76	15,71	15,89	15,89	16,37	15,57	0,75	0,69	0,74	0,73	0,71	0,76	0,53	5,5	5,4	5,4	5,5	5,5	5,7	5,3
5	26,71	26,36	26,85	26,68	26,73	23,95	25,47	21,66	21,64	21,89	21,67	21,62	24,38	221,9	0,71	0,65	0,72	0,62	0,70	0,70	0,61	6,1	6,0	6,0	6,1	6,1	7,2	6,1
6	49,49	48,65	49,40	49,53	49,68	49,79	48,02	37,69	38,03	37,78	37,70	37,57	37,64	38,41	7,85	7,78	7,88	7,86	7,89	7,88	7,51	7,8	7,7	7,7	7,8	7,8	7,7	7,7
7	18,05	17,99	18,08	17,85	17,91	22,98	17,9	18,17	18,11	18,11	18,28	18,23	7,59	18,07	1,11	1,10	1,10	1,06	1,10	1,75	1,00	6,3	6,3	6,3	6,4	6,4	7,5	6,3
8	21,79	22,34	22,02	21,69	-	21,62	22,45	13,31	12,73	13,01	13,18	-	13,32	12,98	1,71	1,75	1,73	1,73	-	1,73	1,79	4,6	4,5	4,5	4,6	-	4,7	4,5
9	27,45	27,34	27,43	27,87	27,87	26,69	27,25	24,43	24,43	24,43	24,33	24,30	24,69	24,59	4,01	3,99	4,00	4,05	4,05	3,97	3,86	7,0	6,9	6,9	7,1	7,1	7,2	7,0
10	11,52	11,63	11,66	11,68	-	11,83	12,11	32,41	32,67	32,33	32,33	-	32,39	32,98	0,88	0,90	0,89	0,89	-	0,93	1,09	6,9	6,8	6,8	6,9	-	7,0	7,1

M: BIA-Ergebnisse der Studie

	Geschlecht	Ethnie	Alter (Jahre)	Körpergröße (m)	PAL-Wert	Gewicht vor Urinieren (kg)	Gewicht nach Urinieren (kg)	Gewicht nach Mahlzeit (kg)	Taillenumfang Mitte vor Mahlzeit (cm)	Taillenumfang 2-Finger-Methode vor Mahlzeit (cm)	Taillenumfang 2-Finger-Methode nach Mahlzeit (cm)	BMI mit Gewicht nach Urinieren (kg/m ²)	Tageszeit der Messung	Gesundheitszustand	Stresspegel*	Skala Schlafmangel	Medikamenteneinnahme	Verhütungsmittel	Thyroxin	Metformin	Antihistamin	Schmerzmittel	Antibiotikum	Blutdruckwacker	Menstruationszyklus
1	weiblich	kaukasisch	26	1,78	1,8	60,4	60,1	60,2	69,5	67,0	67,5	18,97	morgens	Gesund	3	7	Nein								Mitte/Eisprung
2	weiblich	kaukasisch	48	1,70	1,8	67,8	67,7	68,2	77,0	77,0	79,0	23,43	abends	Gesund	4	1	Ja	Ja							kurz davor
3	weiblich	kaukasisch	29	1,78	1,8	104,9	104,4	105,6	102,0	92,0	98,0	33,95	mittags	Gesund	1	2	Nein								Jetzt
4	männlich	asiatisch	33	1,70	1,6	56,9	55,4	56,0	75,0	75,0	77,0	19,17	mittags	Gesund	2	4	Nein								N/A
5	männlich	süd- und mittelamerikanisch	29	1,78	1,4	67,5	67,2	68,2	82,0	80,0	82,0	21,21	mittags	Gesund	1	2	Nein								N/A
6	weiblich	asiatisch	58	1,58	1,6	55,0	53,5	54,5	80,0	83,0	83,0	21,43	abends	Gesund	3	6	Nein								Menopause
7	männlich	asiatisch	58	1,65	1,6	69,2	68,4	69,3	92,0	93,0	94,0	25,12	abends	Gesund	5	1	Nein								N/A
8	weiblich	asiatisch	28	1,58	1,4	58,7	58,6	59,2	79,0	80,0	82,0	23,51	abends	Gesund	6	6	Nein								Jetzt
9	weiblich	asiatisch	35	1,53	1,4	56,1	55,9	56,5	70,0	70,0	75,0	23,88	abends	Gesund	3	7	Nein								Jetzt
10	weiblich	süd- und mittelamerikanisch	25	1,65	1,6	57,0	56,9	57,4	75,0	76,0	75,0	20,90	mittags	Gesund	1	6	Nein								kurz danach
11	weiblich	asiatisch	22	1,55	1,6	48,1	47,9	48,4	65,0	66,0	68,0	19,94	mittags	Gesund	4	6	Nein								kurz danach
12	weiblich	asiatisch	33	1,65	1,4	66,7	66,3	67,0	85,0	84,0	87,0	24,35	abends	Gesund	8	5	Nein								kurz davor
13	männlich	kaukasisch	41	1,83	1,4	81,3	80,9	82,0	101,5	98,5	99,5	24,16	abends	Gesund	7	4	Nein								N/A
14	weiblich	asiatisch	29	1,67	1,4	113,4	113,4	113,9	114,0	118,0	120,0	40,70	morgens	Gesund	5	2	Ja	Ja							kurz danach
15	weiblich	asiatisch	25	1,59	1,6	56,0	55,7	57,9	69,0	68,0	70,0	22,12	morgens	Gesund	5	7	Nein								kurz davor
16	weiblich	kaukasisch	24	1,65	1,6	54,3	53,0	53,1	66,0	65,0	69,0	19,50	abends	Gesund	5	3	Ja	Ja							Mitte/Eisprung
17	männlich	kaukasisch	30	1,80	1,6	80,1	80,1	80,2	86,0	85,0	86,0	24,70	morgens	Gesund	5	4	Nein								N/A
18	weiblich	asiatisch	27	1,57	1,4	86,9	86,9	87,0	98,0	105,0	106,0	35,25	morgens	Gesund	6	1	Ja		Ja						unregelmäßig
19	weiblich	asiatisch	26	1,70	1,4	54,2	54,1	54,7	66,0	65,0	65,0	18,72	mittags	Gesund	1	3	Ja		Ja						Nein
20	männlich	asiatisch	28	1,77	1,4	69,7	69,3	70,4	79,0	80,0	81,0	22,10	morgens	Gesund	3	1	Nein								N/A
21	weiblich	süd- und mittelamerikanisch	22	1,60	1,6	61,7	61,7	62,1	73,0	76,0	75,0	24,10	abends	Ungesund	8	8	Nein								kurz danach
22	männlich	kaukasisch	21	1,79	1,8	72,4	72,2	72,6	84,0	85,0	85,0	22,50	abends	Gesund	2	6	Nein								N/A
23	weiblich	asiatisch	24	1,69	1,6	69,4	69,5	69,7	73,0	73,0	74,0	24,33	abends	Gesund	7	2	Nein								Jetzt
24	weiblich	süd- und mittelamerikanisch	21	1,57	1,8	59,4	58,4	58,7	75,0	76,0	77,0	23,69	morgens	Gesund	2	3	Nein								kurz davor
25	männlich	asiatisch	33	1,65	1,6	71,3	71,3	72,1	89,0	92,0	92,0	26,19	morgens	Gesund	3	6	Nein								N/A
26	weiblich	asiatisch	25	1,62	1,4	72,9	72,9	72,2	82,0	84,0	85,0	27,78	morgens	Gesund	6	8	Ja		Ja						Jetzt
27	männlich	asiatisch	24	1,73	1,4	62,8	62,4	63,5	72,0	70,0	73,0	20,85	mittags	Gesund	4	2	Nein								N/A
28	männlich	asiatisch	24	1,74	1,4	64,0	63,9	64,5	73,0	74,0	76,0	21,11	mittags	Gesund	4	2	Nein								N/A
29	männlich	asiatisch	59	1,78	1,8	73,4	73,3	74,2	83,0	84,0	87,0	23,13	mittags	Gesund	4	3	Ja				Ja				N/A
30	weiblich	asiatisch	56	1,58	1,6	53,0	52,8	53,4	67,0	69,0	69,0	21,15	mittags	Gesund	3	7	Ja			Ja					Menopause
31	männlich	kaukasisch	28	1,88	1,4	82,8	82,0	83,1	84,0	86,0	85,0	23,20	morgens	Gesund	1	7	Nein								N/A
32	weiblich	kaukasisch	25	1,83	1,4	74,0	74,0	74,0	72,0	73,0	74,0	22,10	morgens	Gesund	7	3	Nein								kurz danach
33	weiblich	kaukasisch	26	1,58	1,4	57,6	57,4	57,6	67,0	67,0	68,0	22,99	morgens	Gesund	1	2	Nein								kurz danach
34	weiblich	afroamerikanisch	33	1,57	1,8	65,6	65,4	66,9	87,0	87,0	89,0	26,53	abends	Gesund	6	5	Ja	Ja					Ja		Nein
35	männlich	afroamerikanisch	39	1,87	1,6	107,1	106,8	107,4	102,0	103,0	105,0	30,50	abends	Gesund	8	8	Nein								N/A
36	männlich	kaukasisch	22	1,80	1,6	64,0	63,7	63,7	74,0	72,0	73,0	19,70	morgens	Gesund	3	1	Nein								N/A
37	männlich	asiatisch	36	1,79	1,8	65,2	65,2	65,8	81,0	82,0	82,0	20,35	mittags	Gesund	9	5	Ja							Ja	N/A
38	weiblich	asiatisch	33	1,49	1,8	46,6	46,5	46,9	68,0	67,0	68,0	20,95	mittags	Gesund	5	3	Nein								kurz davor
39	männlich	kaukasisch	22	1,73	1,8	65,5	65,3	65,1	80,0	80,0	81,0	21,80	morgens	Gesund	7	7	Nein								N/A
40	männlich	kaukasisch	21	1,75	1,6	99,9	99,7	100,0	93,0	94,0	94,0	32,60	morgens	Gesund	9	2	Nein								N/A
41	männlich	kaukasisch	22	1,80	1,6	69,5	69,2	69,2	77,0	77,0	79,0	21,40	abends	Gesund	3	2	Nein								N/A
42	weiblich	asiatisch	42	1,59	1,4	54,2	54,2	54,2	79,0	74,0	76,0	21,44	morgens	Gesund	8	5	Nein								kurz danach
43	männlich	süd- und mittelamerikanisch	23	1,84	1,6	62,5	62,5	62,5	72,0	74,0	75,0	18,50	abends	Gesund	5	3	Nein								N/A
44	weiblich	asiatisch	28	1,65	1,4	73,4	73,4	73,6	84,0	81,0	82,0	27,00	abends	Gesund	5	2	Nein								Jetzt
45	weiblich	asiatisch	28	1,53	1,6	46,1	46,0	46,6	61,0	60,0	61,0	19,90	abends	Gesund	3	3	Nein								N/A
46	männlich	kaukasisch	29	1,78	1,6	74,6	74,6	74,4	76,0	86,0	88,0	24,00	abends	Gesund	5	5	Nein								N/A
47	männlich	asiatisch	27	1,78	1,4	70,3	70,3	70,8	74,0	75,0	76,0	22,35	abends	Gesund	3	5	Nein								N/A
48	weiblich	süd- und mittelamerikanisch	24	1,71	1,6	67,6	67,5	68,1	80,0	79,0	81,0	23,1	morgens	Gesund	5	4	Ja	Ja							Mitte/Eisprung
49	männlich	asiatisch	25	1,70	1,4	93,4	93,3	94,0	102,0	101,0	102,0	32,53	morgens	Gesund	1	5	Nein								N/A
50	männlich	asiatisch	30	1,73	1,6	63,7	63,5	64,1	74,0	73,0	76,0	21,3	morgens	Gesund	2	3	Nein								N/A

* 1=niedrig, 10=hoch

FM Standardbedingung (kg)	FM Blasezustand (voll) (kg)	FM Liegezeit (5 Min.) (kg)	FM Taillenumfang (Mitte) (kg)	FM Extremitäten (berührend) (kg)	FM Elektrodenkabel (berührend) (kg)	FM Magen Zustand (voll) (kg)	SMM Standardbedingung (kg)	SMM Blasezustand (voll) (kg)	SMM Liegezeit (5 Min.) (kg)	SMM Taillenumfang (Mitte) (kg)	SMM Extremitäten (berührend) (kg)	SMM Elektrodenkabel (berührend) (kg)	SMM Magen Zustand (voll) (kg)	VAT Standardbedingung (L)	VAT Blasezustand (voll) (L)	VAT Liegezeit (5 Min.) (L)	VAT Taillenumfang (Mitte) (L)	VAT Extremitäten (berührend) (L)	VAT Elektrodenkabel (berührend) (L)	VAT Magen Zustand (voll) (L)	PHA Standardbedingung (°)	PHA Blasezustand (voll) (°)	PHA Liegezeit (5 Min.) (°)	PHA Taillenumfang (Mitte) (°)	PHA Extremitäten (berührend) (°)	PHA Elektrodenkabel (berührend) (°)	PHA Magen Zustand (voll) (°)	
1	10.66	10.17	10.94	9.87	8.42	9.98	11.28	22.49	22.62	22.34	22.88	24.23	22.83	21.34	0.02	0	0.04	0	0	0	0.01	6	5.9	5.9	6.1	6.5	6.1	5.7
2	25.04	26.03	24.99	25.14	24.46	25.37	25.63	19.11	18.59	19.14	19.12	19.28	18.95	19.08	0.93	1	0.92	0.95	0.93	0.96	1.01	5.4	5.3	5.4	5.5	5.7	5.4	5.4
3	45.15	45.87	45.13	45.19	45.41	45.22	45.32	29.85	29.66	29.91	29.84	29.57	29.83	30.28	1.02	1.08	1.04	1.85	1.1	1.02	1.47	6.8	6.6	6.7	6.8	6.9	6.8	6.5
4	8.81	9.92	9.02	8.61	5.83	8.63	8.69	21.76	21.9	21.69	21.99	24.33	21.91	21.91	1.48	1.45	1.5	1.51	1.48	1.49	1.52	6.5	6.5	6.5	6.7	7.5	6.6	6.5
5	8.28	8.48	8.56	8.6	8.68	8.54	8.57	28.63	28.64	28.56	28.51	26.7	28.46	29	0.64	0.57	0.67	0.85	0.71	0.6	0.62	6.6	6.8	6.7	6.7	6.8	6.7	6.7
6	18.29	19.73	18.37	18.32	17.92	18.3	18.45	14.29	14.45	14.4	14.37	12.87	14.39	14.77	1.81	1.81	1.81	1.9	1.85	1.82	1.94	5.4	5.3	5.3	5.4	5.7	5.4	5.4
7	20.07	19.77	19.93	20.15	19.84	20.69	20.23	23.18	23.38	23.16	23.21	23.29	22.89	23.35	3.58	3.51	3.57	3.47	3.58	3.62	3.63	6.3	6.2	6.2	6.3	6.4	6.2	6.2
8	18.14	18.44	18.07	18.04	17.89	18	17.68	18.71	18.54	18.59	18.73	17.39	18.64	18.79	1.25	1.32	1.26	1.24	1.3	1.28	1.23	6.4	6.6	6.5	6.6	6.8	6.7	6.5
9	20	20.47	20.41	19.85	19.71	19.93	20.21	15.47	15.23	15.18	15.51	15.33	15.46	15.72	1.07	1.11	1.12	1.07	1.07	1.07	1.17	5.5	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6	5.6
10	17.41	18.11	17.37	17.12	15.49	17.45	16.63	17.4	16.56	17.28	17.59	17.74	17.38	17.72	1.52	1.55	1.47	1.49	1.53	1.55	1.3	5.9	5.8	5.8	6	6.5	5.9	5.9
11	12.11	12.63	12.09	11.92		13.17	10.95	15.8	15.63	15.96	15.92		15.25	16.27	0.94	0.99	0.94	0.92		1.03	0.78	6.2	6.2	6.2	6.2		6.1	6.2
12	25.12	25.6	25.27	25.27	25.76	25.06	25.73	18.59	18.36	18.5	18.46	15.21	18.6	18.53	1.67	1.64	1.67	1.73	1.86	1.68	1.81	5.8	5.7	5.8	5.8	6.2	5.9	5.8
13	24.38	24.8	24.2	24.17	28.38	24.54	23.89	27.58	27.56	27.6	27.68	18.37	27.4	28.28	3.54	3.45	3.53	3.89	3.96	3.51	3.42	5.8	5.7	5.8	5.9	6.4	5.8	5.8
14	60.22	59.48	60.08	60.26	60.7	60.51	60.73	26.89	27.12	26.95	26.9	26.63	26.85	26.93	4.58	4.47	4.57	4.07	4.66	4.63	4.85	6.9	6.9	7	6.9	7	7	6.9
15	15.83	16.33	15.85	15.86	15.92	19.9	14.25	18.06	17.91	18.01	18.08	18.07	13	18.92	0.9	0.9	0.89	0.92	0.9	1.37	0.35	6.3	6.2	6.3	6.3	6.3	6.7	6
16	13.24	14.26	13.33	13.07	12.81	12.87	12.48	17.23	17.24	16.98	17.32	17.14	17.45	17.65	0.24	0.18	0.23	0.23	0.21	0.19	0.14	5.7	5.6	5.6	5.7	5.8	5.7	5.7
17	14.72	15.15	14.89	14.72		14.97	14.99	32.92	32.72	32.77	32.92		32.85	32.95	0.99	1.04	1	1.09		1.01	1.11	7.7	7.6	7.7	7.7	7.7	7.7	7.8
18	38.61	38.09	38.43	38.61	38.49	38.99	38.67	23.74	23.9	23.81	23.74	23.86	23.58	23.64	2.82	2.75	2.8	2.17	2.83	2.87	2.94	7.3	7.3	7.3	7.4	7.5	7.3	7.3
19	15.84	15.86	15.78	16.07	15.91	16.02	15.67	15.97	16.26	16.08	15.88	15.46	15.87	16.32	1.26	1.25	1.25	1.28	1.28	1.28	1.16	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2	5.2
20	17.1	17.34	16.96	17.08		17.36	17.51	24.96	24.84	24.99	24.96	24.54	24.57	26.12	1.73	1.69	1.7	1.65	1.77	1.75	1.58	6.1	6	6.1	6.1	6.2	6.1	6.1
21	18.9	19.23	19.67	18.88	18.38		19.33	21.38	21.18	20.98	21.31	21.71		21.3	1.44	1.45	1.49	1.35	1.43		1.38	7.6	7.5	7.5	7.6	7.7		7.5
22	12.51	12.87	12.66	12.54	25	12.73	13.15	30.68	30.58	30.62	30.68	14.62	30.77	30.55	1.37	1.32	1.38	1.27	2.45	1.39	1.36	8.1	8.1	8.1	8.1	9.8	8.2	8.1
23	26.22	25.69	26.35	26.25	26.24	26.09	26.16	19.43	19.78	18.95	19.39	18.95	19.63	19.86	1.15	1.1	1.15	1.16	1.2	1.12	1.15	5.7	5.7	5.6	5.7	5.9	5.7	5.5
24	19.99	20.74	20.12	20.13	19.92	19.96	20.24	17.07	17.13	16.9	16.99	15.58	17.14	16.96	1.3	1.26	1.3	1.3	1.35	1.3	1.3	6.2	6.1	6.1	6.2	6.3	6.2	6.1
25	23.99	24.73	24.19	23.92	24.09	23.97	24.03	22.65	22.3	22.6	22.66	20.66	22.38	22.59	2.98	3.05	2.99	2.63	3.05	2.98	2.92	6.3	6.2	6.3	6.3	6.5	6.3	6.4
26	31.45	32.43	31.39	31.37	31.51	31.78	31.68	20.37	20.05	20.39	20.41	20.33	20.08	20.4	1.67	1.72	1.66	1.57	1.69	1.7	1.74	6.5	6.3	6.5	6.5	6.5	6.5	6.6
27	11.8	11.9	11.86	11.68	16.07	10.27		24.11	24.15	24	24.15	14.83	23.93	25.02	1.06	1.04	1.06	1.15	1.6	1.08	0.92	7	6.9	6.9	7	7.6	6.9	6.9
28	11.37	11.83	11.34	11.04	10.68	9.56		25.62	25.45	25.7	25.84	24.92	26.04	26.41	1.26	1.28	1.27	1.18	1.24	1.2	1.11	7.2	7	7.2	7.3	7.4	7.3	7.2
29	19.92	20.07	19.82	19.9		19.96	19.28	24.94	24.85	25	24.9		24.96	25.65	2.52	2.55	2.52	2.43		2.51	2.69	5.9	5.8	5.9	5.9		5.9	6
30	18.28	18.34	18.31	18.23	18.35	18.32	18.9	14.61	14.57	14.61	14.62	14.62	14.59	13.95	1.71	1.7	1.71	1.69	1.74	1.72	1.66	5.8	5.8	5.8	5.8	5.9	5.8	5.6
31	16.54	16.08	16.63	16.39		16.51	16.55	32.71	32.99	32.64	32.8		32.78	33.1	1.24	1.08	1.26	1.05		1.27	1.07	6.9	6.8	6.9	6.9	7	7	7
32	26.85	27.59	27	26.91	26.39	27.06	27.13	21.03	20.56	20.91	20.99	21.35	21	20.96	0.4	0.49	0.41	0.38	0.43	0.48	0.49	5.1	4.9	5	5	5.3	5.1	5
33	19.47	19.4	19.4	19.35	19.27	19.27	19.63	16.95	16.86	16.84	16.94	16.81	16.95	16.83	0.37	0.31	0.34	0.36	0.34	0.33	0.37	5.9	5.8	5.9	5.9	5.9	5.9	5.9
34	20.99	21.49	20.89	21	21.14	20.88	21.97	21.86	21.61	21.86	21.82	20.93	21.96	22.08	0.75	0.79	0.74	0.76	0.83	0.75	0.78	7.1	7	7.1	7.1	7.2	7.1	7
35	24.89	25.21	23.96	24.88	25.53	25.61	24.87	41.14	41	41.65	41.12	40.69	40.84	41.35	2.62	2.8	2.48	2.46	2.73	2.7	2.87	7.2	7.3	7.2	7.3	7.4	7.2	7.2
36	8.89	8.81	8.64	8.87		9.23	8.21	26.59	26.56	26.67	26.63		26.32	26.66	0.44	0.36	0.39	0.56		0.47	0.34	6.8	6.6	6.7	6.8		6.7	6.7
37	14.57	15.37	14.46	14.68		14.6	15.02	23.73	23.42	23.82	23.69		23.52	23.56	2.09	2.19	2.07	2.02		2.06	2.07	6	5.9	5.9	6		6	6
38	12.06	11.86	12.02	12.23		11.78	11.36	14.51	14.57	14.44	14.38		14.68	14.86	0.88	0.88	0.89	0.94		0.88	0.8	5.9	6	5.9	5.9		6	6
39	10.6	10.71	10.62	10.55	9.99	10.35	10.15	27.38	27.29	27.36	27.4	27.66	27.61	27.37	0.73	0.69	0.71	0.73	0.7	0.7	0.74	7.1	7	7.1	7.1	7.2	7.1	7
40	33.18	33.67	32.76	33.06	33.09	33.54	33.13	33.64	33.28	33.76	33.69	33.6	33.36	33.94	1.97	2.02	1.95	1.84	1.99	2	2	7	6.8	7	7	7	7	7.4
41	6.4	5.99	6.22	6.44		6.9	6.61	31.07	31.47	31.22	31.05		30.89	30.89	0.41	0.32	0.39	0.42		0.44	0.47	7.2	7.1	7.2	7.2		7.3	7.2
42	17.63	17.54	17.55	17.61	17.66	17.56	17.72	16.12	16.16	16.17	16.13	16.22	16.12	15.85	1.52	1.5	1.51	1.69	1.56	1.52	1.52	5.9	5.9	5.9	5.9	6	5.9	5.7
43	4.12	3.89	4.23	4.15	4.07	4.46	4.46	28.48	28.46	28.39	28.48	28.11	28.3	27.96	0.35	0.29	0.36	0.24	0.41	0.39	0.42	6.9	6.8	6.8	6.9	7	7	6.9
44	32.42	32.34	32.32	32.3		32.32	32.49	19.56	19.59	19.54	19.59		19.61	18.98	1.69	1.66	1.67	1.82		1.67	1.67	6.2	6.1	6.1	6.1		6.1	6
45	13.18	13.65	13.59	13.21		13.17	12.77	12.53	12.2	12.18	12.53		12.46	12.84	0.9	0.93	0.9	0.9		0.91	0.75	5	4.9	4.8	5		5	4.9
46	15.84	15.75	15.71	15.85		16.24	16.11	29.77	29.89	29.7	29.77		29.55	29.99	1.4	1.36	1.38	1.5		1.45	1.5	7.7						