

**Bestimmung der Fettverteilung und des
Nebennierenvolumens bei gesunden Männern und
Frauen sowie depressiven Patientinnen mittels MRT
und Korrelation mit anthropometrischen Daten bzw.
Hautwiderstandsmessungen**

**Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Medizin**

**der Medizinischen Fakultät
der Eberhard Karls Universität
zu Tübingen**

**vorgelegt von
Vanhöfen, Stefanie**

2014

Dekan: Professor Dr. I. B. Autenrieth

1. Berichterstatter: Professor Dr. G. Eschweiler

2. Berichterstatter: Professor Dr. A. Nieß

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung.....	1
1.1 Historisches zur Fettverteilung und Bestimmung des Körperfettgehalts.....	2
1.1.1 Bedeutung der Körperfettkompartimente.....	3
1.1.2 Viszeraalfett.....	4
1.2 Fettverteilungsstörungen.....	4
1.3 Unterschiedliche Methoden zur Bestimmung der Fettverteilung bzw. der Körperzusammensetzung.....	5
1.3.1 Angewandte Methoden in dieser Studie.....	5
1.3.1.1 Anthropometrische Daten.....	5
1.3.1.2 Bioelektrische Impedanz-Analyse (BIA).....	6
1.3.1.3 Magnetresonanztomographie (MRT).....	8
1.3.2 Weitere Methoden zur Bestimmung der Fettverteilung bzw. der Körperzusammensetzung.....	8
1.3.2.1 Dilutionsmethoden.....	8
1.3.2.2 Hydrodensitrometrie.....	9
1.3.2.3 Doppel-Röntgen-Absorptiometrie.....	9
1.3.2.4 Computertomographie.....	9
1.3.2.5 Weitere Methoden.....	10
1.4 Nebennierenvolumen, Stress und Depression.....	10
1.5 Depression.....	11
1.5.1 Definition einer sog. depressiven Episode bzw. einer rezidivierenden depressiven Störung.....	12
1.5.2 Gewichtsveränderungen in der Depression.....	13
1.5.3 Bestimmung von Körperfettgehalt und -verteilung bei Depressiven mittels Schnittbildverfahren und relevante Vorarbeiten..	14
1.6 Ziele der Studie.....	16
2 Material und Methoden.....	17
2.1 Patienten und Probanden.....	17
2.1.1. Einschlusskriterien.....	17
2.1.2 Ausschlusskriterien.....	17
2.2. Psychiatrische Untersuchung/Testung.....	18
2.2.1 Beck'sches Depressions Inventar (BDI) und Hamilton rating scale for depression (HAMD).....	18
2.3 Körperfettbestimmung.....	19
2.3.1 Anthropometrische Daten.....	19
2.3.1.1 Waist-Hip-Ratio.....	19
2.3.1.2 Body-Mass-Index.....	19
2.3.1.3 Kalipermetrie bzw. Messung der Hautfaltendicke.....	20
2.3.2 Bioimpedanzanalyse.....	21
2.3.2.1 Hautwiderstandsmessung an den Händen.....	22

2.3.2.2	Hautwiderstandsmessung an den Füßen.....	23
2.3.2.3	Hautwiderstandsmessung an Händen und Füßen.....	24
2.4	Magnetresonanztomographie und Fettverteilung.....	25
2.4.1	MRT-Ganzkörperuntersuchungen.....	25
2.4.1.1	Zusammenfassung der verwendeten Messparameter.....	27
2.4.2	Bestimmung der Subkutanfettdicke, des Bauchumfangs und der Nackendicke mittels MRT.....	29
2.4.3	Nebennierenvolumen: Bestimmung mittels MRT und Auswertung.....	29
2.5	Speichelkortisolmessung.....	30
2.6	Auswertung (Software).....	30
3	Ergebnisse.....	31
3.1	Vergleich der Fettverteilung.....	31
3.1.1	Überblick über die Stammdaten (Explorative Datenanalyse).....	31
3.1.2	Anthropometrische Daten.....	33
3.1.2.1	Unterschiede zwischen gesunden Männern und Frauen.....	34
3.1.2.2	Unterschiede zwischen gesunden und depressiven Frauen....	34
3.1.3	Unterschiede in der Bestimmung des Körperfettanteils mittels der Körperanalysewaagen.....	35
3.1.3.1	Unterschiede zwischen gesunden Männern und Frauen.....	35
3.1.3.2	Unterschiede zwischen gesunden und depressiven Frauen....	36
3.1.4	MR-Volumenwerte.....	37
3.1.4.1	Unterschiede zwischen gesunden Männern und Frauen.....	38
3.1.4.2	Unterschiede zwischen gesunden und depressiven Frauen....	38
3.2	Bestimmung der Subkutanfettdicke, des Bauchumfangs und der Nackendicke mittels MRT.....	39
3.2.1	Unterschiede zwischen gesunden Männern und Frauen.....	39
3.2.2	Unterschiede zwischen gesunden und depressiven Frauen.....	40
3.3	Korrelationen der Hautfalten, der anthropometrischen Daten und den Körperfettwaagen mit den MR-Volumenwerten.....	41
3.3.1	Korrelation der abdominellen Hautfalte mit den MR-Volumenwerten.....	41
3.3.2	Korrelation der anthropometrischen Daten mit den MR-Volumenwerten der gesunden Männer und Frauen.....	43
3.3.3	Korrelation der Körperfettwaagen mit den MR-Volumenwerten.....	46
3.3.3.1	Korrelation der Körperfettwaagen mit den MR-Volumenwerten der Frauen.....	47
3.4	Vergleich des standardisierten normierten Gesamtvolumens, Fettvolumens, Viszeral- und Subkutanfetts zwischen gesunden Männern und Frauen (MRT) sowie des prozentualen Anteils.....	48
3.4.1	Verteilung des standardisierten normierten Gesamtkörpervolumens.....	49
3.4.2	Verteilung des prozentualen Gesamtkörpervolumens.....	50
3.4.3	Verteilung des standardisierten normierten Gesamtfettvolumens....	51

3.4.4	Verteilung des prozentualen Gesamtfettvolumens.....	52
3.4.5	Verteilung des standardisierten normierten Viszeralfetts.....	53
3.4.6	Verteilung des prozentualen Viszeralfetts.....	54
3.4.7	Verteilung des standardisierten normierten Subkutanfetts.....	55
3.4.8	Verteilung des prozentualen Subkutanfetts.....	56
3.5	Vergleich des standardisierten normierten Gesamtvolumens, Fettvolumens, Viszeral- und Subkutanfetts zwischen gesunden und depressiven Frauen (MRT) und des prozentualen Anteils.....	57
3.5.1	Verteilung des standardisierten normierten Gesamtkörpervolumens.....	58
3.5.2	Verteilung des prozentualen Gesamtkörpervolumens.....	58
3.5.3	Verteilung des standardisierten normierten Gesamtfettvolumens.....	59
3.5.4	Verteilung des prozentualen Gesamtfettvolumens.....	60
3.5.5	Verteilung des standardisierten normierten Viszeralfetts.....	61
3.5.6	Verteilung des prozentualen Viszeralfetts.....	62
3.5.7	Verteilung des standardisierten normierten Subkutanfetts.....	63
3.5.8	Verteilung des prozentualen Subkutanfetts.....	64
3.6	Nebennierenvolumen, Cortisol.....	65
3.6.1	Vergleich des Nebennierenvolumens und des Cortisolspiegels.....	65
3.6.2	Streudiagramme: Vergleiche und Korrelationen.....	66
3.7	Korrelation des BDI und HAMD mit dem Fettanteil und dem abdominellen und subkutanen Fettanteil pro Gesamtkörpervolumen.....	72
4	Diskussion.....	73
4.1	Ziel 1.....	73
4.2	Ziel 2.....	77
4.3	Ziel 3.....	78
4.4	Ziel 4.....	84
5	Zusammenfassung.....	85
6	Literaturverzeichnis.....	87
7	Erklärung zum Eigenanteil.....	102
8	Anhang.....	103
9	Danksagung.....	108

Abkürzungsverzeichnis

AIDS	Acquired Immune Deficiency Syndrome
BDI	Beck'sches Depressionsinventar
BF	Body Fat
BIA	Bioimpedanzanalyse
BMI	Body Mass Index
COPD	Chronic Obstructive Pulmonary Disease
CRH	Corticotropin Releasing Hormon
CT	Computertomographie
DSM	Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders
DXA/DEXA	Dual-Energy-X-Ray-Absorptiometry
FFM	Fettfreie Masse
FLASH	Fast Low Angle Shot
FM	Fettmasse
FOV	Field of View
FSE	Fast Spin Echo
GH	Growth Hormone
HAMD	Hamilton Rating Scale for Depression
HDL	High Density Lipoprotein
HHN	Hypothalamus-Hypophyse-Nebenniere
HIV	Human Immunodeficiency Virus
HPA	Hypothalamic Pituitary Adrenal
HWK	Halswirbelkörper
ICD	Implantierbarer Cardioverter Defibrillator
ICD-10	International Statistical Classification of Diseases and Related Health Problems
IDF	International Diabetes Federation
IVNAA/IVNA	In vivo Neutron Activation Analysis
KHK	Koronare Herzkrankheit
KMI	Körpermasseindex
KMZ	Körpermassenzahl
LWK	Lendenwirbelkörper

MAL	Mittlere Axillarlinie
MAO	Monoaminoxidasehemmer
MeS	Metabolisches Syndrom
MM	Magermasse
MRT	Magnetresonanztomographie
MW	Mittelwert
NASSA	Noradrenergic and Specific Serotonergic Antidepressant
NNV	Nebennierenvolumen
SCAT	Subcutaneous Adipose Tissue
SD	Standardabweichung
SMFBIA	Segmental multi-frequency bioelectrical impedance analysis
SSRI	Selective Serotonin Reuptake Inhibitor
STEAM	Single Voxel Stimulated Echo
TAT	Total Adipose Tissue
TE	Time to Echo bzw. Echo Time
THV	Taillen-Hüft-Verhältnis
TOBEC	Total Body Electrical Conductivity
TR	Time to Repetition bzw. Repetition Time
TSE	Turbo Spin Echo
TT	Total Tissue
VAT	Visceral Adipose Tissue
VIBE	Volume Interpolated Breathhold Examination
WHO	World Health Organization
WHR	Waist Hip Ratio

1 Einleitung

Die Verteilung des Körperfetts spielt eine Rolle beim sog. Metabolischen Syndrom (MeS), welches durch vier Faktoren kategorisiert ist: Es beschreibt das gemeinsame Auftreten von Dyslipoproteinämie (Hypertriglyceridämie/HDL-Cholesterin), essentieller Hypertonie, Glukoseintoleranz/Typ-2-Diabetes und abdomineller Adipositas. Ein Metabolisches Syndrom wird entweder bei Vorliegen von abdomineller Adipositas plus zwei der o.g. Faktoren diagnostiziert [1] oder bei drei der fünf o.g. Faktoren [2]. Nach der Definition der International Diabetes Federation (IDF) von 2005 besteht ein MeS bei einem Bauchumfang bei Männern mehr als 94 cm bzw. bei Frauen mehr als 80 cm und wenn mindestens zwei weitere der folgenden Veränderungen vorliegen: erhöhte Triglyzeridwerte, ein zu niedriges HDL-Cholesterin, eine Hypertonie, ein erhöhter Nüchtern-Blutglucosespiegel oder ein bestehender Typ-2-Diabetes [3].

Die Depression ist eine Erkrankung des ganzen Körpers und als Risikofaktor für andere Krankheiten von Bedeutung [4-6]. So besteht bei Patienten mit einer depressiven Störung eine erhöhte Prädisposition, ein Metabolisches Syndrom zu entwickeln [7]. Das Risiko, beim MeS einen Herzinfarkt oder Schlaganfall zu erleiden, ist um das drei- bis vierfache erhöht [8-14] und bei abdomineller Adipositas, erhöht sich das Erkrankungsrisiko bereits bei normalem Body-Mass-Index (BMI) [15-17]. Außerdem spielt Stress und die möglicherweise erhöhte Ausschüttung des Stresshormons Kortisol eine Rolle beim Zusammenhang zwischen Metabolischem Syndrom und Depression [18-20]. In dieser Studie wurde das Nebennierenvolumen (NNV) ermittelt, da es Hinweise in der Literatur auf Zusammenhänge zwischen Viszeralfett, Hyperkortisolismus, Metabolischem Syndrom und Stresszuständen gibt, wie sie bei depressiven Patienten gefunden werden [21,22]. Das NNV soll hierbei als Maß für die Produktion von Stresshormonen dienen.

Außerdem kann eine Depression den Verlauf unterschiedlicher Erkrankungen z.B. bei Erkrankungen des Herzens (z.B. Koronare Herzkrankheit (KHK) und deren Begleiterscheinungen wie Herzinsuffizienz, Herzrhythmusstörungen) oder der Lunge (COPD), negativ beeinflussen [23,24].

Die Depression ist meist mit Veränderungen der Stoffwechsellage verbunden und die Infektionsanfälligkeit ist während einer Episode erhöht [25]. Auch Osteoporose und dadurch auch ein erhöhtes Frakturrisiko sind Gegenstand durchgeführter Studien [26-29].

Depressive Syndrome können auch im Rahmen weiterer psychiatrischer Erkrankungen wie z.B. einer Anpassungsstörung, einer schizoaffektiven Störung, einer Schizophrenie, vorkommen. Sie können Bestandteil einer organisch affektiven Störung, eines Morbus Alzheimer oder einer Parkinson-Erkrankung sein. Auch entzündliche Erkrankungen des Gehirns, Schlaganfall und Hirntumore können zu depressiven Symptomen führen. Oft kommt ein Angstsyndrom hinzu [30].

Weiterhin können depressive Symptome auch bei Funktionsstörungen der Schilddrüse (Hypo- oder Hyperthyreose), bei Infektionskrankheiten wie z.B. Borreliose [31-33], Tuberkulose [34] und AIDS [35-38], auftreten. Auch Medikamente können depressive Syndrome induzieren, z.B. Glukokortikosteroide, Mefloquin, Interferone, Antibiotika (z.B. Gyrasehemmer), Ovulationshemmer oder manche antivirale Substanzen [39].

1.1 Historisches zur Fettverteilung und Bestimmung des Körperfettgehalts

Bereits in der Vergangenheit wurden der Körperbau und die Körperfettverteilung untersucht und zur Diagnostik verwendet. Der deutsche Psychiater Ernst Kretschmer teilte Menschen anhand ihres Körperbaus in Charaktertypen ein und beschrieb in seiner Konstitutionstypologie den asthenischen (oder leptosomen), den athletischen, den pyknischen und den dysplastischen Körperbau und brachte diese mit psychischen Erkrankungen in Verbindung [40].

Eine Methode, die auf William Sheldon in den 1940er Jahren zurückgeht (sog. „Somatotyping“), führt die körperliche Konstitution auf die drei Keimblätter in unterschiedlicher Ausprägung zurück (ektomorph, mesomorph, endomorph), wobei der endomorphe Typus zu Adipositas neigt [41,42].

1947 beschrieb Vague die Bedeutung des Fettverteilungsmusters für die Entwicklung metabolischer und kardiovaskulärer Erkrankungen, insb.

metabolische Erkrankungen korrelierten mit einer androiden (männlichen) Verteilungsform, was bei der gynoiden (weiblichen) Form nicht der Fall war [43]. 1982 wurde dann u.a. von Kissebah et al. die sog. Waist-Hip-Ratio (WHR) oder Taillen-Hüft-Verhältnis (THV) eingeführt [44].

1.1.1 Bedeutung der Körperfettkompartimente

Das Körperfett kann in Kompartimente eingeteilt werden, wobei man hier ein viszerales (engl. visceral adipose tissue = VAT) und ein subkutanes (engl. subcutaneous adipose tissue = SCAT) Kompartiment unterscheidet. Die Bedeutung dieser speziellen Körperfettkompartimente zeigt sich in Verbindung mit unterschiedlichen Krankheiten [45,46]. Besonders wichtig ist die Unterscheidung in viszerales Fettgewebe und Subkutanfett. Das Viszeralfett bezeichnet das vom menschlichen Körper in der Bauchhöhle (intraabdominell) eingelagerte Fett. Viszerales Fettgewebe unterscheidet sich morphologisch als auch metabolisch vom Subkutanfett. Es scheint hier u.a. eine Rolle bei der Entstehung von Insulinresistenz [47], koronarer Herzkrankheit (KHK), Hypertonie, Dyslipidämien sowie auch Karzinomen (bspw. Ovarial- und Kolonkarzinomen) zu spielen [44,48,49].

Auch in Zusammenhang mit depressiven Episoden gibt es Anhaltspunkte, die auf eine Erniedrigung der Gesamtkörperfettmenge und mit einer Fettumverteilung zugunsten des viszeralen Fetts und zu Ungunsten des subkutanen Fetts hinweisen. Diese Umverteilung scheint vor allem bei hyperkortisolämischen depressiven Patienten aufzutreten, auch unter der Annahme, dass der Kortisolspiegel mit dem NNV positiv korreliert [50,51]. Bei insulinresistenten Personen ist das Viszeralfett im Vergleich zum Subkutanfett erhöht und das Viszeralfett reagiert sensitiver auf hormonelle Einflüsse als das subkutane Fett [52].

1.1.2 Viszeraalfett

Das Viszeraalfett hat eine andere Zusammensetzung als das Subkutanfett des gynoiden (weiblichen, hüftbetonten) Typus. Im Gegensatz zum Subkutanfett des gynoiden Typus wird das Viszeraalfett des androiden (männlichen, stammbetonten) Typs schneller verstoffwechselt, d.h. das Fett aus den Adipozyten des Viszeraalfetts wird schneller freigesetzt und steht schneller zur Energiegewinnung zur Verfügung [45]. Außerdem produziert das Viszeraalfett besonders viele Fettsäuren, die in der Leber in andere Fette umgebaut werden. Frauen entsprechen oft dem gynoiden Typ, bei ihnen ist der Beckenumfang größer als der Bauch. Bei Männern ist es meistens umgekehrt [46].

1.2 Fettverteilungsstörungen

Fettverteilungsstörungen sind beim Cushing-Syndrom (Hyperkortisolismus; Stichworte bspw. Stammfettsucht, „Stiernacken“ „Vollmondgesicht“) bekannt, können aber z.B. auch im Rahmen der Lipodystrophie bei virustatischer HIV-Therapie auftreten. Es beschreibt den Verlust des subkutanen Fettgewebes im Gesichtsbereich, am Gesäß und den Extremitäten, wohingegen dann ein „Stiernacken“ und ein vergrößertes Viszeraalfett gefunden werden [53,54]. 25% der HIV-infizierten Patienten zeigen eine verschlechterte Glucosetoleranz bzw. einen erworbenen Diabetes mellitus sowie Dyslipidämien [55,56].

Es wurden Zusammenhänge zwischen Fettverteilungsstörungen bzw. einem erhöhten Viszeraalfettvolumen mit verschlechterter Glucosetoleranz gefunden. So konnten beispielsweise Nagaretani et al. im Jahr 2001 ein im Vergleich zu gesunden Probanden signifikant höheres Viszeraalfettvolumen bei Männern mit verschlechterter Glucosetoleranz nachweisen [57]. Auch Ross et al. fanden signifikante Korrelationen des viszeralen Fettvolumens mit dem Auftreten von verschlechterter Glucosetoleranz unabhängig vom subkutanen Fettgewebe im Abdominalbereich und aller anderen Fettvorkommen [58]. In dieser Studie sollte geprüft werden, ob bei depressiven Patienten eine ähnliche Fettverteilung vorliegt.

1.3 Unterschiedliche Methoden zur Bestimmung der Fettverteilung bzw. der Körperzusammensetzung

Um die Körperzusammensetzung zu messen, können verschiedene Verfahren angewandt werden.

1.3.1 Angewandte Methoden in dieser Studie

1.3.1.1 Anthropometrische Daten

Hiermit werden die morphologischen Merkmale und die Körperzusammensetzung durch Erfassen der Körpergröße, des Gewichts, der Fettmasse (bspw. durch Hautfaltenmessung), der Muskelmasse, des Body-Mass-Indexes (BMI) und der Waist-Hip-Ratio (WHR) beschrieben.

1.3.1.1.1 Taillenumfang bzw. Bauchumfang

Die Messung des Taillenumfangs (engl. waist circumference) ist eine indirekte Methode zur Bestimmung des Viszeralfetts. Als prognostisch ungünstig zu werten sind Umfänge, die bei Frauen über 80 (ungünstig) oder 88 cm (gefährlich) und bei Männern über 94 (ungünstig) oder 102 cm (gefährlich, Hochrisikopersonen, WHO) überschreiten [59,60].

1.3.1.1.2 Waist-Hip-Ratio (WHR)

Die Fettverteilung im Körper ist alters- und geschlechtsabhängig. Während Kinder eine überall fast gleich dicke Unterhautfettschicht haben, verteilt es sich hormonabhängig bei erwachsenen Frauen überwiegend auf die Brüste, das Gesäß und die Oberschenkel („Birnentyp“, gynoide, gluteo-femorale, periphere, hüftbetonte, eher subkutane Fettverteilung) [45,46], bei Männern ist es vermehrt am Unterbauch, am Gesäß und im Nacken („Apfeltyp“, androide, abdominale, zentrale, stammbetonte Fettverteilung). Die Typeinteilung wird bspw. durch die WHR bestimmt: Die WHR errechnet sich aus dem Quotienten des Taillenumfangs in Zentimetern und des Hüftumfangs in Zentimetern [44].

Ein erhöhtes Risiko für Erkrankungen im Formenkreis des Metabolischen Syndroms besteht bei Frauen mit einer WHR von über 0,85 und bei Männern bei

einer WHR von über 1,0. Um das Risiko zu minimieren, sollten Frauen einen Wert unter 0,8 und Männer einen Wert unter 0,9 anstreben [61].

1.3.1.1.3 Body-Mass-Index (BMI)

Synonyme.: Körper-Masse-Index (KMI), Kaup-Index, Körpermassenzahl (KMZ), Quetelet-Index.

Der BMI ist altersunabhängig. Die Einheit des BMI ist kg/m^2 , wird aber häufig dimensionslos angegeben. Die Einteilung erfolgt in verschiedene Kategorien [60,61]. Starkes Untergewicht besteht ab einem BMI $< 16,0$, mäßiges Untergewicht bei $16,0 - 17,0$, leichtes Untergewicht bei $17,0 - 18,5$ und das Normalgewicht bei $<18,5 - 24,9$. Übergewicht wird ab einem BMI-Wert über $25,0 - 29,9$ (Präadipositas) attestiert. Außerdem gibt es noch drei Schweregrade der Adipositas (Klasse I $30,0 - 34,9$; Klasse II $35,0 - 39,9$; Klasse III $> 40,0$) [61], wobei das Risiko, Begleiterkrankungen zu entwickeln, mit der Höhe des BMI-Wertes ansteigt [62,63]. Eine im Jahr 2005 publizierte Studie von Yusuf et al. zeigte, dass im Formenkreis des Metabolischen Syndroms als Maß für die Beurteilung des Herzinfarkttrisikos die WHR und nicht der BMI herangezogen werden sollte [64].

1.3.1.1.4 Kalipermetrie bzw. Messung der Hautfaltendicke

Die Kalipermetrie zur Körperfettbestimmung macht sich zunutze, dass 50 bis 70 Prozent des Körperfettes unter der Haut gespeichert werden. Misst man die Dicke der Hautfalten an verschiedenen festgelegten Körperstellen und addiert diese Werte, kann man von dieser Summe auf den Körperfettanteil schließen. Der Zusammenhang zwischen Unterhautfettgewebe und Gesamtkörperfett gestattet eine einfache Berechnung des Fettanteils am Körpergewicht [65].

1.3.1.2 Bioelektrische Impedanz-Analyse (BIA)

Die BIA basiert auf dem Prinzip der Messung von spezifischen Leitfähigkeiten unterschiedlicher Gewebearten einer angelegten Wechselspannung und so kann mit Hilfe der BIA die Körperzusammensetzung ermittelt werden [66,67].

Bei der BIA wird elektrischer Strom durch den Körper geschickt, der so gering ist, dass er vom Patienten nicht wahrgenommen werden kann. Vereinfacht postuliert man ein sog. "2-Kompartiment-Modell" des menschlichen Körpers, bestehend aus Fettmasse (FM) und Magermasse (MM) [66-68]. Die Methode basiert darauf, dass durch den unterschiedlichen Wassergehalt von Fett- und Muskelgewebe der elektrische Widerstand variiert. Fettgewebe hat nur einen sehr geringen Wassergehalt und bildet einen Widerstand für den Fluss eines elektrischen Signals. Im Gegensatz dazu bestehen die fettfreien Anteile des Körpers wie z.B. Muskeln und Blut zum größten Teil aus Wasser und Elektrolyten (welche als intra- und extrazelluläre Körperflüssigkeiten den Widerstand R definieren) und leiten aufgrund des hohen Wasseranteils elektrischen Strom wesentlich besser als das Fettgewebe, d.h. der elektrische Widerstand (Impedanz) von Muskeln und Knochen ist deshalb kleiner als der von Fett. Daher wird bei der BIA mit Hilfe eines schwachen Wechselstroms der Widerstand des Körpers gemessen und über ein integriertes Computerprogramm ausgewertet. Dadurch wird der Körperfettanteil bestimmt [66].

Für den täglichen Gebrauch im Laienbereich haben sich auch sog. Körperfettwaagen etabliert, die über den Hautleitwert (elektrischen Widerstand) des Körpers Aussagen über den Körperfettgehalt erlauben. Dabei gibt es Berichte über einen signifikanten Zusammenhang zwischen den anthropometrischen Methoden wie BMI, WHR oder Hautfaltenmessung und den Widerstandsdaten [69,70].

Die Hand-zu-Hand-Geräte ermitteln eher den Fettanteil in der oberen Körperhälfte (obere Extremitäten/oberer Rumpfbereich), da sie den Widerstand über den linken Daumen, den linken Arm, den Schultergürtel, den rechten Arm und den rechten Daumen messen [71]. Die Fuß-zu-Fuß-Geräte erfassen eher den Anteil in der unteren Körperhälfte (Beine und Po), da sie den Widerstand über den linken Fuß, das linke Bein, den Unterkörper, das rechte Bein und den rechten Fuß messen [72].

1.3.1.3 Magnetresonanztomographie (MRT)

Synonyme: MR, MRI (Magnetic Resonance Imaging), Kernspintomographie

Aufgrund der fehlenden Röntgenstrahlenbelastung ist auch die MRT eine geeignete Methode zur Bestimmung von Fettgewebe. Mit (Turbo-) Spinecho- und Gradientenechosequenzen kann der gesamte Körper in Atemanhaltetechnik untersucht werden [52,73].

Die MRT erfordert einen höheren Zeitaufwand als die Computertomographie mit Entstehung von Bewegungsartefakten [74]. Es kann aber der gesamte Körper in ca. 20 bis 30 Minuten untersucht werden. Diese Methode bietet eine sehr gute Möglichkeit, die Fettverteilung entlang der Körperachse zu untersuchen. Durch mehrere Studien werden die Vorteile der MRT belegt [58,74-78].

1.3.2 Weitere Methoden zur Bestimmung der Fettverteilung bzw. der Körperzusammensetzung

1.3.2.1 Dilutionsmethoden

Diverse Dilutionsmethoden (bzw. Isotopenverdünnungsmethoden, bspw. durch Deuteriumoxid $^2\text{H}_2\text{O}$, Tritium-markiertes Wasser $^3\text{H}_2\text{O}$ und ^{42}K , ^{43}K) mit Trägersubstanzen werden meist zur Bestimmung des Körperwassers eingesetzt und sind mehr oder weniger invasiv und nicht für große Untersuchungszahlen praktikabel. Das Isotop wird injiziert und nach einer Äquilibrationsphase die Konzentration durch Gaschromatographie oder Massenspektrometrie im Blut bestimmt (Verluste über den Urin werden erfasst). Die regionale Körperzusammensetzung kann hier nicht ermittelt werden. Nachteile sind bspw. die Strahlenbelastung ($^3\text{H}_2\text{O}$), Messungenauigkeiten bei Störungen im Säure-Basen-Haushalt, bei septischen Bedingungen, unter Stresszuständen, schwerer Mangelernährung und Adipositas. [79]

Sonderform: Bestimmung des Gesamtkörperkaliums durch ^{40}K , hier lassen sich alle drei Kompartimente (Fett, fettfreie Masse, Wasser) errechnen. Man nimmt an, dass sich Kalium, ähnlich wie Wasser, in der fettfreien Masse (FFM) in einer fixen Konzentration befindet und im Fettgewebe gar nicht vorkommt. Unter

Annahme eines normalen Hydratationszustandes, kann man mit der Messung des Gesamtkörperkaliums die FFM bzw. die Körperzellmasse errechnen [79,80].

1.3.2.2 Hydrodensitrometrie

Die Hydrodensitrometrie (oder auch hydrostatisches Wiegen) gilt als Standard zur Bestimmung des Körperfetts. Die zu untersuchende Person taucht in ein Wassergefäß und das hiermit verdrängte Wasser entspricht den Volumen des Körpergewichts. Unter Kenntnis des Körpergewichts lässt sich die Dichte (g/cm^3) errechnen. Aus der Dichte des Körpers lässt sich der Anteil der drei o.g. Kompartimente (Fett, FFM, Wasser) abschätzen [79-81]. Die Hydrodensitrometrie ist äußerst aufwändig und für die klinische Praxis ungeeignet, die regionale Fettverteilung kann nicht ermittelt werden [82].

1.3.2.3 Doppel-Röntgen-Absorptiometrie

Ein weiteres Verfahren ist die sog. Doppel-Röntgen-Absorptiometrie (DXA/DEXA, engl. dual-energy-X-ray-absorptiometry) [83]. Hier wird der gesamte Körper in Rückenlage mit sehr niedriger Strahlendosis durch zwei Photonenstrahlen unterschiedlicher Energiestufen untersucht. Mit dieser Technik können Fettmasse, fettfreie Körpermasse und Knochen (auch in einzelnen Körperschichten) bei hoher Präzision, jedoch auch hohen Kosten und hohem Zeitaufwand, quantitativ erfasst werden. Im Vergleich zur CT-Untersuchung weist die DEXA eine nur sehr geringe Strahlenbelastung auf [79,84,85].

1.3.2.4 Computertomographie

Das in der Literatur bislang am häufigsten angewandte Untersuchungsverfahren ist die Computertomographie (CT) mit einer geringen Anzahl von Schichten auf einer bestimmten Höhe, meist auf Höhe des 4. und 5. Lendenwirbelkörpers (LWK) [86]. Für die Darstellung des Gesamtkörperfettgewebes ist die CT anhand der Strahlenexposition ungeeignet. Auch bei einer Reduktion der Strahlendosis erscheint die Untersuchung bei Kontrollen bei einer Person limitiert [87]. Ein Vorteil liegt in der Ermittlung der regionalen Körperzusammensetzung [88], ein

Nachteil ist die vergleichsweise hohe Strahlenbelastung durch ionisierende Röntgenstrahlung.

1.3.2.5 Weitere Methoden

Die Gesamtkörper-Konduktivität (TOBEC = total body electrical conductivity); beruht auf der unterschiedlichen Leitfähigkeit von Gewebe ähnlich der BIA, wobei die zu untersuchende Person in eine elektromagnetische Spule gelegt wird. Dieses Verfahren ist ungeeignet für die klinische Routine [89].

Bei der In-vivo-Neutronenaktivierungsanalyse (IVNAA, engl. in vivo neutron activation analysis, IVNA) zur Messung des Gesamtkörpercalciums, -kaliums, -stickstoffs, -kohlenstoffs und -chlorids besteht der größte Nachteil in der vergleichsweise hohen Strahlenbelastung [79].

Als weitere Methode wurde die Ultraschalldiagnostik zur Körperfettbestimmung eingesetzt. Hier können allerdings nur die oberflächlich gelegenen Fettanteile zuverlässig bestimmt werden [90-92].

Die genannten Methoden erlauben mehr oder weniger genaue Aussagen über den Gesamtfettgehalt, eine präzisere Quantifizierung und Differenzierung zwischen subkutanem Fett und Viszeralfett ist jedoch nicht möglich.

1.4 Nebennierenvolumen, Stress und Depression

In der Depression ist häufig der Kortisolspiegel erhöht und die Hypothalamus-Hypophysen-Nebennieren (HHN)-Achse überaktiviert [93].

Glukokortikoide wirken regulierend auf den Fett-, Kohlenhydrat- und Eiweißstoffwechsel. Diese Reaktion ist bei der Bewältigung von Stresssituationen besonders wichtig. Chronischer Stress führt über eine andauernde Stimulation der HHN-Achse zu einer übermäßigen Ausschüttung von Glukokortikoiden. Bei vielen depressiven Patienten lassen sich erhöhte Mengen von Kortisol im Blut und im Urin nachweisen [94].

Die Synthese der Kortikosteroide und ihrer Hormone Aldosteron, Kortisol (=Hydrocortison) und Androgen ist in die Funktionsachse Hypothalamus

Hypophyse-Nebennierenrinde (HHN-Achse; engl. hypothalamic-pituitary-adrenal axis (HPA)) eingebunden.

Bei über 38% der Patienten mit einer Depression ist das Nebennierenvolumen (=NNV) signifikant erhöht, was aus einer Studie von Rubin et. al. bereits 1996 durch volumetrische Untersuchungen mittels MRT gezeigt wurde [95].

Es kann jedoch auch durch erhöhte Kortisolspiegel ein depressives Syndrom ausgelöst werden [96]. Die Magnetresonanztomographie stellt eine adäquate Methode zur Volumetrie der Nebennieren dar und bietet im Vergleich zur Computertomographie eine größere Genauigkeit [97].

In der Studie wurde anhand der Messungen im Kernspintomographen das NNV errechnet, um eventuelle Korrelationen zwischen Depression und vergrößerten Nebennieren im Sinne einer vermehrten Kortisolproduktion bei dauerhaftem Stress während einer Episode zur ermitteln. Der Kortisolspiegel wurde durch Speichelproben ermittelt.

1.5 Depression

In der europäischen Bevölkerung leiden ca. 164,8 Millionen Menschen [98] und in Deutschland ca. 12 Millionen Menschen [99,100] unter psychischen Störungen. Die Depression ist die am häufigsten auftretende psychische Erkrankung. Allein in Deutschland sind ca. drei Millionen Menschen an einer Depression erkrankt, das entspricht ca. fünf Prozent der Bevölkerung im Alter von 18-65 Jahren mit Behandlungsbedarf [101,102]. Aus dem Gesundheitsbericht für Deutschland aus 2006 geht hervor, dass 15 Prozent der Frauen und acht Prozent der Männer innerhalb eines Jahres eine depressive Phase durchleben [103]. Weltweit leiden nach Schätzungen des World Health Report von 2001 121 Millionen Menschen gegenwärtig unter einer Depression mit steigender Tendenz. In den westlichen Industrieländern werden für die Zunahme der Erkrankung u.a. gesellschaftliche Faktoren diskutiert, wie z.B. des Zusammenbrechen familiärer Strukturen und deren Folgeerscheinungen, der Enttraditionalisierung und dem Sinnverlust, den unsicheren Berufsperspektiven angesichts steigender Arbeitslosigkeit und der Gefährdung der sozialen

Gerechtigkeit [104-107]. Für eine evidente Zunahme spricht außerdem ein früheres Auftreten der Ersterkrankung sowie ein Anstieg bei Jugendlichen [108] und besonders bei Frauen [109]. In anderen Studien wurde eher eine fragliche Progredienz der Depression diskutiert [110].

1.5.1 Definition einer depressiven Episode bzw. einer rezidivierenden depressiven Störung

Synonyme: Schwermut, Melancholie, (von lat. deprimere, depressus, dt. „niederdrücken“, herabziehen [111]).

Die depressiven Erkrankungen werden den affektiven Störungen zugeordnet, welche in dem von der WHO herausgegebenen (kategorialen) Klassifikationssystem für Krankheiten ICD-10 mit dem Code F30-F39 verschlüsselt werden [112] und über genau formulierte Kriterien diagnostiziert werden. Alternativ oder ergänzend zum ICD-10-System kann das nationale Klassifikationssystem der USA DSM-IV verwendet werden [113].

In dem von der WHO herausgegebenem Klassifikationssystem für Krankheiten ICD-10 [112] wird die „Depressive Episode“ (syn.: Major Depression) folgendermaßen definiert: Der Patient leidet unter einer gedrückten Stimmung, Verminderung von Antrieb und Aktivität. Die Fähigkeit zu Freude, das Interesse und die Konzentration sind vermindert. Ausgeprägte Müdigkeit kann nach jeder kleinsten Anstrengung auftreten. Der Schlaf ist meist durch eine Dysfunktion im 24-Stunden-Rhythmus gestört. Der Appetit ist vermindert, wodurch meist auch die Gewichtsabnahme zusammenhängt. Außerdem sind Selbstwertgefühl und Selbstvertrauen fast immer beeinträchtigt. Auch bei der leichten Form können Schuldgefühle und Gedanken über eigene Wertlosigkeit vorkommen. Die gedrückte Stimmung ändert sich (von Tag zu Tag) wenig. Eine Reaktion auf Lebensumstände geschieht nicht und die Episode kann von sog. somatischen Symptomen begleitet werden, z.B. Interessenverlust, Verlust von Freude, Früherwachen oder Morgentief, psychomotorische Hemmung, Agitiertheit, Appetitverlust, Gewichtsverlust und Libidoverlust [114-116]. Die depressive Episode wird abhängig von der Schwere der Symptome als leicht, mittelgradig

oder schwer eingestuft. Bei der leichten depressiven Episode sind mindestens zwei oder drei der o.g. Symptome vorhanden. Bei der mittelgradigen Ausprägung sind vier oder mehr der o.g. Symptome vorhanden und bei der schweren depressiven Episode (mit oder ohne psychotische Symptome) treten mehrere, quälende Symptome auf [112]. Bei der rezidivierenden depressiven Episode können kurze Episoden von leicht gehobener Stimmung und Überaktivität unmittelbar nach einer depressiven Episode, z.T. durch antidepressive Behandlung mitbedingt, auftreten.

Die schwereren Formen haben mehr mit den früheren Konzepten der manisch-depressiven Krankheit, der Melancholie, der vitalen Depression und der endogenen Depression gemeinsam. Der Beginn kann schleichend oder akut sein, in jedem Alter auftreten und wenige Wochen bis zu vielen Monaten andauern. Bei den meisten psychischen Störungen besteht ein kontinuierlicher Übergang zwischen gesund und krank, welcher anhand der dimensional Klassifikationssysteme (Depressivitätsscores BDI, HAMD [117]) berücksichtigt werden soll.

1.5.2 Gewichtsveränderungen in der Depression

Viele Patienten mit einer Depression sind übergewichtig. Die Patienten verlieren während einer Episode durch Appetitverlust, Bewegungsmangel und Antriebslosigkeit an Körpergewicht, was als körperliches Symptom zuerst im Vordergrund stehen kann. In der weiteren Therapie wird durch die medikamentöse Therapie der Gewichtsverlust kompensiert, häufig hervorgerufen durch die stimmungsaufhellende (syn.: thymoleptische) Wirkung und durch die Nebenwirkungen der Medikamente. Die Patienten werden dann oft übergewichtig oder fettleibig, was ein häufiger Grund, neben Sedierung und sexuellen Funktionsstörungen, für Non-Compliance bei Erhaltungstherapie und Rezidivprophylaxe ist. Der eigentliche Wirkmechanismus der Antidepressiva ist weitgehend unbekannt. Die meisten beeinflussen pharmakologisch eines oder mehrere sog. Neurotransmittersysteme. Neue pharmakologische Ansätze wie z.B. CRH-Rezeptor-1-Antagonisten oder Kortisolsynthesehemmer werden untersucht. [118,119] Bei Antidepressiva, die 5-HT₂- und Histamin-1-(H₁)-

Rezeptoren antagonisieren, tritt eine Gewichtszunahme häufiger auf. Dazu zählen z.B. die trizyklischen Antidepressiva, wie beispielsweise Amitriptylin, Doxepin, Trimipramin, bei den tetrazyklischen Antidepressiva z.B. Maprotilin, Mianserin und bei den atypischen Antidepressiva z.B. Mirtazepin. Das geringste Potential bezüglich der Gewichtszunahme liegt bei den SSRI [120,121] und MAO-Hemmern, da sie keine nennenswerte Rezeptorwirkung haben.

1.5.3 Bestimmung von Körperfettgehalt und -verteilung bei Depressiven mittels Schnittbildverfahren und relevante Vorarbeiten

In einer Studie, die mittels CT den Körperfettgehalt erfasste, wurden höhere intraabdominelle Fettmengen bei (hyperkortisolämischen) depressiven Frauen im Vergleich zu gesunden Frauen gefunden [122]. In Studien aus den Jahren 1996 und 1997 beschrieb Bjorntorp [123-126] Zusammenhänge von erhöhten Kortisol-, Wachstumshormon- und Androgenspiegeln bei Frauen sowie einer erhöhten Testosteronsekretion bei Männern mit erhöhten viszeralen Fettmengen. Außerdem scheint die Fettansammlung in diesem Zusammenhang am stärksten retroperitoneal und viszeral betont zu sein. Weniger betroffen von diesen Effekten ist das subkutane Fett, wobei Bjorntorp et al. den Grund hierfür in der höheren Zellzahl und der besseren Durchblutung im viszeralen Fettgewebe als im subkutanen Fettgewebe sehen.

Verantwortlich für diese Effekte scheint die bekannte Überfunktionalität des Hypothalamus-Hypophysen (-Nebennierenrinden) –Systems zu sein. Die Zusammenhänge zwischen Hormonkonzentrationen und Metabolischem Syndrom, damit verbunden das Risiko für kardiovaskuläre Erkrankungen, Diabetes mellitus sowie Schlaganfälle und nicht zuletzt der Zusammenhang mit Stressfaktoren [127] und psychischen Veränderungen bis zu psychiatrischen Erkrankungen ist entsprechend seiner Komplexität sehr unübersichtlich. Die Problematik an sich hat jedoch in der heutigen Zeit weitreichende Bedeutung aus medizinischer aber auch aus wirtschaftlicher Sicht [128].

In vorangegangenen Untersuchungen einer Arbeitsgruppe aus Tübingen (Ludescher et al.), konnte der Unterschied der Körperfettverteilung zwischen

Frauen und Männern, abhängig vom Nebennierenvolumen, aufgezeigt werden [129]. Eine Korrelation zwischen VAT und dem NNV wurde hier nur bei den Frauen beobachtet. Möglicherweise wird dieser Effekt durch den bei Männern allgemein höheren Testosteronspiegel aufgehoben, da Testosteron durch die Downregulation der katecholaminergen Lipolyse in Adipozyten ein höheres VAT verursacht [130].

Außerdem wurden die Auswirkungen der Fettverteilung bei depressiven [131] und bulimischen [132] Patienten dargestellt. Die depressiven Frauen wiesen einen größeren abdominellen Fettanteil im Oberbauch auf als die gesunden Kontrollpersonen. Es zeigte sich hier eine signifikante Korrelation des Alters und des BMIs mit dem Viszeralfettanteil und des NNV und unterstützte die Hypothese der Langzeitproduktion von Stresshormonen in der Depression [131]. In einer weiteren Studie konnte durch Ludescher et al. bei an Bulimie erkrankten Patientinnen ein signifikant höheres VAT und ein erhöhtes relatives NNV nachgewiesen werden. Hier ließ sich ebenfalls im Oberbauch ein erhöhtes VAT nachweisen [132].

Desweiteren ergab eine Ganzkörper-MRT-Studie von Machann et al. 2005 [52], dass nicht nur die Menge des Körperfetts, sondern die Verteilung, eine wichtige Rolle in der Pathogenese des Metabolischen Syndroms spielt. Möglicherweise lassen sich dadurch in standardisierten Profilen Patienten mit Metabolischem Syndrom frühzeitig identifizieren.

1.6 Ziele der Studie

1. Vergleich der Fettverteilung zwischen gesunden Frauen und Männern mittels einfacher anthropometrischer Datenerfassung, Bioimpedanz (Körperanalysewaagen) und mittels MRT bestimmter Körperfettverteilung.
2. Vergleich der Fettverteilung zwischen depressiven Patientinnen und gesunden Frauen anhand anthropometrischer Datenerfassung, Bioimpedanz (Körperanalysewaagen) und mittels MRT bestimmter Fettverteilung.
3. Korrelation von Daten handelsüblicher Messgeräte (Körperanalysewaagen) und anthropometrischer Datenerfassung mit den Daten, die anhand der MRT-Untersuchung ermittelt wurden. Ziel: Evaluation einfacher Methoden zur möglichst genauen Voraussage bestimmter Körperfettvolumina und Voraussage des Körperfettvolumens bzw. -Anteils.
4. Prüfung, ob hohe Cortisolspiegel mit einem erhöhten Nebennierenvolumen und relativ höheren Viszeralfettmengen bzw. einer größeren Nackendicke und dem Grad der Depression (Stichworte „Stiernacken“, Stammfettsucht bei Hyperkortisolismus) einhergehen.

2 Material und Methoden

2.1 Patienten und Probanden

Es wurden 17 depressive Patienten und 27 gesunde Kontrollpersonen mit unterschiedlichen Methoden zur Körperfettanalyse untersucht. Elf depressive Frauen im Alter zwischen 32 und 69 Jahren (Mittelwert (MW) 50,9) und sechs depressive Männer im Alter zwischen 49 und 63 Jahren (57,2 MW) wurden mit gesunden Kontrollpersonen, 13 Frauen im Alter zwischen 47 und 61 Jahren (46,8 MW) und 14 Männern im Alter zwischen 40 und 67 Jahren (52,3 MW), verglichen. Die Patientinnen und Patienten wurden an der Universitätsklinik für Psychiatrie und Psychotherapie (UKPP) zu Tübingen rekrutiert und die Kontrollpersonen wurden z.B. unter den Angestellten der Klinik bzw. durch Aushänge oder über Presseanzeigen geworben.

Da die Anzahl der untersuchten depressiven Männer zu gering war, wurden in der Studie die gesunden Frauen und Männer verglichen, sowie nur die erkrankten und gesunden Frauen.

2.1.1 Einschlusskriterien

Einschlusskriterien für die Kontrollgruppe waren das Alter der untersuchten Personen, im Mittel ca. 60 Jahre (parallelisiert zur Patientinnengruppe) und die Geschlechtsverteilung (parallelisiert zur Patientengruppe). Die Gruppe bestand aus gesunden Kontrollpersonen ohne schwerwiegende Erkrankungen.

Als Einschlusskriterien in die Patientengruppe waren die Diagnose eines depressiven Syndroms nach ICD-10 bzw. DSM-IV und eine in der Befindlichkeitstestung festgestellte Punktzahl von mindestens 10 in der Hamilton Rating Scale (HAMD) bzw. in der Selbstbeurteilung im Beck'schen Depressionsinventar (BDI).

2.1.2 Ausschlusskriterien

Personen mit Kontraindikationen für die Untersuchung im MRT (z.B. Metallimplantaten, -splitter oder Träger von Herzschrittmachern), Personen nach

neurochirurgischen oder abdominalchirurgischen Eingriffen unter drei Monaten vor der Untersuchung. Schwangere wurden von der Untersuchung ausgeschlossen.

Alle Teilnehmer gaben schriftlich ihre Einwilligung. Die Untersuchungen wurden im Rahmen des Fortüne-Programms (Projekt-Nr. 1124-0-0) „Krankheits- und therapieabhängige Veränderungen der Fettverteilung und des Nebennierenvolumens bei depressiven Patienten als potentielle prognostische Faktoren“ durchgeführt. Das Studiendesign wurde durch die (lokale) Ethikkommission genehmigt.

2.2. Psychiatrische Untersuchung/Testung

2.2.1 Beck'sches Depressions Inventar (BDI) und Hamilton rating scale for depression (HAMD)

Das BDI lässt sich als Screening-Methode im klinischen Alltag anwenden und ist eine Selbstbeurteilungsskala. Die Depressionsstärke kann so bestimmt werden, es eignet sich für die Evaluation der Behandlung [133].

Die Hamilton rating scale for depression (HAMD) [117,134] ist hingegen eine Fremdbeurteilungsskala zur Beurteilung der Schwere und des Verlaufs der Symptome eines depressiven Syndroms. Es werden dabei verschiedene Symptome wie z.B. Appetenz, Angst, somatische Symptome und auch Lebensüberdruß und Tagesschwankungen der Symptome sowie die Stimmung in ihrer Schwere abgefragt und erfasst. Diese Werkzeuge sind in der psychiatrisch/psychologischen Testung allgemein anerkannt und in Gebrauch. Ein BDI-Fragebogen wurde von jeder untersuchten Person am Tag der Untersuchung ausgefüllt. Bei den Patienten, die schon länger in der psychiatrischen Klinik in Behandlung sind, wurde ein Hamilton-Fragebogen vom Pflegepersonal oder dem Arzt ausgefüllt, der den Patienten vorwiegend betreute.

2.3 Körperfettbestimmung

2.3.1 Anthropometrische Daten

Anthropometrie ist die Lehre der Ermittlung und Anwendung der Maße und der Maßverhältnisse des menschlichen Körpers. Sie liefert Messwerte für die Bestimmung der Fettmasse und der Muskelmasse [135].

Es wurden die Körpergröße, das Körpergewicht, der Taillenumfang, der Hüftumfang, die WHR, Hautfaltendicken an definierten Stellen bestimmt und der BMI ermittelt.

2.3.1.1 Waist-Hip-Ratio

Die Waist-Hip-Ratio (WHR) bzw. das Taillen-Hüft-Verhältnis (THV) beschreibt den Umfang der Taille in Zentimeter dividiert durch den Umfang der Hüfte in Zentimeter (cm). Die WHR wird im Stehen mit leicht abgespreizten Armen ermittelt, wobei der Taillenumfang in der Mitte zwischen Unterrand der untersten Rippe und dem Beckenkamm ermittelt wird, der Hüftumfang lässt sich auf Höhe der Trochanter majores erfassen [136,137].

Berechnung: $\text{Taillenumfang [cm]} / \text{Hüftumfang [cm]}$

2.3.1.2 Body-Mass-Index

Der Body-Mass-Index (BMI) ist der Quotient aus dem Körpergewicht einer Person in Kilogramm dividiert durch die Körpergröße in Meter zum Quadrat [61]:

$\text{BMI} = \text{Körpergewicht} : (\text{Körpergröße in m})^2$. Die Einheit des BMI ist kg/m^2 , wird aber häufig dimensionslos angegeben.

Der BMI wurde manuell ermittelt.

2.3.1.3 Kalipermetrie bzw. Messung der Hautfaltendicke

Die Hautfaltendicke [137] wurde anhand des Hautfaltenkalipers „Accu-Measure® skin fold caliper“ (Accu Measure, LCC Greenwood Village, USA) ermittelt. (Abb. 1)



Abb. 1 Hautfaltenkaliper Accu-Measure®

Das Kaliper wurde laut Herstellerhandbuch verwendet, suprailiakkal (ca. 2,5 cm) oberhalb des rechten Hüftknochens und ca. 2,5 cm rechts lateral des Nabels. Die Daten in Millimeter werden mit einer Tabelle des Herstellers verglichen, aus denen der Körperfettgehalt ermittelt werden kann. Die Daten aus der Tabelle sind nach Männern und Frauen getrennt und unterteilt in unterschiedliche Altersgruppen.

Die Hautfaltendicke wurde an sieben Körperstellen auf 5 mm genau bestimmt. Die zu vermessenden Falten verteilten sich auf verschiedene Körperregionen mit der zu messenden Körperstelle bzw. Hautfalten. Dies erfolgte am M. triceps brachii, subskapulär, an der Brust, am Bauch, in der mittleren Axillarlinie (MAL) auf Höhe des Processus styloideus und suprailiakkal sowie am Oberschenkel.

In die Auswertung wurden die Hautfalte am Bauch (Regio umbilicalis) und die suprailiakale Falte (Übergang Regio abdominalis lateralis und Regio lumbalis) berücksichtigt. Bei der Analyse des zweiten Messpunkts lateral des Bauchnabels musste die grobe Dicke gemessen werden, da andere Messpunkte, mit Ausnahme des Beckenkamms, nicht in der Umrechnungstabelle des Herstellers zur Verfügung gestellt wurden.

Nach größerer körperlicher Anstrengung sollte vor der Untersuchung kurz geruht werden.

Die Messung wurde immer auf der rechten Körperseite durchgeführt und in der Maßeinheit Millimeter notiert. Die Untersucherin nahm mit einer Hand eine Hautfalte auf und setzte das Messinstrument in 1 cm Abstand zu Daumen und Zeigefinger in der Mitte zwischen Basis und Spitze der Falte an. Dann wurde innerhalb von zwei bis vier Sekunden abgelesen, um das Fett nicht zu komprimieren und die Werte nicht zu verfälschen. Jede Hautfalte wurde mindestens zwei Mal gemessen. Wichtig war hierbei nach einer Messung, die Rotation zu einer weiteren Körperstelle, damit nicht direkt hintereinander die gleiche Falte komprimiert wurde. Bei ermittelten Werten, die über 2 mm voneinander abwichen, wurde eine dritte Messung durchgeführt und der Mittelwert aus den zwei näher beieinander liegenden Messungen gebildet.

Die Messungen wurden immer von derselben Untersucherin durchgeführt, um untersucherabhängige Fehler zu vermeiden

2.3.2 Bioimpedanzanalyse (BIA)

Zur Bestimmung des elektrischen Körperwiderstands wurden zwei handelsübliche Messgeräte verwendet, die einerseits den kapazitiven Widerstand über die Hände (NAiS Body Fat Watcher EW4100, NAiS Wellnesslife GmbH, Düsseldorf), andererseits über eine Art digitaler Personenwaage über die Füße (Tanita BF-662W, Tanita Europe GmbH, Sindelfingen) ableiten und eine Körperfettwaage (InBody 4.0[®], Biospace Europe GmbH, Offenbach, Deutschland), die mittels Kontaktelektroden den Widerstand an Händen und Füßen misst. Der Körperwiderstand erlaubt Aussagen über den Körperfettgehalt.

2.3.2.1 Hautwiderstandsmessung an den Händen



Abb. 2 NAI S BodyFATWatcher EW 4100 (NAi S Wellnesslife GmbH, Düsseldorf, Deutschland)

Das Gerät wurde zwischen Daumen und Zeigefinger jeder Hand gehalten. Vor jeder Messung wurden die Daumen sowie die Elektroden mit alkoholischer Lösung fettfrei gemacht, um eine bestmögliche Leitfähigkeit zu gewährleisten. Nach 30 Sekunden liegt das Ergebnis vor.

Das Gerät entspricht den europäischen Vorschriften zur elektromagnetischen Verträglichkeit (CE-Siegel). Laut Herstellerangaben wurde das Messgerät nach Daten aus der Hydrometrie geeicht.

Der ermittelte Körperfettanteil wird in 0,1%-Schritten angegeben. Die Kosten betragen ca. 78€.

2.3.2.2 Hautwiderstandsmessung an den Füßen



Abb. 3 Körperfettwaage Tanita BF-662W

Die Tanita BF-662W (BF=body fat) Körperfettwaage (Tanita Europe GmbH, Sindelfingen, Deutschland) verwendet vier sog. Druckkontakt-Elektroden an der Standfläche der Waage, so dass jeweils ein Fuß auf zwei Elektroden stand, d.h. der Fußballen und die Ferse berührten jeweils eine Elektrode. Die zu untersuchende Person stand barfuß auf der Waage. Die einzigen direkten Messungen der Tanita BF-662W waren Gewicht und Impedanz; alle anderen Werte wie Körperfettanteil, fettfreie Masse (FFM) und Gesamtanteil an Körperwasser wurden mit Hilfe einer Gleichung berechnet, die auf diesen und weiteren Werten wie Größe, Alter, Geschlecht und Körperbau, basierte [139]. Die Tanita-Waage lieferte zusätzlich zum Körperfettgehalt (%), Werte des Körperwassergehalts (%) (im Vergleich zum Gerät der Firma NAI S). Die Anschaffungskosten betragen ca. 64 €.

2.3.2.3 Hautwiderstandsmessung an Händen und Füßen gleichzeitig



Abb. 4 Körperfettwaage InBody 4.0

Die verwendete Waage (InBody 4.0, Body Composition Analyzer, Biospace Europe GmbH[®]) arbeitete mit einer sog. segmental multi-frequency bioelectrical impedance analysis (SMFBIA), um die Körperzusammensetzung zu messen. Vor der Untersuchung mussten schwere Kleidung und metallische Gegenstände (z.B. Schmuck) abgelegt werden. Die zu untersuchende Person stand mit bloßen Füßen auf der Waage und hielt je eine Elektrode in jeder Hand.

Für die Messung über die Handelektroden sollten die Handflächen nicht zu feucht sein und vorher kurz mit einer alkoholischen Lösung desinfiziert und fettfrei gemacht werden. Das sollte auch mit den Elektroden gemacht werden, um etwaige Reste an den Kontaktstellen zu entfernen und für eine bestmögliche Leitfähigkeit zu sorgen.

In dieser Studie wurden die Variablen Körperfettgehalt und Magermasse ausgewertet und mit den MRT-Daten korreliert.

Untersuchen kann man nahezu alle Personengruppen, auch Schwangere, Patienten mit Herzschrittmachen und Endoprothesen. Ausgenommen sind Patienten mit implantiertem Kardioverter/Defibrillator (ICD) aus Sicherheitsgründen.

Es können vielfältige Parameter, wie z.B. die Mager- und Fettmasse, das Körperwasser, die WHR und den BMI, berechnet werden. Die Anschaffungskosten betragen ca. 4000€. In dieser Studie sollte v.a. der Fettanteil (%) zwischen den drei Körperanalysegeräten verglichen und mit MR-Volumendaten korreliert werden.

2.4 Magnetresonanztomographie und Fettverteilung

Die Magnetresonanztomographie (MRT) bietet die Möglichkeit, Fett direkt darzustellen [58,140].

Man macht sich dabei die Frequenzspektren der in Fettsäuren vorhandenen Protonen (Wasserstoffkerne (in Methylen- $(\text{CH}_2)_n$ und Methyl (CH_3) -gruppen) zunutze.

Es handelt sich bei diesen Methoden um spezielle STEAM (single voxel stimulated echo)-Sequenzen, die Protonen frequenzselektiv anregen.

Diese Methoden bieten gegenüber den Standardmethoden wie den T1- oder T2-gewichteten Verfahren eine größere Fettselektivität. Es konnte ein nahezu linearer Zusammenhang zwischen Signalintensität und Fettkonzentration gezeigt werden [141].

Turbo Spin Echo (TSE)-Sequenzen erlauben eine genauere Bestimmung des subkutanen und viszeralen Fettgewebes als bei Gradientenechosequenzen [142]. Außerdem besteht im Vergleich zur CT keine Belastung durch Röntgenstrahlen [143].

2.4.1 MRT-Ganzkörperuntersuchungen

Die MR-Untersuchungen zur Ganzkörperfettverteilung wurden an einem 1,5 Tesla Ganzkörpermagnetographen (Magnetom Sonata, Siemens Healthcare, Erlangen, Deutschland; s. Abb. 5) durchgeführt unter Anwendung einer axialen

T1-gewichteten Fast-Spin-Echo (FSE)-Sequenz. Diese Methode wurde in der Sektion für Experimentelle Radiologie entwickelt und wurde bereits veröffentlicht [52]. Sie soll in verkürzter Form erläutert werden:

Die Probanden wurden in Bauchlage mit nach vorn ausgestreckten Armen von den Finger- bis zu den Zehenspitzen untersucht.

Zuerst wurde der/die Proband/in von den Fingerspitzen bis zum Bauchnabel gescannt und dann gedreht, da der Tisch sich nicht über die gesamte Körperlänge verschieben lässt. Im nächsten Schritt wurde dann die zu untersuchende Person mit den Füßen voran in den MR-Tomographen gefahren, um den unteren Teil des Körpers von den Zehenspitzen bis proximal zum Bauchnabel zu erfassen.

Abhängig von der Körpergröße wurden 24-26 Schichtpakete mit jeweils 5 Einzentimeter-Schichten und einem Schichtabstand von 1 cm gescannt. Zwischen den Einzelmessungen wurde der Patiententisch entsprechend verschoben.



Abb. 5 MRT MAGNETOM Sonata

2.4.1.1 Zusammenfassung der verwendeten Messparameter

Echozeit (TE) /Repetitionszeit (TR) 12ms/ 490ms, Schichtdicke 10 mm, fünf Schichten pro Sequenz, 10 mm-Gap zwischen den Schichten, Field of View (FOV) 400 mm bis 530 mm (abhängig von der Körpergröße der untersuchten Person).

Bei einer Messzeit von 12 Sekunden unter Atemstopp bei den Scans im Abdominalbereich wurde eine Matrix von 256x178 gespeichert. Table shift 10 cm. Die Bodyspule wurde als kombinierte Sende-/Empfangsspule benutzt. Reproduzierbare Messungen wurden an drei Freiwilligen durchgeführt und zeigen Variationsbreiten des Ganzkörpervolumens von 1,2 – 1,8%, des Ganzkörperfetts von 2,0 – 2,7% und des Viszeralfetts von 3,1 – 3,9% [52].

Die Nachverarbeitung der Scans wurde unter Anwendung eines Segmentierungsprogramms, basierend auf MATLAB® (MathWorks Inc.), auf einem PC ausgeführt. Die Gewebevolumina (Gesamtvolumen ‚vol‘, Fettvolumen ‚fat‘, Viszeralfett ‚visc‘, Subkutanfett ‚scut‘) wurden durch Multiplikation der korrespondierenden Anzahl der segmentierten Pixel („In-plane-dimensions“) und der Schichtdicke berechnet.

Die folgenden Volumina wurden bestimmt: Gesamtvolumen (TT=total tissue), Gesamtkörperfettvolumen (TAT=total adipose tissue), intraabdominelles Fettgewebvolumen (VAT=visceral adipose tissue) einschließlich des Mediastinums und des intrathorakalen Fetts sowie zwischen Nacken und Becken und des Subkutanfetts (SCAT=subcutaneous adipose tissue) zwischen Nacken und Becken. Um die unterschiedlichen Körpergewichte der untersuchten Personen zu normieren, wurde das TAT, VAT und SCAT durch das Gesamtkörpervolumen dividiert.

Um die Profile der untersuchten Personen mit unterschiedlichen Körpergrößen, Proportionen der Extremitäten und des Körperstammes zu standardisieren und sie dann zu vergleichen, wurde jedes einzelne Datenpaket in drei Teile geteilt und auf eine definierte Anzahl von sog. Stützstellen interpoliert.

Kopf und obere Extremitäten wurden vom Handgelenk bis zum Humeruskopf auf 40 Stützstellen interpoliert. Der Körperstamm, Humeruskopf bis Femurkopf wurden auf 50 Stützstellen interpoliert.

Die untere Extremität, von der Ferse bis zum Femurkopf wurde auf 70 Stützstellen interpoliert.

Der durch den Interpolationsalgorithmus sich ergebende Fehler des Körpervolumens (TT) und des Fettgewebes (TAT) des gesamten Körpers lag bei unter 0,5% [52].

Diese Einzelpunktangaben wurden ebenfalls durch Division der Summe jedes Körperabschnitts normiert. Bspw. wurden die Volumendaten durch die Summe aller Volumenpunkte dividiert, das TAT durch die Summe aller TAT-Punktwerte, das VAT und SCAT durch die Summe der VAT- bzw. SCAT-Punktwerte. Diese Relativwerte wurden analysiert, um die Verteilung der unterschiedlichen Volumina entlang der Körperachse zu berechnen.

Die normierten Werte wurden dann durch die Gesamtsumme dividiert, um die Körperfettverteilung entlang der Körperachse herauszuarbeiten.

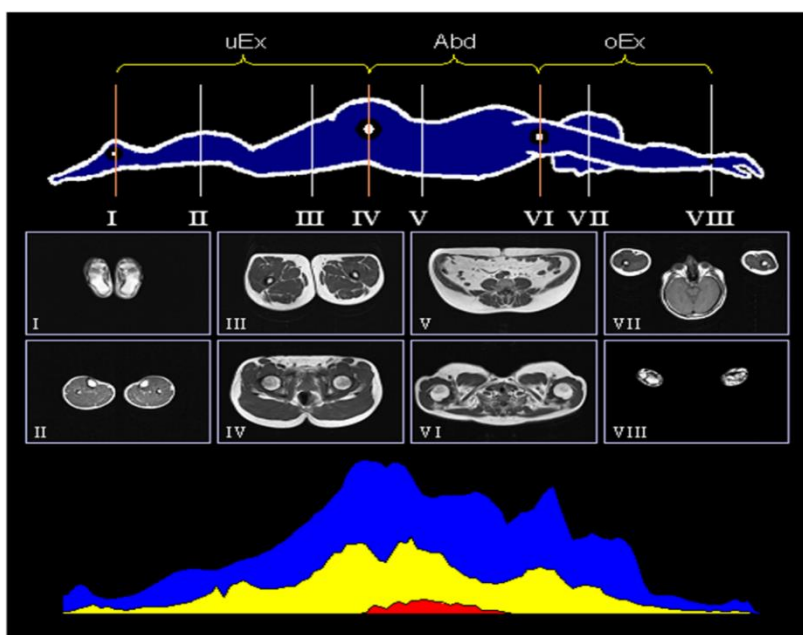


Abb. 6 Körperschema mit Darstellung der fettselektiven MR-Bilder (I-VIII) in verschiedenen Körperregionen. Berechnung und Darstellung des Gesamtvolumens (blau), des Fettvolumens (gelb) und des viszeralen Fetts (rot)

Quelle: J. Machann, Sektion für Experimentelle Radiologie [52]

Die Positionen I bis IV entsprechen der unteren Extremität (uEx). Die Positionen IV-VI entsprechen dem Abdomen (Abd), wobei hier zusätzlich zum Gesamtvolumen und dem Fettvolumen zwischen Subkutan- und Viszeraalfett differenziert wurde. Und die Positionen VI-VIII entsprechen der oberen Extremität (oEx). Aus den Einzelschichten wurde eine Gesamtverteilung berechnet.

Einteilung I bis VIII: MR-Bilder aus den gekennzeichneten Regionen. Aus diesen Bildern wurden durch „MATLAB®“ die Fettverteilungen manuell markiert und berechnet. In IV, V, VI konnten die Regionen gut umfahren werden. Die restlichen Segmente wurden vom Programm eigenständig ausgewertet.

Die Patient/innen und Proband/innen wurden am selben Tag wie die Vergleichsmessungen auf den drei verschiedenen Körperfettwaagen, im Ganzkörpertomographen vermessen. Außerdem erfolgten die Speichelkortisolabgabe und die anthropometrische Datenerhebung.

2.4.2 Bestimmung der Subkutanfettdicke, des Bauchumfangs und der Nackendicke mittels MRT

Für die Bestimmung der Subkutanfettdicke und des Bauchumfangs wurde jeweils aus den Ganzkörperschichten eine axiale Einzelschicht auf Höhe des Nabels ausgewählt (s. Abb. 6, Bild V) und manuell segmentiert. Bei der Bestimmung der Nackendicke wurde die Einzelschicht auf Höhe des 7. Halswirbelkörpers verwendet und manuell an der Workstation (Processus spinosus des 7. Halswirbelkörpers bis zur Hautoberfläche) ausgemessen. Die Untersuchung wurde in Bauchlage mit nach vorn ausgestreckten Armen durchgeführt, wodurch zu berücksichtigen ist, dass sich die Hautfaltendicke im Nackenbereich je nach Lagerungsposition der untersuchten Person ändern kann.

2.4.3 Nebennierenvolumen (NNV): Bestimmung mittels MRT und Auswertung

Die Volumina der Nebennieren wurden mittels MRT untersucht (1,5 Tesla MAGNETOM Sonata, Siemens). Hier kam eine FLASH-3D-VIBE-Sequenz mit einer isotropen Auflösung von 1,2 mm und primär koronarer Schichtführung zur Anwendung.

Sequenzparameter: TE/TR 3,2 ms/9,1ms, Schichtdicke 1,2 mm, 20 Schichten pro Sequenz, FOV 300 x 300 mm mit 256 x 178 Matrix und Messzeit 18,25 Sekunden. Drei bis vier 3D-Blöcke wurden benötigt, um beide Nebennieren zur erfassen. Die Auswertung erfolgte an einer Workstation „Leonardo“ (Fa. Siemens).

Die Nebennieren wurden in jedem Bild manuell segmentiert. Die so segmentierten Areale wurden mit der Schichtdicke multipliziert und anschließend summiert und somit das NNV berechnet.

2.5 Speichelkortisolmessung

Bei allen Probanden und Patienten wurde am Tag oder am Tag nach der Fettbestimmung der Speichelkortisolspiegel jeweils um 9 Uhr und 16 Uhr mittels sog. „Salivetten[®]“ (Fa. Sarstedt, Deutschland) bestimmt.

Es handelte sich hierbei um ein Zentrifugen-Gefäß mit einem Einhänge-Gefäß und einem darin enthaltenen nicht-imprägnierten Watteröllchen.

Zu diesem Zweck wurde ein Kunststoffschwämmchen ca. 30–45 Sekunden lang im Mund gekaut und wieder in das Einhängegefäß zurückgesteckt, verschlossen und asserviert. Die Schwämmchen ließen sich im Gefrierschrank (bei ca. 4–8 °C) mehrere Wochen aufbewahren, bis sie gesammelt untersucht und der Kortisolgehalt im Speichel bestimmt werden konnte. In der weiteren Verarbeitung wurde das Gefäß zentrifugiert und der nun wasserklare Speichel konnte dann analysiert werden.

Die Messung des Kortisolspiegels wurde im psychopharmakologischen Labor (Leitung: Prof. Dr. S. Klingberg) durchgeführt.

2.6 Auswertung (Software)

Die Auswertung der Daten wurde teilweise mittels des Tabellenkalkulationsprogramms ‚Microsoft Excel 2013‘ durchgeführt (Mittelwerte, Standardabweichungen, T-Test-Berechnung).

Weitere statistische Werte wie die Berechnung der Korrelationskoeffizienten und Signifikanzniveaus wurden mit der Statistiksoftware ‚SPSS‘ (IBM SPSS Statistics) ermittelt.

3 Ergebnisse

3.1. Vergleich der Fettverteilung

3.1.1 Überblick über die Stammdaten (Explorative Datenanalyse)

Tabelle 1 Stammdaten der untersuchten Personen

Explorative Datenanalyse – Gruppenvergleiche; Mittelwerte (MW), Standardabweichungen (SD); Mittelwertvergleich zwischen den Gruppen; p=Wert Signifikanzniveau des Tests

	Gesunde Männer MW (SD) n=14	p-Wert	Gesunde Frauen MW (SD) n=13	p-Wert	Depressive Frauen MW (SD) n=11
Alter (Jahre)	52,29 (8,1)	0,660	51,15 (4,45)	0,933	50,82 (13,44)
Gewicht (kg)	82,56 (11,6)	≤ 0,001	63,02 (10,42)	0,042	75,54 (17,66)
WHR	0,97 (0,05)	≤ 0,001	0,82 (0,04)	0,091	0,87 (0,095)
BMI (kg/m ²)	25,83 (3,34)	0,033	22,94 (3,28)	0,039	27,78 (7,10)
Größe (cm)	178,71 (5,74)	≤ 0,001	165,54 (3,23)	0,925	165,4 (5,6)

Signifikante Unterschiede ergaben sich bei den gesunden Männern und den gesunden Frauen bei der WHR ($p \leq 0,001$), beim BMI ($p=0,033$), bei Größe und

Gewicht ($p \leq 0,001$). Beim Alter fanden sich keine signifikanten Unterschiede. Bei den gesunden und depressiven Frauen ergaben sich signifikante Unterschiede beim Gewicht ($p=0,042$) und dem BMI ($p=0,039$). Bei Alter, Größe und WHR waren die Gruppen nahezu gleich verteilt.

Bei der Ermittlung der WHR fanden sich signifikante Unterschiede zwischen gesunden Männern (0,97 (MW)) und Frauen (0,82 (MW), $p \leq 0,001$). Beide Gruppen überschreiten den empfohlenen Grenzwert der WHR (Männer: <1 , Frauen: $<0,85$) nicht. Ein erhöhtes Risiko, an kardiovaskulären Erkrankungen zu leiden, besteht somit nicht.

Im Vergleich der WHR zwischen gesunden (0,82 (MW)) und depressiven Frauen (0,87 (MW), $p=0,091$) ergaben sich keine signifikanten Unterschiede. Die depressiven Frauen wiesen aber ein erhöhtes Risiko auf, an kardiovaskulären Erkrankungen zu leiden (Grenzwert 0,85; s. Kapitel 1.3.1.1.2).

Der ermittelte BMI zeigte signifikante Unterschiede zwischen Männern (25,83 kg/m^2 (MW)) und Frauen (22,94 kg/m^2 (MW), $p=0,033$), wobei die Frauen somit als normalgewichtig gelten und die Männer als übergewichtig (Präadipositas: BMI 25-29,9 kg/m^2) eingestuft werden.

Der ermittelte BMI wies im Vergleich der gesunden Frauen (22,94 kg/m^2 (MW)) mit den depressiven Frauen (27,78 kg/m^2 (MW), $p=0,039$) signifikante Unterschiede auf. Die depressiven Frauen werden somit als übergewichtig eingestuft (Präadipositas).

Zusammenfassend werden die Männer (BMI 28,83 kg/m^2 (MW)) und depressiven Frauen (BMI 27,78 kg/m^2 (MW)) als übergewichtig kategorisiert und die gesunden Frauen als normalgewichtig (BMI 22,94 kg/m^2 (MW)) eingestuft.

Die depressiven Frauen weisen mit einer WHR von 0,87 ein erhöhtes Risiko auf, an kardiovaskulären Erkrankungen zu leiden.

3.1.2 Anthropometrische Daten

Tabelle 2 Überblick über die erhobenen anthropometrischen Daten

Mittelwerte (MW), Standardabweichungen (SD); Mittelwertvergleich zwischen den Gruppen; p=Wert Signifikanzniveau des Tests

	Gesunde Männer MW (SD) n=14	p-Wert	Gesunde Frauen MW (SD) n =13	p-Wert	Depressive Frauen MW (SD) n=11
Taillenumfang (cm)	95,29 (10,52)	≤ 0,001	76,85 (9,20)	0,022	92,23 (20,3)
Hüftumfang (cm)	97,82 (8,66)	0,251	93,77 (9,27)	0,029	105,23 (14,54)
WHR (gemessen)	0,97 (0,05)	≤ 0,001	0,82 (0,04)	0,091	0,87 (0,1)
BMI (kg/m ²)	25,83 (3,34)	0,033	22,94 (3,28)	0,039	27,78 (7,10)
Hautfalten (Körperfettgehalt)					
abdominell (%)	32,04 (9,76)	0,44	29,0 (10,13)	0,42	32,33 (7,98)
suprailiakkal (%)	22,71 (6,56)	0,63	24,08 (7,74)	0,98	24,00 (6,13)

3.1.2.1 Unterschiede zwischen gesunden Männern und Frauen

Beim Taillenumfang zeigten sich signifikante Unterschiede zwischen Männern (95,29 cm MW) und Frauen (76,85 cm (MW), $p \leq 0,001$). Wie aus den Stammdaten (s. Tabelle 1) bekannt, zeigten sich signifikante Unterschiede der WHR zwischen Männern (0,97 (MW)) und Frauen (0,82 (MW), $p = p \leq 0,001$) sowie des BMI (Männer: 25,83 kg/m² (MW); Frauen: 22,94 kg/m² (MW), $p = 0,033$). Der Hüftumfang ergab keine signifikanten Unterschiede zwischen Männern und Frauen (Männer: 97,82 cm (MW), Frauen: 93,77 cm (MW), $p = 0,251$).

Die Männer wurden mit einem BMI über 25 kg/m² als übergewichtig kategorisiert, wobei die Frauen als normalgewichtig gelten. Ein erhöhtes Risiko, an kardiovaskulären Erkrankungen zu leiden, besteht nicht.

Es fanden sich keine signifikanten Unterschiede zwischen Männern und Frauen bei der Erfassung der Hautfalten an zwei Körperstellen (abdominell, suprailiakkal) als Hinweis auf den subkutanen Körperfettgehalt.

3.1.2.2 Unterschiede zwischen gesunden und depressiven Frauen

Beim ermittelten Taillenumfang zeigten sich signifikante Unterschiede zwischen gesunden Frauen (76,85 cm (MW)) und depressiven Frauen (92,23 cm (MW), $p = 0,022$). Die depressiven Frauen wiesen auch beim Hüftumfang signifikant größere Werte (105,23 cm (MW)) als die gesunden Frauen (93,77 cm (MW), $p = 0,029$) auf.

Beim Vergleich der WHR zwischen gesunden (0,82 (MW)) und depressiven Frauen (0,87 (MW), $p = 0,091$) ergaben sich keine signifikanten Unterschiede (s. Tabelle 1). Die depressiven Frauen überschritten jedoch den Grenzwert der WHR von 0,85 als Hinweis auf ein erhöhtes kardiovaskuläres Risiko. Die depressiven Frauen werden mit einem signifikant höheren BMI-Wert von 27,78 kg/m² (MW) als übergewichtig eingestuft (Präadipositas), wobei die gesunden Frauen als normgewichtig gelten (22,94 kg/m² (MW), $p = 0,039$).

Bei den erfassten Hautfalten an zwei Körperstellen (abdominell, suprailiakkal) als Hinweis auf den subkutanen Fettanteil ergaben sich keine signifikanten Unterschiede zwischen gesunden und depressiven Frauen.

3.1.3 Unterschiede in der Bestimmung des Körperfettanteils mittels der Körperanalysewaagen

Tabelle 3 Überblick über die verwendeten Körperfettanalysewaagen (BIA) in den unterschiedlichen Gruppen

Mittelwerte (MW), Standardabweichungen (SD); Mittelwertvergleich zwischen den Gruppen; p=Wert Signifikanzniveau des Tests

		Gesunde Männer MW (SD) n=14	p- Wert	Gesunde Frauen MW (SD) n =13	p- Wert	Depressive Frauen MW (SD) n= 11
Fettanteil (%)	Handgerät (NAiS)	23,66 (5,71)	0,001	30,72 (4,29)	0,026	37,35 (8,77)
	Tanita-Waage	21,13 (5,76)	0,001	29,75 (6,47)	0,022	37,57 (8,76)
	InBody-Waage	18,78 (5,77)	0,033	24,11 (6,48)	0,006	34,29 (8,68)

3.1.3.1 Unterschiede zwischen gesunden Männern und Frauen

Beim Handgerät NAiS zeigten sich signifikante Unterschiede des Fettanteils (%) zwischen Männern und Frauen, wobei die Männer einen kleineren Anteil (23,66% (MW)) im Vergleich zu den Frauen (30,72% (MW); p=0,001) aufwiesen. Die Tanita-Waage ermittelte bei den Männern einen Fettanteil von 21,13% (MW) und bei den Frauen von 29,75% (p=0,001). Bei der InBody-Waage zeigten sich ebenfalls signifikant kleinere Fettanteile bei den Männern (18,78% (MW)) im Vergleich zu den Frauen (24,11% (MW), p=0,006).

Es ergaben sich signifikante Unterschiede des Fettanteils zwischen Männern und Frauen mit insgesamt signifikant höheren Fettanteilen der Frauen bei der Verwendung der drei Bioimpedanzgeräte.

Insgesamt errechnete das Handgerät durchschnittlich größere Fettanteile als die beiden anderen Fettwaagen und die Tanita-Fettwaage errechnete höhere Fettanteile als die InBody-Waage.

3.1.3.2 Unterschiede zwischen gesunden und depressiven Frauen

Bei der Ermittlung des Fettanteils durch das Handgerät NAI_S wurden im Vergleich der gesunden Frauen (30,72% (MW)) mit den depressiven Frauen (37,35% (MW), $p=0,026$) signifikant höhere Anteile bei den depressiven Frauen gefunden. Signifikante Unterschiede des Fettanteils zeigten sich auch bei der verwendeten Tanita-Waage mit deutlich höheren Werten bei den depressiven Frauen (37,57% (MW)) im Vergleich zu den gesunden Frauen (29,75% (MW), $p=0,022$). Auch die InBody-Waage wies signifikant höhere Fettanteile bei den depressiven Frauen (34,29% (MW)) im Vergleich zu den gesunden Frauen auf (24,11% (MW), $p=0,006$).

Zusammenfassend wiesen die depressiven Patientinnen bei der Bestimmung des Fettanteils mittels BIA signifikant höhere Fettanteile als die gesunden Frauen auf. Die InBody-Waage errechnete insgesamt kleinere Fettanteile als die beiden anderen Waagen.

3.1.4 MR-Volumenwerte

Tabelle 4 Überblick über die im MRT ermittelten Volumendaten

TT (=total tissue), TAT (=total adipose tissue), VAT (=visceral adipose tissue), SCAT (=subcutaneous adipose tissue), l = Liter; Mittelwerte (MW), Standardabweichungen (SD); Mittelwertvergleich zwischen den Gruppen; p=Wert Signifikanzniveau des Tests

	Gesunde Männer MW (SD) n=14	p-Wert	Gesunde Frauen MW (SD) n = 13	p-Wert	Depressive Frauen MW (SD) n = 11
Gesamtvolumen (l) (TT)	80,03 (14,23)	0,002	62,5 (12,13)	0,069	76,35 (22,62)
Fettvolumen (l) (TAT)	30,26 (10,64)	0,566	27,995 (9,51)	0,056	40,37 (19,64)
Viszeralfettvolumen (l) (VAT)	5,55 (2,86)	0,001	2,19 (1,24)	0,018	4,48 (2,95)
Subkutanfettvolumen (l) (SCAT)	8,46 (3,46)	0,905	8,65 (4,91)	0,067	14,45 (9,48)
Fettanteil TAT pro Gesamtvolumen (%)	0,37 (0,07)	0,024	0,44 (0,08)	0,101	0,50 (0,11)
VAT pro Gesamtvolumen	0,07 (0,03)	≤ 0,001	0,03 (0,01)	0,018	0,05 (0,02)
SCAT pro Gesamtvolumen	0,10 (0,03)	0,082	0,13 (0,05)	0,118	0,17 (0,08)

3.1.4.1 Unterschiede zwischen gesunden Männern und gesunden Frauen

Die Männer zeigten durchschnittlich ein größeres Gesamtvolumen mit 80,03 l (MW) im Gegensatz zu den Frauen mit durchschnittlichen 62,5 l (MW; $p=0,002$).

Der Fettanteil am Körpergesamtvolumen war bei den Frauen signifikant höher (0,44 (MW); $p=0,024$) als bei den Männern (0,37 (MW)).

Das Viszeralfettvolumen unterschied sich signifikant zwischen gesunden Männern (5,55 l (MW)) und Frauen (2,19 l (MW), $p=0,001$).

Das Viszeralfett pro Gesamtkörpervolumen war bei den Männern signifikant (0,07 MW; $p\leq 0,001$; Frauen 0,03 MW) größer, wohingegen der Subkutanfettanteil pro Gesamtkörpervolumen keine signifikanten Unterschiede zeigte (Männer 0,10 (MW); Frauen 0,13 (MW), $p=0,082$).

Zusammenfassend waren signifikante Unterschiede zwischen Männern und Frauen bei der Bestimmung des Viszeralfetts, des Viszeralfetts pro Gesamtvolumen und des Fettanteils pro Gesamtvolumen zu finden.

3.1.4.2 Unterschiede zwischen gesunden und depressiven Frauen

Signifikante Unterschiede zwischen gesunden und depressiven Frauen zeigten sich nur beim Viszeralfettvolumen (gesunde Frauen: (2,19 l (MW), depressive Frauen: 4,48 l (MW), $p=0,018$) und beim Viszeralfett pro Gesamtvolumen (gesunde Frauen: 0,03 (MW), depressive Frauen: 0,05 (MW), $p=0,018$).

3.2 Bestimmung der Subkutanfettdicke, des Bauchumfangs und der Nackendicke mittels MRT

Tabelle 5 Bestimmung der Subkutanfettdicke, des Bauchumfangs und der Nackendicke mittels MRT bei gesunden Männern und Frauen sowie bei depressiven Frauen

Mittelwerte (MW) und Standardabweichungen (SD); Mittelwertvergleich zwischen den Gruppen; p=Wert Signifikanzniveau des Tests

		Gesunde Männer MW (SD) n=14	p-Wert	Gesunde Frauen MW (SD) n=13	p-Wert	Depressive Frauen MW (SD) n=11
M R T	Subkutanfettdicke (cm)	2,097 (0,53)	0,893	2,14 (0,87)	0,084	2,91 (1,23)
	Bauch- bzw. Taillenumfang (cm)	97,57 (10,15)	0,001	82,06 (10,32)	0,017	97,26 (17,97)
	Nackendicke (cm)	1,76 (0,68)	0,127	1,4 (0,48)	0,086	1,96 (0,1)

Die Subkutanfettdicke wurde auf Höhe des 7. Halswirbelkörpers (Processus spinosus bis zur Hautoberfläche) gemessen. Die Subkutanfettdicke und der Bauch- bzw. Taillenumfang wurden auf Höhe des Nabels gemessen.

3.2.1 Unterschiede zwischen gesunden Männern und Frauen

Es fanden sich signifikante Unterschiede des Bauchumfangs zwischen gesunden Männern (97,57 cm (MW)) und Frauen (82,06 cm (MW); p=0,001) bei der Erfassung mittels MRT (auf Nabelhöhe).

Die Subkutanfettdicke und die Nackendicke ergaben keine signifikanten Unterschiede.

3.2.2 Unterschiede zwischen gesunden und depressiven Frauen

Bei der Bestimmung des Bauchumfangs mittels MRT (auf Nabelhöhe) zeigten sich signifikante Unterschiede zwischen gesunden Frauen (82,06 cm (MW)) und depressiven Frauen (97,26 cm (MW), $p=0,017$). Die Subkutanfettdicke und die Nackendicke ergaben keine signifikanten Unterschiede.

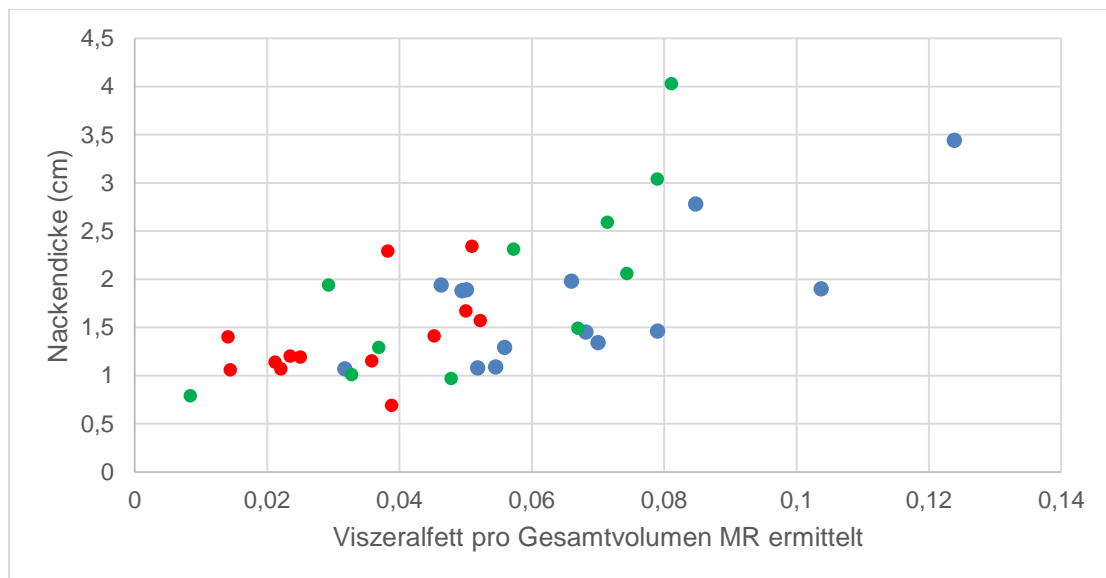


Diagramm 1: Viszeralfett pro Gesamtkörpervolumen (MR-ermittelt) und Nackendicke der gesunden Männer und Frauen sowie der depressiven Frauen im Vergleich

blau: gesunde Männer; rot: gesunde Frauen; grün: depressive Frauen; x-Achse: Viszeralfett pro Gesamtvolumen (MR-ermittelt); y-Achse: Nackendicke (cm)

3.3 Korrelationen der Hautfalten, der anthropometrischen Daten und den Körperfettwaagen mit den MR-Volumenwerten

3.3.1 Korrelation der abdominellen Hautfalte mit den MR-Volumenwerten

Tabelle 6 Korrelation der abdominellen Hautfalte mit den MR-Volumenwerten.

TAT (=total adipose tissue), VAT (=visceral adipose tissue), SCAT (=subcutaneous adipose tissue),

Die Körperfettkompartimente TAT, VAT und SCAT (MR-ermittelt) wurden mit der abdominellen Hautfalte getrennt nach Männern (♂) und Frauen (♀) sowie mit Männern und Frauen gemeinsam korreliert [144]. Korrelationskoeffizient nach Spearman (=ρ bzw. r_s) und entsprechende p-Werte in Klammern.

		MRT		
		TAT	VAT	SCAT
Abdominelle Hautfalte	♂	ρ=0,452 (p=0,059)	ρ=0,249 (p=0,318)	ρ=0,444 (p=0,065)
	♀	ρ=0,580 (p≤0,0004)	ρ=0,505 (p≤0,0004)	ρ=0,795, (p≤0,0004)
	♂/♀	ρ=0,535 (p≤0,0004)	ρ=0,360, (p=0,004)	ρ=0,687, (p≤0,0004)

Die Messung der abdominellen Hautfalte wurde als ‚einfaches‘ Maß zur Bestimmung des Subkutanfetts ausgewählt. Die untersuchten Männer und Frauen zeigten die stärkste Korrelation der abdominellen Hautfalte mit dem SCAT-Kompartiment (ρ=0,687, p≤0,0004). Die Korrelation des VAT und des TAT waren zur schwach bis mäßig ausgeprägt (VAT: ρ=0,360, p≤0,0004; TAT: ρ=0,535, p≤0,0004)

Bei der Auswertung getrennt nach Geschlecht fanden sich bei den Männern schwache Korrelationen zwischen der abdominellen Hautfalte und den ermittelten Fettkompartimenten (TAT: ρ=0,452, p=0,059, VAT: ρ=0,249, p=0,318, SCAT: ρ=0,444, p=0,065).

Die Frauen hingegen wiesen signifikante Korrelationen der Fettkompartimente mit der abdominellen Hautfalte auf, wobei mit einem Korrelationskoeffizienten von ρ=0,795 (p≤0,0004) das SCAT am besten mit der Hautfalte korrelierte. Das

TAT und VAT zeigten mit Korrelationskoeffizienten von $\rho=0,580$ ($p\leq 0,0004$) und $\rho=0,505$ ($p\leq 0,0004$) deutlich geringere Werte.

Streudiagramme (Diagramme 26 und 27) der abdominalen Hautfalte und des MR-ermittelten Subkutanfettes finden sich im Anhang.

3.3.2. Korrelation der anthropometrischen Daten mit den MR-Volumenwerten

Tabelle 7 Korrelation anthropometrischer Daten mit den MR-Volumenwerten der Männer (♂); und Frauen (♀)

Die anthropometrischen Daten wie Taillen-, Hüftumfang, WHR und BMI wurden mit den MR-ermittelten Daten TAT, VAT und SCAT korreliert [144].

Korrelationskoeffizient nach Spearman (=p bzw. r_s) und die entsprechenden p-Werte in Klammern;

		MRT		
		TAT	VAT	SCAT
Taillenumfang	♂	$\rho=0,851$ ($p<0,0004$)	$\rho=0,697$ ($p=0,001$)	$\rho=0,851$ ($p<0,0004$)
	♀	$\rho=0,689$ ($p<0,0004$)	$\rho=0,723$ ($p<0,0004$)	$\rho=0,826$ ($p<0,0004$)
	♀/♂	$\rho=0,697$ ($p<0,0004$)	$\rho=0,650$ ($p<0,0004$)	$\rho=0,816$ ($p<0,0004$)
Hüftumfang	♂	$\rho=0,608$ ($p=0,007$)	$\rho=0,414$ ($p=0,088$)	$\rho=0,724$ ($p=0,001$)
	♀	$\rho=0,747$ ($p<0,0004$)	$\rho=0,680$ ($p<0,0004$)	$\rho=0,754$ ($p<0,0004$)
	♀/♂	$\rho=0,699$ ($p<0,0004$)	$\rho=0,543$ ($p<0,0004$)	$\rho=0,739$ ($p<0,0004$)
WHR	♂	$\rho=0,682$ ($p=0,002$)	$\rho=0,683$ ($p=0,002$)	$\rho=0,512$ ($p=0,030$)
	♀	$\rho=0,380$ ($p=0,009$)	$\rho=0,520$ ($p<0,0004$)	$\rho=0,632$ ($p<0,0004$)
	♀/♂	$\rho=0,425$ ($p<0,0004$)	$\rho=0,524$ ($p<0,0004$)	$\rho=0,608$ ($p<0,0004$)
BMI	♂	$\rho=0,679$ ($p=0,001$)	$\rho=0,624$ ($p=0,004$)	$\rho=0,807$ ($p<0,0004$)
	♀	$\rho=0,659$ ($p<0,0004$)	$\rho=0,636$ ($p<0,0004$)	$\rho=0,752$ ($p<0,0004$)
	♀/♂	$\rho=0,655$ ($p<0,0004$)	$\rho=0,576$ ($p<0,0004$)	$\rho=0,756$ ($p<0,0004$)

Beim Gesamtfettvolumen TAT zeigten sich hochsignifikante Korrelationen mit dem Taillenumfang bei den Männern ($\rho=0,851$, $p<0,0004$) und geringere Korrelationen mit den Frauen ($\rho=0,689$, $p<0,0004$). Beim VAT fanden sich ebenfalls signifikante Korrelationen mit dem Taillenumfang bei den Männern ($\rho=0,697$, $p=0,001$) und insbesondere bei den Frauen ($\rho=0,723$, $p<0,0004$). Beim SCAT waren hochsignifikante Korrelationen mit dem Taillenumfang bei den Männern ($\rho=0,851$, $p<0,0004$) und im Vergleich hierzu etwas geringere Werte bei den Frauen nachzuweisen ($\rho=0,826$, $p<0,0004$). Eine eindeutige Zuordnung des Taillenumfangs zu TAT und SCAT bei den Männern ist nicht möglich. Die Frauen zeigten die höchste Korrelationen mit dem SCAT ($\rho=0,826$, $p<0,0004$).

Der Hüftumfang zeigte in Korrelation mit dem TAT signifikante Werte bei den Männern ($\rho=0,608$, $p=0,007$) und höhere Werte bei den Frauen ($\rho=0,747$, $p<0,0004$). Die Korrelation des Hüftumfangs mit dem VAT zeigte bei den Männern schwache Korrelationen ($\rho=0,414$, $p=0,088$), wobei die Frauen signifikante Werte aufwiesen ($\rho=0,680$, $p<0,0004$). Das SCAT in Korrelation mit dem Hüftumfang wies bei beiden Geschlechtern signifikante Werte auf, wobei die Korrelationen bei den Männern ($\rho=0,724$, $p<0,0004$) etwas geringer als bei den Frauen waren ($\rho=0,754$, $p<0,0004$). Die Korrelation des Hüftumfangs mit dem SCAT war bei den Männern am höchsten.

Die WHR zeigte in Korrelation mit dem TAT bei den Männern deutlich signifikante Werte ($\rho=0,682$, $p=0,002$), wohingegen die Frauen nur schwach bis mäßige Zusammenhänge aufwiesen ($\rho=0,380$, $p=0,009$). Das VAT korrelierte mit der WHR signifikant bei den Männern ($\rho=0,683$, $p=0,002$) und etwas geringer mit den Frauen ($\rho=0,520$, $p<0,0004$). Auch beim SCAT in Korrelation mit der WHR fanden sich signifikante Werte bei beiden Geschlechtern, wobei die Korrelation bei den Männern geringer ($\rho=0,512$, $p=0,030$) ausgeprägt war als bei den Frauen ($\rho=0,632$, $p<0,0004$). Die Männer wiesen jedoch nur minimale Unterschiede in der Korrelation der WHR mit dem TAT und VAT auf ($\rho=0,682$, $p=0,002$ bzw. $\rho=0,683$, $p=0,002$) und eine eindeutige Korrelation mit der WHR ist somit letztlich nicht ausreichend möglich.

Der BMI wies signifikante Korrelationen mit dem TAT bei den Männern ($\rho=0,679$, $p=0,001$) und bei den Frauen ($\rho=0,659$, $p<0,0004$) auf. Desweiteren korrelierte

der BMI mit dem VAT bei den Frauen ($\rho=0,636$, $p<0,0004$) und geringer bei den Männern ($\rho=0,624$, $p<0,0004$). Bei der Korrelation des SCAT mit dem BMI fanden sich jeweils hochsignifikante Korrelationen bei den Männern ($\rho=0,807$, $p<0,0004$) und etwas geringere Werte bei den Frauen ($\rho=0,752$, $p<0,0004$).

Zusammenfassend war bei den Männern der BMI als Hinweis auf das SCAT am besten geeignet ($\rho=0,807$, $p<0,0004$), wobei bei den Frauen der Taillenumfang als Marker für das SCAT am besten zu verwenden war. Das VAT wies zwar signifikante Korrelationen mit den anthropometrischen Daten in unterschiedlicher Ausprägung auf, aber eine spezielle Zuordnung des VAT zu einer ‚einfachen‘ Messmethode war nicht besonders gut möglich.

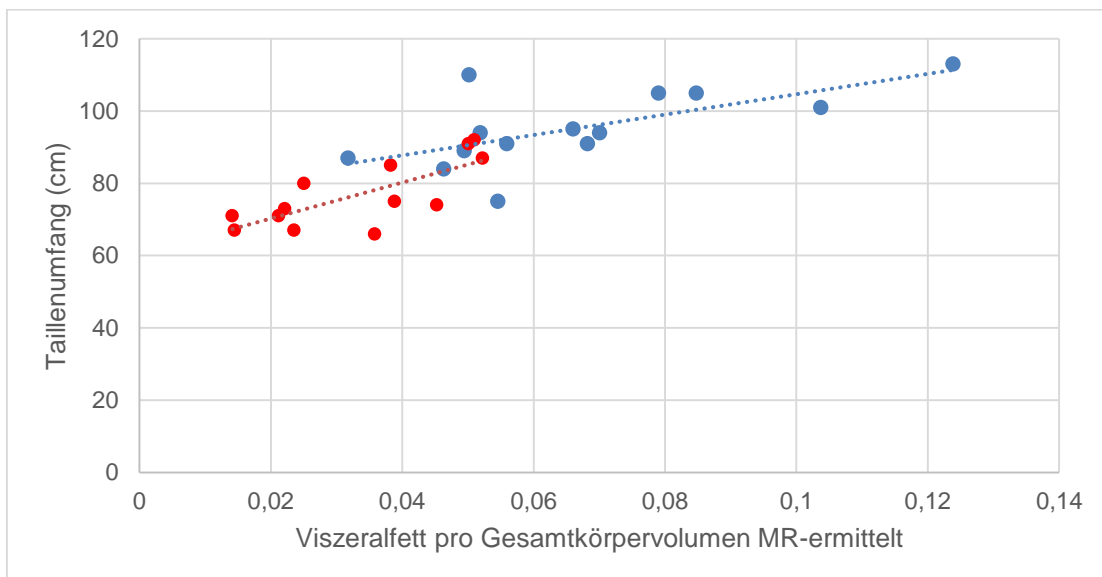


Diagramm 2: Vergleich des Viszeralfettes pro Gesamtkörpervolumen mittels MR-Bestimmung und des Taillenumfangs zwischen gesunden Männern und Frauen blau: gesunde Männer, rot: gesunde Frauen; x-Achse: Viszeralfett pro Gesamtkörpervolumen (MR-ermittelt); y-Achse: Taillenumfang (cm)

3.3.3 Korrelation der Körperfettwaagen mit den MR-Volumenwerten

Tabelle 8 Korrelation der Körperfettwaagen mit den MR-Volumenwerten

TAT (total adipose tissue), VAT (visceral adipose tissue) SCAT (subcutaneous adipose tissue); Korrelationskoeffizienten nach Spearman (ρ bzw. r_s) und entsprechende p-Werte in Klammern

		Körperfettwaagen		
		NAIS TAT (%)	Tanita TAT (%)	InBody TAT (%)
MRT	TAT	$\rho=0,737$ ($p\leq 0,0004$)	$\rho=0,776$ ($p\leq 0,0004$)	$\rho=0,717$ ($p\leq 0,0004$)
	SCAT	$\rho=0,680$ ($p\leq 0,0004$)	$\rho=0,729$ ($p\leq 0,0004$)	$\rho=0,717$ ($p\leq 0,0004$)
	VAT	$\rho=0,163$ ($p=0,198$)	$\rho=0,292$ ($p=0,019$)	$\rho=0,096$ ($p=0,447$)

Das Fettvolumen (TAT) war zwischen gesunden Männern (30,26 l (MW)), $p=0,566$) und Frauen (27,995 l (MW)) sowie zwischen gesunden (27,995 l (MW)) und depressiven Frauen (40,37 l (MW), $p=0,056$) als nicht signifikant unterschiedlich bestimmt worden (s. Tabelle 4). Die Korrelationen wurden deshalb nicht nach Geschlecht getrennt berechnet. Die drei Körperanalysegeräte ergaben nahezu identische Ergebnisse. Es zeigten sich hochsignifikante Korrelationen des TAT und SCAT mit den Fettanteilen, welche mit den drei Fettwaagen bestimmt wurden, wobei das VAT nur schwache Korrelationen ergab. Die MR-ermittelte Bestimmung des TAT wies hochsignifikante Korrelationen mit den Fettanteilen auf, die mittels des Handgeräts NAiS ($\rho=0,737$, $p\leq 0,0004$), mit der Tanita-Waage ($\rho=0,776$, $p\leq 0,0004$) und der InBody-Waage ($\rho=0,717$, $p\leq 0,0004$) ermittelt wurden. Ähnliche Ergebnisse zeigten sich beim MR-ermittelten SCAT und dem Fettanteil, welcher durch das Handgerät NAiS ($\rho=0,680$, $p\leq 0,0004$), der Tanita-Waage ($\rho=0,729$, $p\leq 0,0004$) und der InBody-Waage ($\rho=0,717$, $p\leq 0,0004$) bestimmt wurde. Das VAT wies keine bzw.

schwache Korrelationen mit den Bioimpedanzdaten auf (NAiS ($p=0,163$, $p=0,198$; Tanita $p=0,292$, $p=0,019$; InBody $p=0,096$, $p=0,447$).

Zusammenfassend korrelierten die Körperfettwaagen mit dem TAT und SCAT signifikant, wobei sich keine bzw. schwach signifikante Zusammenhänge mit dem VAT finden ließen.

Streudiagramme (Diagramme 28-30) hierzu finden sich im Anhang.

3.3.3.1 Korrelation der Körperfettwaagen mit den MR-Volumenwerten der Frauen

Tabelle 9 Korrelation der Körperfettwaagen mit dem MR ermittelten Fettanteil pro Gesamtkörpervolumen

TT = total tissue; r =Korrelationskoeffizient nach Pearson, p -Wert Signifikanzniveau des Tests

		Körperfettwaagen		
		NAiS TAT (%)	Tanita TAT (%)	InBody TAT (%)
Frauen (n=24)	Fettanteil pro TT (MRT)	$r=0,880$ $p<0,001$	$r=0,923$ $p<0,001$	$r=0,850$ $p<0,001$

Bei einer insgesamt etwas höheren Untersuchungszahl der Frauen ($n=24$; Männer $n=14$) wurden die Korrelationen zusätzlich für die Frauen (gesund und depressiv) berechnet. Hier ergaben sich hochsignifikante Korrelationen der Bioimpedanzdaten mit dem Fettanteil pro Gesamtkörpervolumen (MR-ermittelt) beim Handgerät NAiS (Pearson-Korrelationskoeffizient $r=0,880$, $p<0,001$), bei der Tanita-Waage ($r=0,913$, $p<0,001$) und des InBody-Gerätes ($r=0,850$, $p<0,001$). Streudiagramme finden sich hierzu im Anhang (Diagramme 31-33).

Das aufwändigste, teuerste und am genauesten postulierte Gerät wies somit den geringsten Zusammenhang mit den MR-Daten auf.

3.4 Vergleich des standardisierten normierten Gesamtvolumens, Fettvolumens, Viszeral- und Subkutanfetts zwischen gesunden Männern und Frauen (MRT) sowie des prozentualen Anteils

Es wurden sog. standardisierte normierte Volumina errechnet, um die unterschiedlichen Körpergrößen der untersuchten Personen anzugleichen. Hier wurden auf der x-Achse die Stützstellen entlang der Körperachse aufgetragen. Die y-Achse entspricht den Volumendaten mit „künstlichen Einheiten“ und die als signifikant unterschiedlichen Abschnitte entsprechen den schwarzen Balkenmarkierungen. Hier wurden Mittelwertvergleiche mittels Student-T-Tests berechnet.

Die Stützstellen entlang der Körperachse werden hier als ‚vol‘, ‚fat‘, ‚visc‘, ‚scut‘ bezeichnet. ‚Vol‘ entspricht der jeweiligen Einzelschicht bei der Erfassung des Gesamtkörpervolumens (insgesamt 160 Schichten), ‚fat‘ entspricht den Einzelschichten bei der Ermittlung des Gesamtkörperfettvolumens (160 Schichten). Bei der Ermittlung des Viszeral- und Subkutanfetts wurde nur zwischen Humerusköpfen und Femurköpfen segmentiert. Dies entspricht 50 Einzelschichten beim Viszeralfett (‚visc‘) und beim Subkutanfett (‚scut‘). Weiterhin wurde der Mittelwert (MW) und die Standardabweichung (SD) berechnet (hier aufgrund der besseren Übersichtlichkeit der Kurven nicht eingezeichnet).

Handgelenke bis Humerusköpfe: Schichten 1 bis 40; Humerusköpfe bis Femurköpfe 41 bis 90; Femurköpfe bis Knöchel 91 bis 160. Der thorakoabdominelle Anteil wurde durch zwei schwarze vertikale Linien begrenzt. Die y-Achse zeigt Volumendaten, die „künstlichen Einheiten“ (engl. arbitrary units) entsprechen und keine Einheit besitzen (s. Kapitel 2.4.1.1).

Weiterhin wurden die standardisierten Werte durch die Gesamtsumme des jeweiligen Volumens geteilt. Einzelschicht durch die Summe des Gesamtkörpervolumens bzw. durch die Summe des Fettvolumens etc. Auch hier wurden die Stützstellen entlang der Körperachse aufgetragen (x-Achse). Die y-Achse entspricht prozentualen Anteilen der Fettverteilung in diesem Abschnitt. Die signifikanten Abschnitte (schwarz eingerahmt) wurden durch die Berechnung des Student-T-Wertes ermittelt und eingezeichnet.

3.4.1 Verteilung des standardisierten normierten Gesamtkörpervolumens

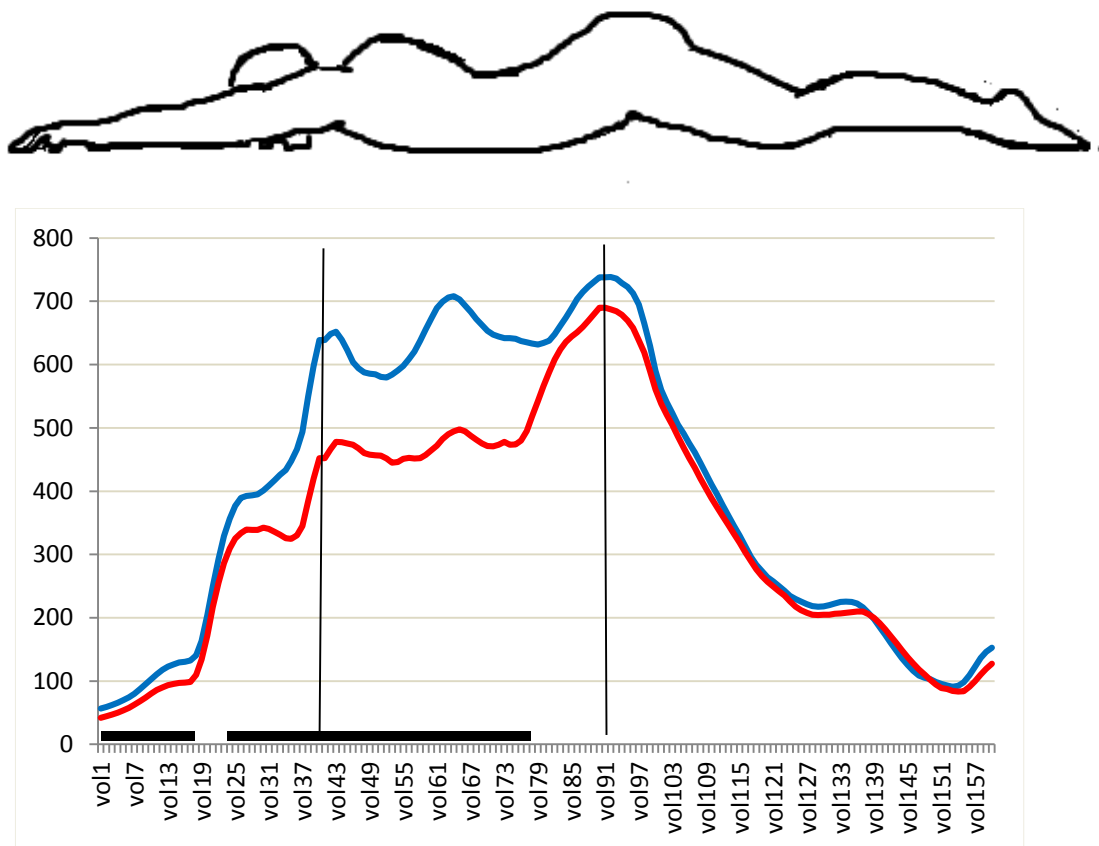


Diagramm 3: Verteilung des standardisierten normierten Gesamtkörpervolumens der gesunden Männer und Frauen entlang der Körperachse
blau: Mittelwert Männer, rot: Mittelwert Frauen; x- Achse: Stützstellen 1–160, y- Achse: Volumendaten mit ‚künstlicher Einheit‘

Beim Vergleich der gesunden Männer mit den gesunden Frauen ließen sich signifikante Unterschiede beim Gesamtkörpervolumen in den Bereichen der MR-ermittelten Einzelschichten 1-18 und 23-78 abgrenzen. Die gesunden Männer wiesen v.a. im Bauchbereich signifikant höhere Volumina auf (hier ab Schicht 40 bis 78). Die männlichen Probanden zeigten bis nahezu auf Höhe der Hüftgelenke größere Volumina, wobei sich die unteren Extremitäten bei den Männern und Frauen nahezu gleich zeigten. Im Hüftbereich wiesen die gesunden Frauen ein geringeres Gesamtvolumen auf, dies passte auch zu den mittels Maßband erfassten, insgesamt geringeren, Hüftumfängen.

3.4.2 Verteilung des prozentualen Gesamtkörpervolumens

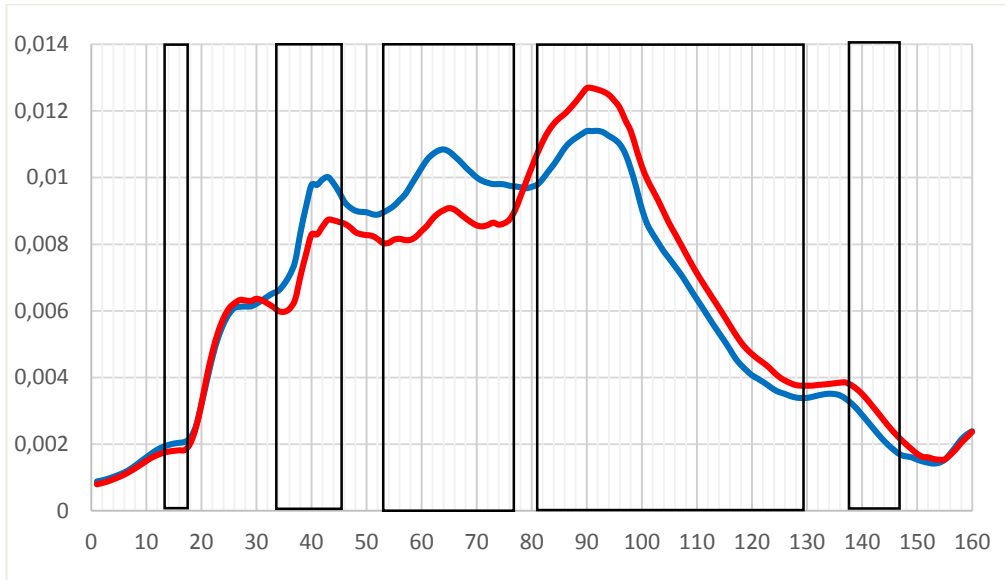


Diagramm 4: Verteilung des prozentualen Gesamtkörpervolumens der gesunden Männer und Frauen entlang der Körperachse
blau: Mittelwert Männer, rot: Mittelwert Frauen; x-Achse: Einzelschichten entlang der Körperachse; y-Achse: prozentualer Anteil

Signifikante Unterschiede ergaben sich im Bereich der Einzelschichten bei den Positionen 13-17, 33-46, 53-77, 81-130, 137-147. Im abdominellen Anteil waren die signifikant unterschiedlichen Volumenabschnitte am deutlichsten (Position 53-77 und 81 bis 90). Auch im Schulter- und Wadenbereich waren kleinere signifikante Abschnitte (Positionen 137-147) nachweisbar.

Die Männer zeigten thorakoabdominell ein höheres Gesamtvolumen, wobei die Probandinnen ab der Hüfte größere Volumina aufwiesen. Dies wurde aufgrund der gynoiden hüftbetonten Körperform der Frauen, und der androiden, bauchbetonten Körperform der Männer, erwartet.

3.4.3 Verteilung des standardisierten normierten Gesamtfettvolumens

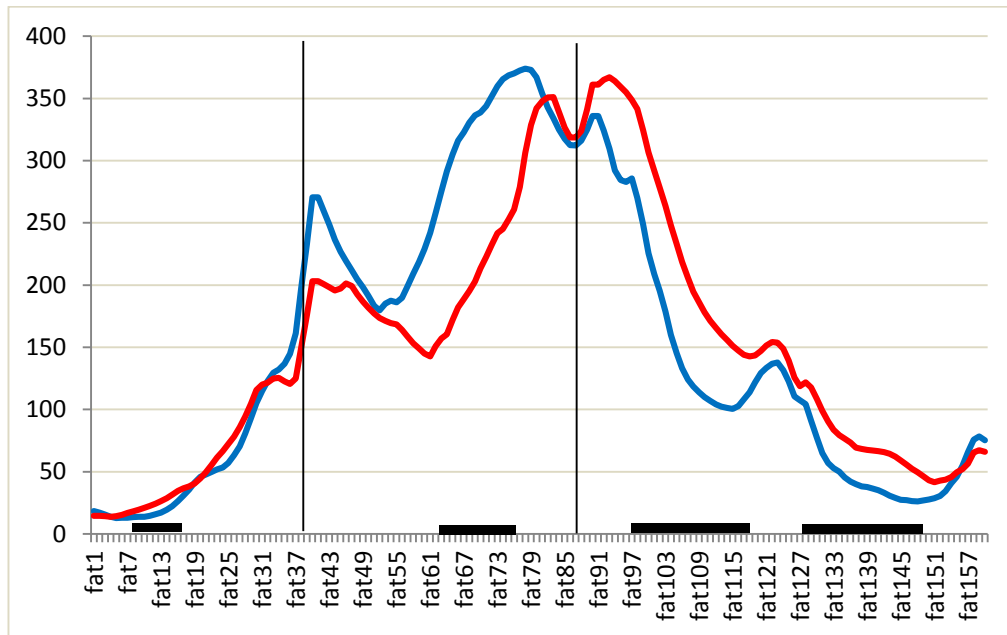


Diagramm 5: Verteilung des standardisierten normierten Gesamtkörperfettvolumens der gesunden Männer und Frauen entlang der Körperachse

blau: Mittelwert Männer, rot: Mittelwert Frauen; x- Achse: Stützstellen 1–160, y- Achse: Volumendaten mit ‚künstlicher Einheit‘

In der Darstellung der Fettvolumenverteilung zwischen gesunden Männern und gesunden Frauen ergaben sich signifikante Unterschiede in den Positionen 9-16, 62-76, 98-117 und 129-148. Die Männer zeigten im thorakoabdominellen Anteil größere Fettvolumina mit einem signifikanten Abschnitt (Positionen 62-76). Ab dem Hüftbereich zeigten die Frauen signifikant höhere Fettvolumina (Positionen 98-117) bei postulierter, gynoider, hüftbetonter Körperform.

3.4.4 Verteilung des prozentualen Gesamtfettvolumens

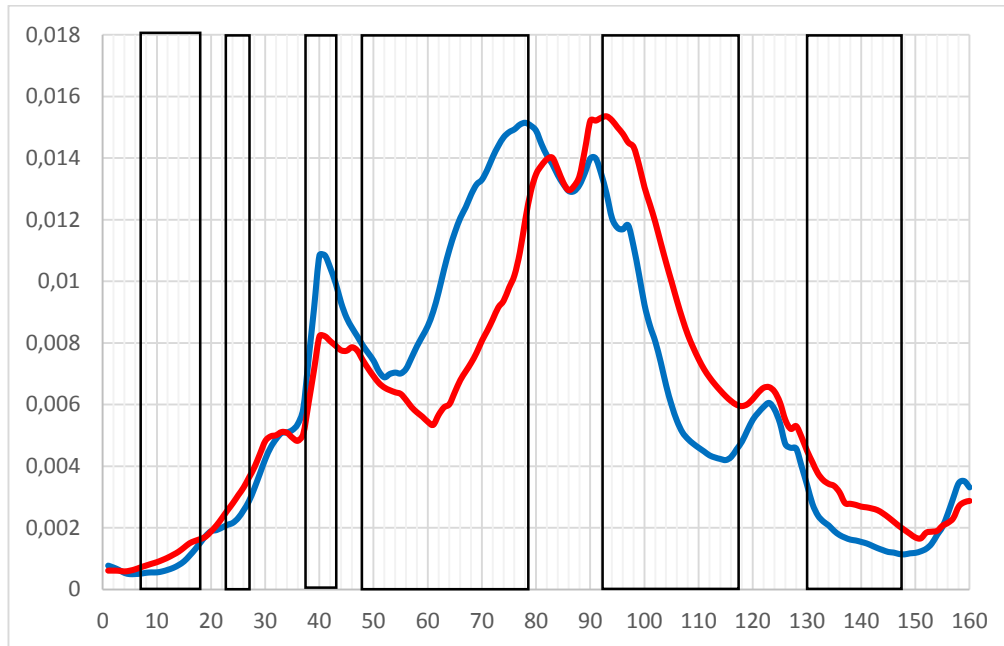


Diagramm 6: Verteilung des prozentualen Gesamtfettvolumens der gesunden Männer und Frauen entlang der Körperachse
blau: Mittelwert Männer, rot: Mittelwert Frauen; x-Achse: Einzelschichten entlang der Körperachse; y-Achse: prozentualer Anteil

Signifikante Unterschiede ergaben sich beim Gesamtfettvolumen bei den Positionen 7-16, 23-28, 38-44, 58-79, 92-118, 130-148 entlang der gesamten Körperlängsachse. Im Bereich der oberen Extremitäten waren zwei Abschnitte mit jeweils neun (Positionen 7-16) bzw. fünf (Positionen 23-28) signifikanten Einzelschichten nachweisbar. Deutliche Unterschiede fanden sich im Schulterbereich (Positionen 38-44) und thorakoabdominell bzw. im Oberbauchbereich (Positionen 58-79), wobei die Männer ein signifikant höheres Fettvolumen aufwiesen, was zur androiden, stammbetonten Körperform (und des erwartet höheren Viszeralfetts bei den Männern) passte. Im distalen Körperabschnitt waren die signifikanten Unterschiede im Hüftbereich (gynoider Verteilung, Positionen 92-118) und eher im Bereich der Wade (Positionen 130-148) ausgeprägt, wobei hier die gesunden Frauen größere Volumina zeigten.

3.4.5 Verteilung des standardisierten normierten Viszeralfetts

Das Viszeralfettvolumen (und Subkutanfett) wurde zwischen den Humerus- und Femurköpfen erfasst. Das bedeutet, dass zum Viszeralfettvolumen (welcher manuell bis zum Zwerchfell erfasst wurde) auch der thorakale/mediastinale Abschnitt mitgerechnet wurde, da die Segmentierung des thorakalen Fettes an der Workstation, z.B. mediastinal, perikardial, manuell nicht möglich war. Der obere Anteil bis ca. Schicht 14/15 entspricht dem Thorax und Übergang zum Oberbauch.

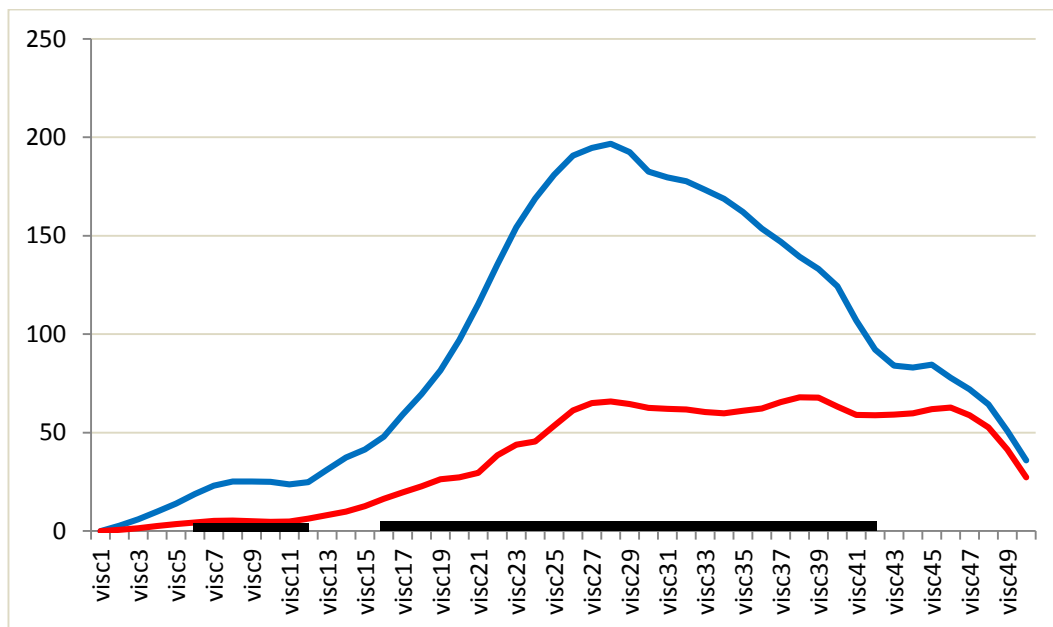
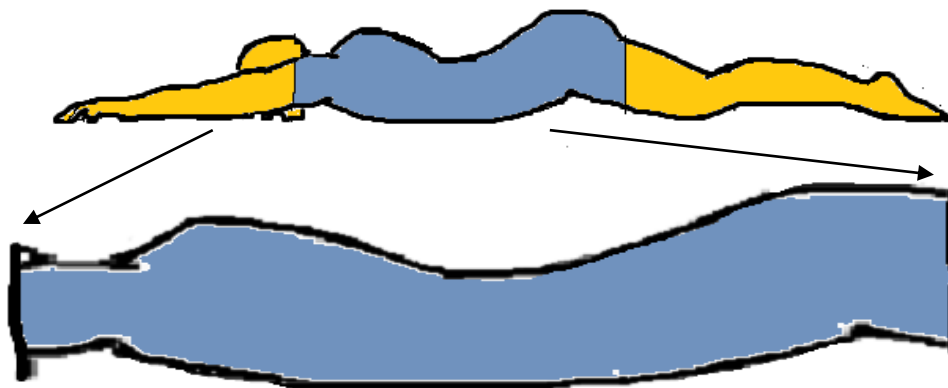


Diagramm 7: Verteilung des standardisierten normierten Viszeralfetts der gesunden Männer und Frauen
blau: Mittelwert Männer, rot: Mittelwert Frauen; x- Achse: Stützstellen 1–160, y- Achse: Volumendaten mit ‚künstlicher Einheit‘

Signifikante Unterschiede ließen sich bei den Positionen 6-12 und 16-42 errechnen. Die gesunden Männer wiesen signifikant höhere Viszeralfettanteile auf.

3.4.6 Verteilung des prozentualen Viszeralfetts

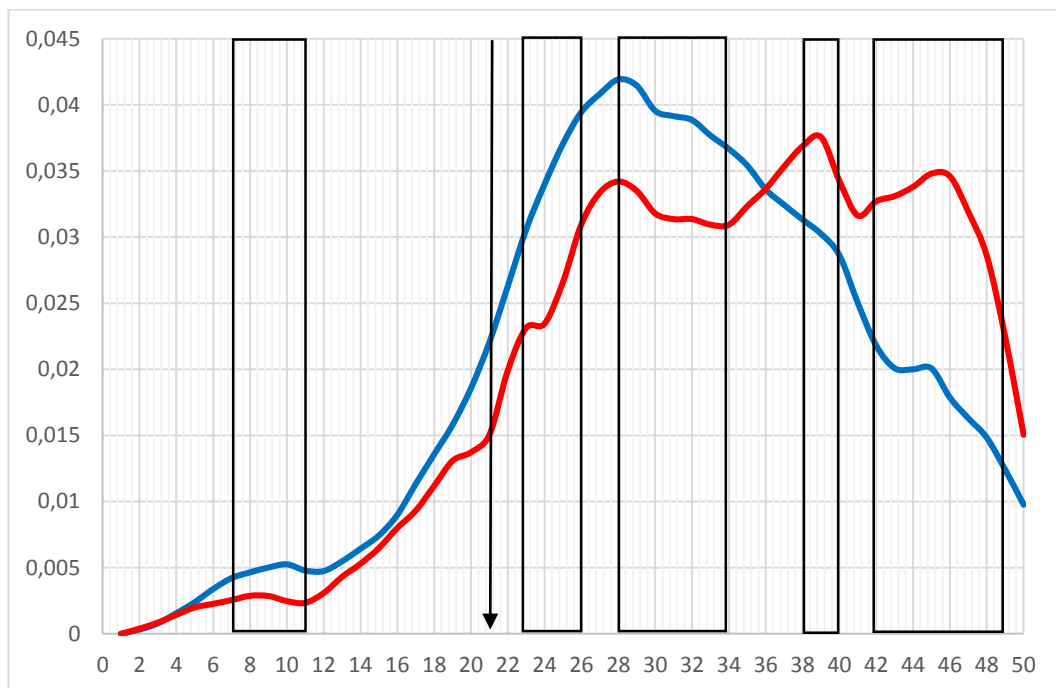


Diagramm 8: Volumenverteilung des prozentualen Viszeralfetts der gesunden Männer und Frauen
 blau: Mittelwert Männer, rot: Mittelwert Frauen; x-Achse: Einzelschichten entlang der Körperachse; y-Achse: prozentualer Anteil

Signifikante Unterschiede bei der Verteilung des Viszeralfettes ergaben sich bei den Positionen 7-11, 21, 23-26, 28-34, 38-40, 42-49. Im thorakalen Abschnitt bzw. Oberbauchbereich waren die Unterschiede geringer ausgeprägt. Es zeigten sich v.a. mehrere Abschnitte mit signifikanten Unterschieden im Mittel- und Unterbauch/Becken. Die Männer wiesen im thorakalen Abschnitt und Oberbauchanteil größere Volumina auf mit signifikant größeren Werten im

mittleren Abschnitt, wobei die Frauen (ab Position 36) im Unterbauch/Hüfte signifikant größere Fettanteile zeigten (v.a. Position 42-49).

3.4.7 Verteilung des standardisierten normierten Subkutanfetts

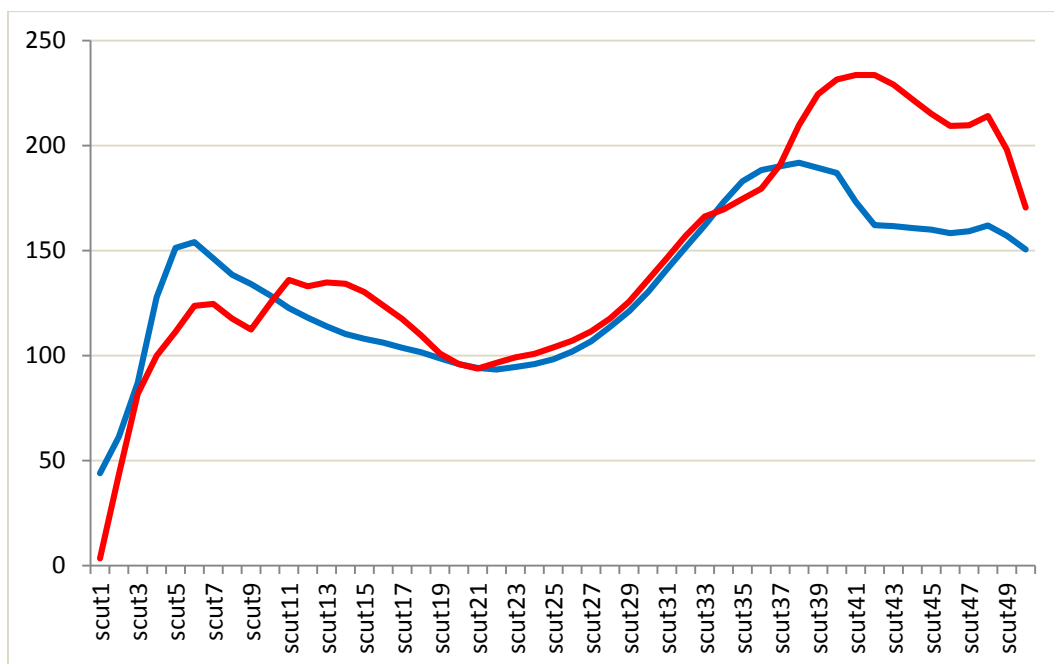


Diagramm 9: Verteilung des standardisierten normierten Subkutanfetts der gesunden Männer und Frauen
 blau: Mittelwert Männer, rot: Mittelwert Frauen; x- Achse: Stützstellen 1–160, y- Achse: Volumendaten mit ‚künstlicher Einheit‘

Es ergaben sich keine signifikanten Unterschiede in der Subkutanfettverteilung im Abdominalbereich. Im Beckenbereich zeigten die Frauen ein durchschnittlich höheres Volumen, signifikante Unterschiede fanden sich jedoch nicht.

3.4.8 Verteilung des prozentualen Subkutanfetts

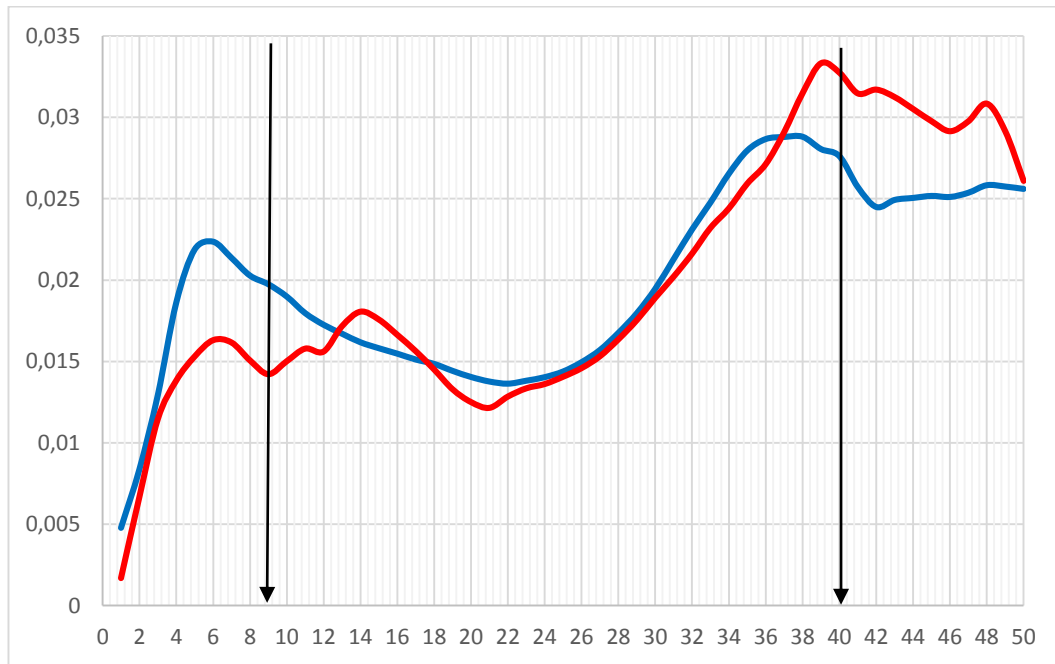


Diagramm 10: Volumenverteilung des prozentualen Subkutanfetts der gesunden Männer und Frauen

blau: Mittelwert Männer, rot: Mittelwert Frauen; x-Achse: Einzelschichten entlang der Körperachse; y-Achse: prozentualer Anteil

Signifikante Unterschiede ergaben sich somit nur bei den zwei Einzelschichten 9 und 40 beim Subkutanfett. Bei den gesunden Frauen wurde ein erhöhtes Subkutanfettvolumen erwartet. Die Frauen wiesen zwar bei der Messung suprailiakalen Hautfalte einen höheren Fettanteil auf, signifikant größer war dieser Unterschied jedoch nicht.

Zusammenfassend wiesen die Männer signifikant höhere Werte beim Gesamtvolumen, Fettvolumen und Viszeralfett auf. Es fanden sich keine signifikanten Unterschiede beim Subkutanfett zwischen Männern und Frauen.

3.5 Vergleich des standardisierten normierten Gesamtvolumens, Fettvolumens, Viszeral- und Subkutanfetts zwischen gesunden und depressiven Frauen (MRT) und des prozentualen Anteils

3.5.1 Verteilung des standardisierten normierten Gesamtkörpervolumens

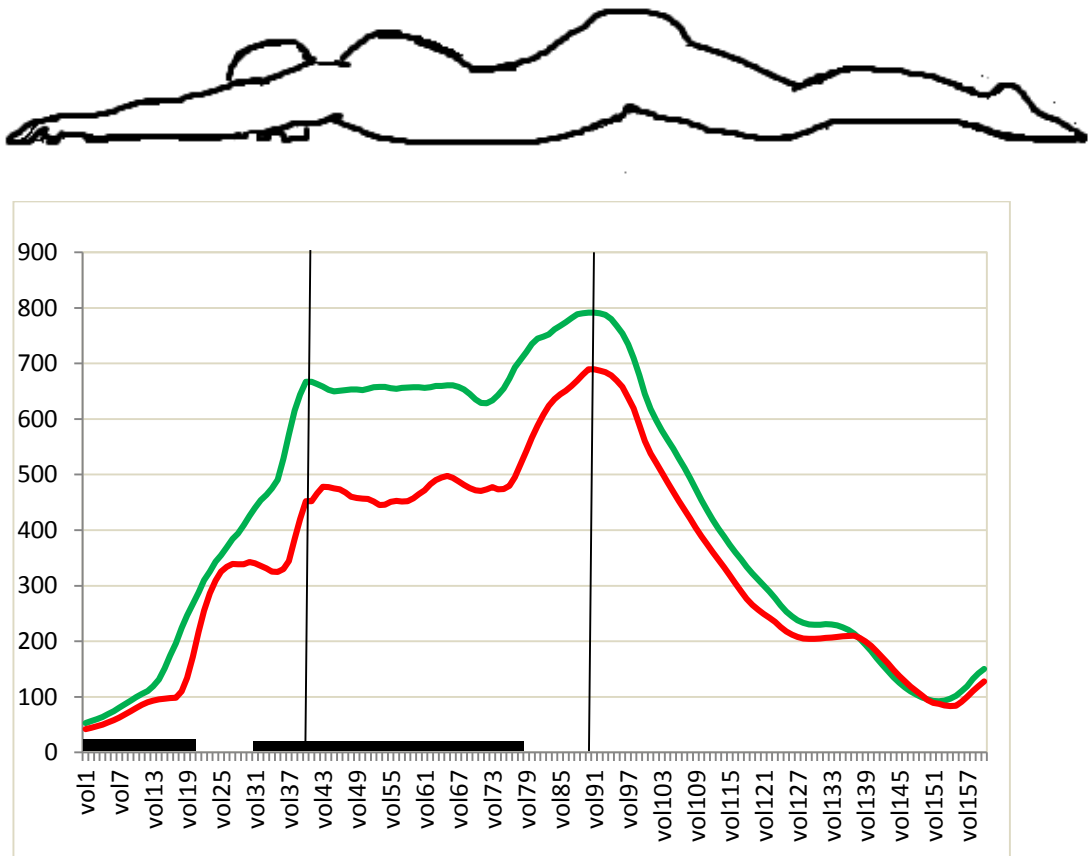


Diagramm 11: Verteilung des standardisierten normierten Gesamtkörpervolumens der gesunden und depressiven Frauen entlang der Körperachse

rot: Mittelwert gesunde Frauen; grün: Mittelwert depressive Frauen

x- Achse: Stützstellen 1–160, y-Achse: Volumendaten mit ‚künstlicher Einheit‘

Es zeigten sich im Vergleich signifikante Unterschiede in den Positionen 1-21 und 29-79. Hier waren die signifikanten Abschnitte im Bereich der oberen Extremität und im thorakoabdominellen Abschnitt ausgeprägt. Das Gesamtvolumen war bei den depressiven Frauen konstant größer. Dazu passen die signifikant größeren Taillen- und Hüftumfänge bei den depressiven Frauen, welche mittels Maßband ermittelt wurden.

3.5.2 Verteilung des prozentualen Gesamtkörpervolumens

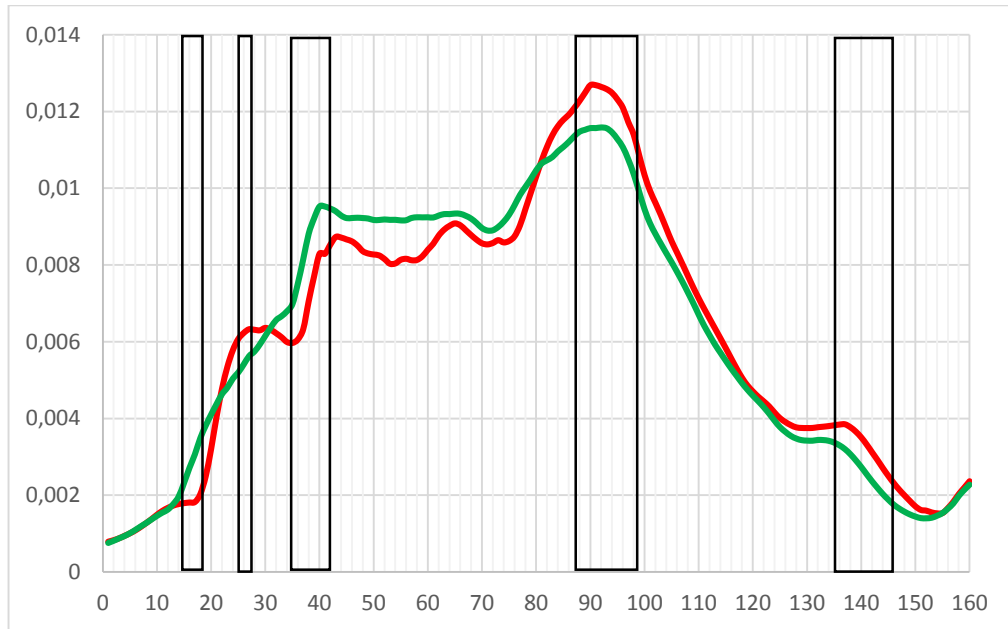


Diagramm 12: Verteilung des prozentualen Gesamtkörpervolumens der gesunden und depressiven Frauen entlang der Körperachse
rot: Mittelwert gesunde Frauen; grün: Mittelwert depressive Frauen; x-Achse: Einzelschichten entlang der Körperachse; y-Achse: prozentualer Anteil

Signifikante Unterschiede ergaben sich somit beim Gesamtkörpervolumen bei den Positionen 16-19, 25-28, 35-42, 88-99, 135-146. Im oberen Körperanteil bis zu den Humerusköpfen waren drei signifikante Abschnitte zu finden. Im thorakoabdominellen bzw. Oberbauchbereich ergaben sich keine signifikanten Unterschiede und im Hüft- und Wadenbereich fanden sich zwei signifikant unterschiedliche Bereiche. Aufgrund des signifikant größeren Taillenumfangs der depressiven Frauen wurde ein höheres Gesamtvolumen im Bauchbereich erwartet. Dies konnte anhand dieser Werte nicht bestätigt werden, wohingegen bei den standardisierten normierten Werten signifikant größere Volumina bei den depressiven Frauen gefunden wurden.

3.5.3 Verteilung des standardisierten normierten Gesamtkörperfettvolumens

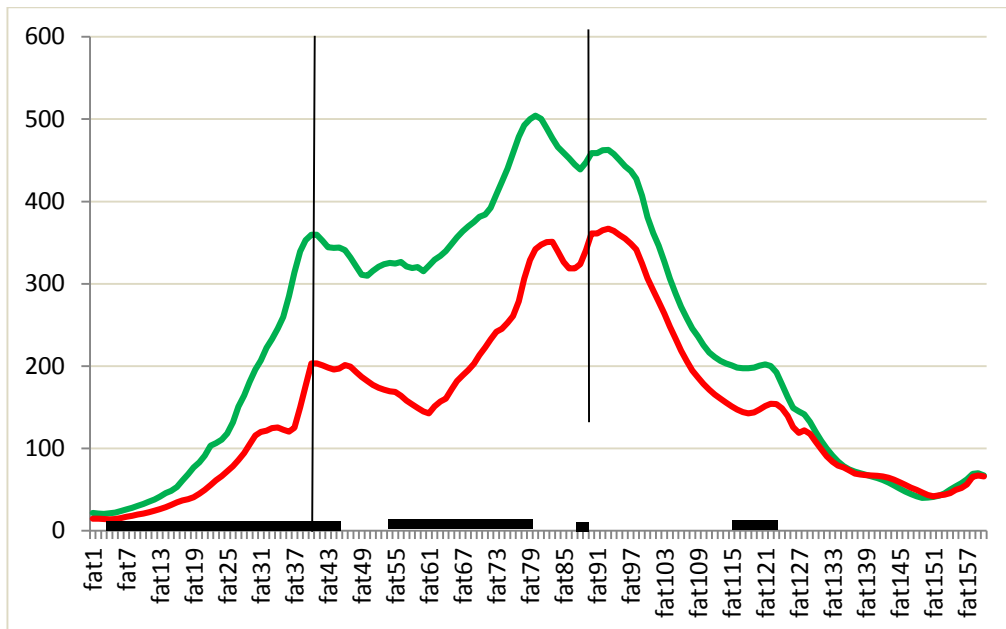


Diagramm 13: Verteilung des standardisierten normierten Gesamtkörperfettvolumens der gesunden und depressiven Frauen entlang der Körperachse

rot: Mittelwert gesunde Frauen; grün: Mittelwert depressive Frauen; x- Achse: Stützstellen 1-160, y-Achse: Volumendaten mit ‚künstlicher Einheit‘

Es ergeben sich signifikante Unterschiede in den Abschnitten 4-45, 54-79, 87-89 und 117-122. Die depressiven Frauen wiesen thorakoabdominell größere Fettanteile auf, was auch zu den signifikant größeren Fettanteilen, welche durch die Körperanalysewaagen ermittelt wurden, passen würde.

3.5.4 Verteilung des prozentualen Gesamtfettvolumens



Diagramm 14 Verteilung des prozentualen Gesamtkörperfettvolumens der gesunden und depressiven Frauen entlang der Körperachse
rot: Mittelwert gesunde Frauen; grün: Mittelwert depressive Frauen
x-Achse: Einzelschichten entlang der Körperachse; y-Achse: prozentualer Anteil

Signifikante Unterschiede ergeben sich somit im Bereich der Positionen 35-39, 59-62, 90-91, 125, 129-130, 158-160. Beim Fettvolumen waren im oberen Anteil nur im Schulterbereich vier signifikante Schichten abgrenzbar. Im thorakoabdominellen Abschnitt fanden sich nur drei bzw. eine signifikante Schicht. Auch im unteren Anteil waren nur wenige Signifikanzen zu ermitteln. Die gesunden Frauen zeigten ab dem Unterbauch/Hüftregion nach distal höhere Fettanteile (und ein insgesamt größeres Gesamtvolumen).

3.5.5 Verteilung des standardisierten normierten Viszeralfetts

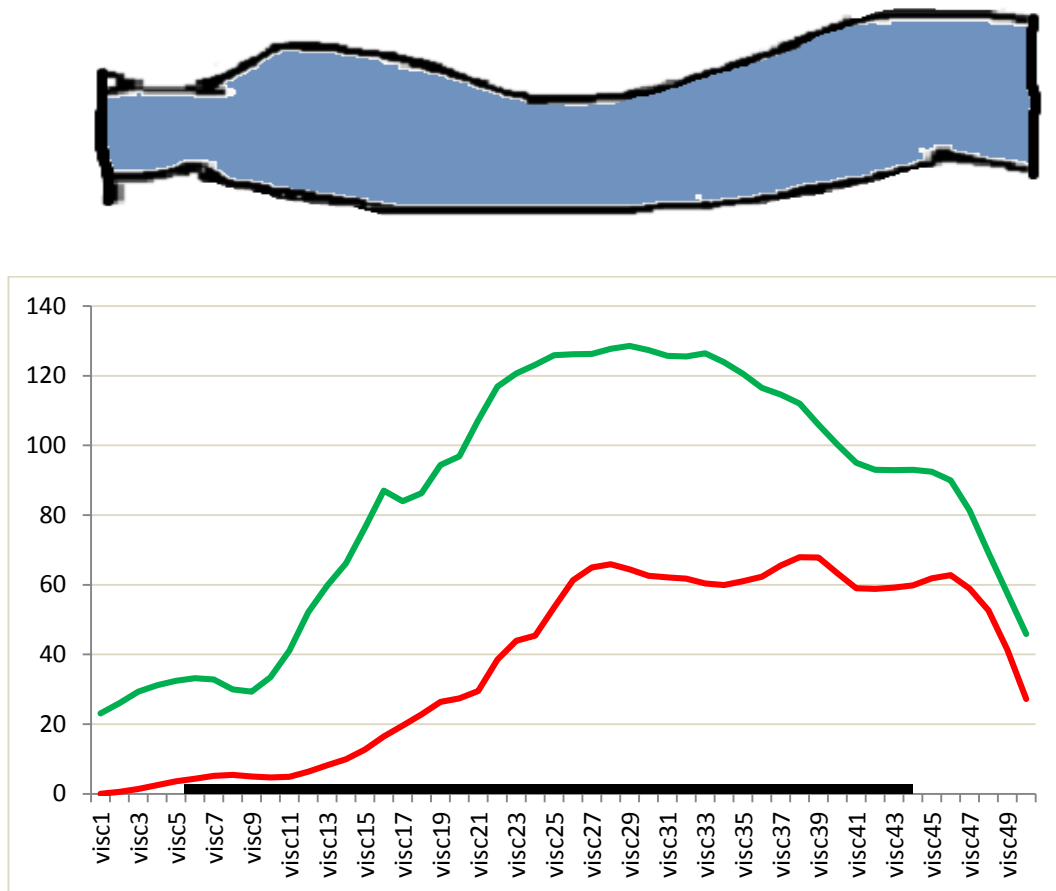


Diagramm 15: Verteilung des standardisierten normierten Viszeralfetts der gesunden und depressiven Frauen
 rot: Mittelwert gesunde Frauen; grün: Mittelwert depressive Frauen; x- Achse: Stützstellen 1–160, y-Achse: Volumendaten mit ‚künstlicher Einheit‘

Es ergaben sich signifikante Unterschiede in den Bereichen 5-44, wohingegen bei den Werten mit prozentualen Anteilen nur ein kleinerer Abschnitt im thorakalen bzw. Oberbauch nachzuweisen war. Die depressiven Frauen wiesen ein deutlich höheres VAT auf. Dies passte zu den ermittelten signifikant größeren Taillenumfängen und des signifikant höheren Viszeralfettanteils (MRT) bei den depressiven Frauen.

3.5.6 Verteilung des prozentualen Viszeralfetts

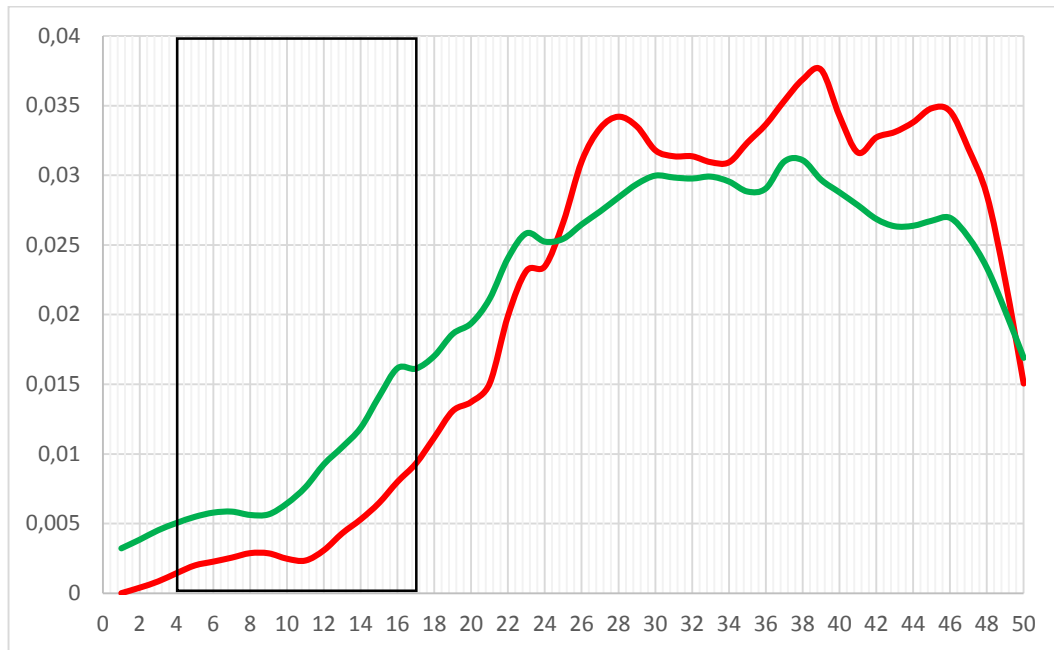


Diagramm 16: Volumenverteilung des prozentualen Viszeralfetts der gesunden und depressiven Frauen

rot: Mittelwert gesunde Frauen; grün: Mittelwert depressive Frauen

x-Achse: Einzelschichten entlang der Körperachse; y-Achse: prozentualer Anteil

Signifikante Unterschiede ergaben sich im Bereich der Positionen 4-17 im thorakalen Abschnitt. Es wurden aufgrund des höheren Taillenumfangs und des größeren Viszeralfettanteils pro Gesamtvolumen eher signifikante Unterschiede im Mittel-/Unterbauchbereich erwartet. Die depressiven Frauen wiesen im Oberbauch höhere Fettanteile auf, während die gesunden Frauen dann ab ca. Zwerchfellhöhe größere Fettanteile abdominell zeigten, hier jedoch ohne signifikante Unterschiede.

3.5.7 Verteilung des standardisierten normierten Subkutanfetts

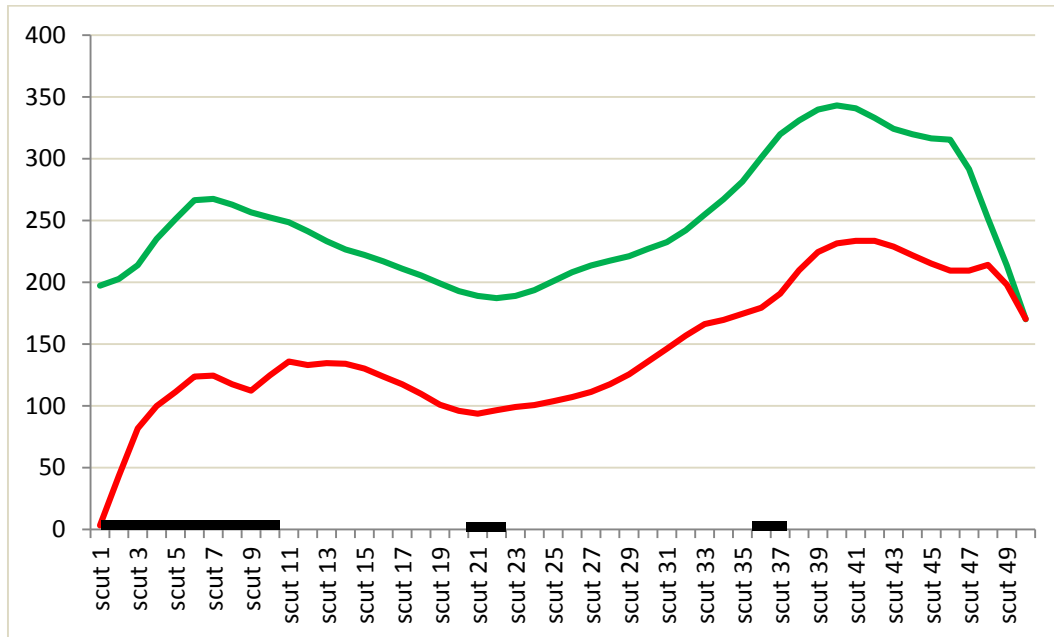
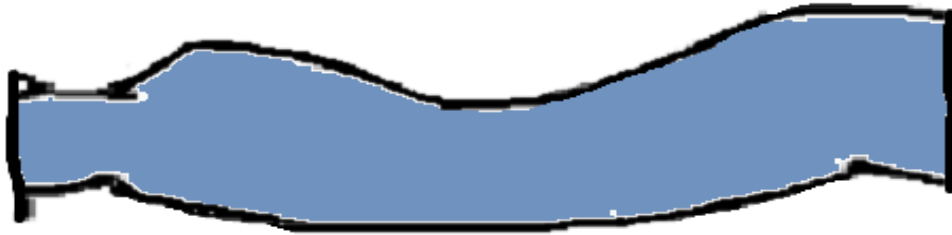


Diagramm 17: Verteilung des standardisierten normierten Subkutanfetts der gesunden und depressiven Frauen

rot: Mittelwert gesunde Frauen; grün: Mittelwert depressive Frauen

x- Achse: Stützstellen 1–160, y-Achse: Volumendaten mit ‚künstlicher Einheit‘

Im Vergleich der Subkutanfettverteilung zwischen gesunden und depressiven Frauen ergaben sich signifikante Unterschiede in den Volumenbereichen 1-10, 20-22 und 35-37. Die depressiven Frauen zeigten konstant höhere Subkutanfettvolumina, wobei hier v.a. im oberen Abschnitt signifikante Werte zu finden waren. Die depressiven Frauen wiesen ein durchschnittlich größeres Subkutanfettvolumen (MW 14,45 l) als die gesunden Frauen (MW 8,65 l) auf, signifikante Unterschiede waren durchschnittlich nicht zu ermitteln ($p=0,067$, s. Tabelle 4).

3.5.8 Verteilung des prozentualen Subkutanfetts

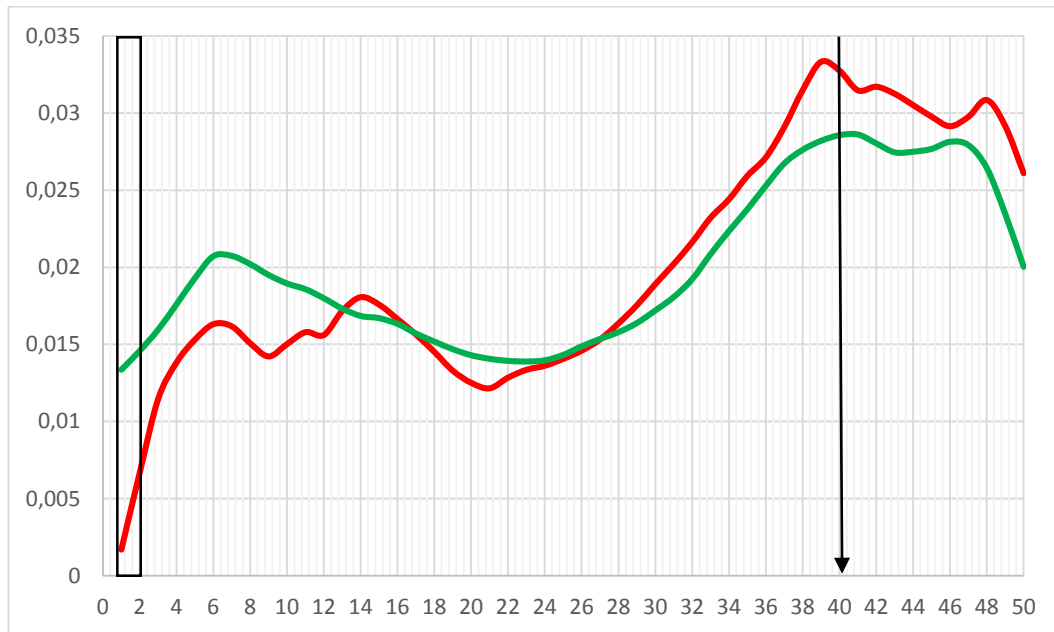


Diagramm 18: Verteilung des prozentualen Subkutanfetts der gesunden und depressiven Frauen

rot: Mittelwert gesunde Frauen; grün: Mittelwert depressive Frauen; x-Achse: Einzelschichten entlang der Körperachse; y-Achse: prozentualer Anteil

Signifikante Unterschiede ergaben sich bei den Positionen 1-2 und 40. Lediglich am zervikothorakalen Übergang waren zwei signifikante Schichten zu ermitteln. Eine einzelne weitere signifikante Schicht war abdominell abgrenzbar.

Es fanden sich bei den gesunden und depressiven Frauen signifikante Unterschiede nur beim VAT (s. Tabelle 4) und VAT pro Gesamtvolumen. Bei der prozentualen Verteilung des VAT sind die signifikanten Unterschiede bei den depressiven Frauen v.a. im Oberbauch zu finden.

Insgesamt zeigten die depressiven Frauen durchschnittlich ein größeres Gesamtkörpervolumen, Fettvolumen, VAT und SCAT.

3.6 Nebennierenvolumen, Cortisol

3.6.1 Vergleich des Nebennierenvolumens und des Cortisolspiegels

Tabelle 10 Übersicht Nebennierenvolumen (NNV), Cortisol

Mittelwerte (MW) und Standardabweichungen (SD) des Nebennierengesamtvolumens, des Nebennierenvolumens pro Gesamtkörpervolumen und des Speichelcortisolspiegels (9 und 16 Uhr). Mittelwertvergleich zwischen den Gruppen; p=Wert Signifikanzniveau des Tests

	Gesunde Männer MW (SD) n=14	p-Wert	Gesunde Frauen MW (SD) n=10	p-Wert	Depressive Frauen MW (SD) n=11
Nebennieren- gesamtvolumen (ml)	9,84 (4,16)	0,001	4,91 (2,82)	0,145	6,93 (3,72)
NNV pro Gesamt- körpervolumen (ml)	0,12 (0,08)	0,01	0,08 (0,04)	0,389	0,09 (0,04)
Cortisol (µg/l) 9 und 16 Uhr	4,2 (4,29)	0,081	8,10 (6,18)	0,887	8,65 (10,25)
WHR	0,97 (0,05)	≤ 0,001	0,82 (0,04)	0,091	0,87 (0,1)

Im Vergleich des Nebennierengesamtvolumens (NNV) zwischen gesunden Männern und Frauen ergaben signifikant größere Volumina bei den Männern (Männer 9,84 ml (MW), Frauen 4,91 ml (MW), p=0,001).

Der ermittelte Cortisolwert ergab zwischen den Männern und Frauen keine signifikanten Unterschiede.

Die gesunden und depressiven Frauen zeigten keine signifikanten Unterschiede des NNV oder des Cortisolspiegels.

3.6.2 Streudiagramme: Vergleiche und Korrelationen

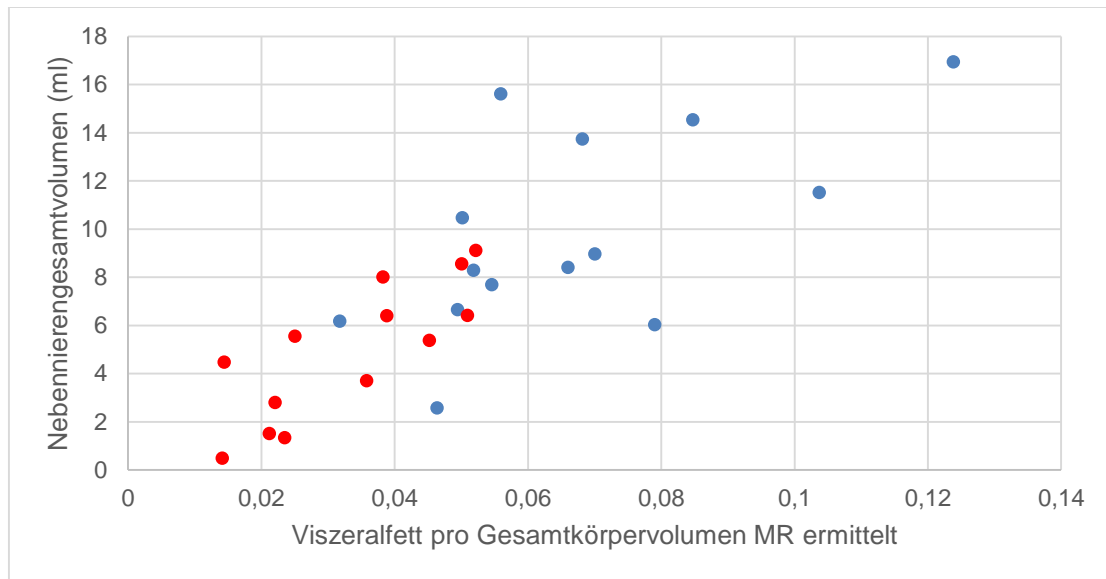


Diagramm 19 : Viszeralfett pro Gesamtkörpervolumen (MR-ermittelt) und Nebennierengesamtvolumen der gesunden Männer und Frauen
blau: gesunde Männer, rot: gesunde Frauen; x-Achse: Viszeralfett pro Gesamtkörpervolumen (MR-ermittelt); y-Achse: Nebennierengesamtvolumen (ml)

Bei der Korrelation des viszeralen Fettes pro Gesamtkörpervolumen (mittels MRT) und dem Nebennierengesamtvolumen ergaben sich signifikante Werte (Korrelationskoeffizient nach Pearson $r=0,696$; Signifikanz $p<0,001$). Es zeigte sich bei den gesunden Frauen im Vergleich zu den Männern eine geringere Streuung.

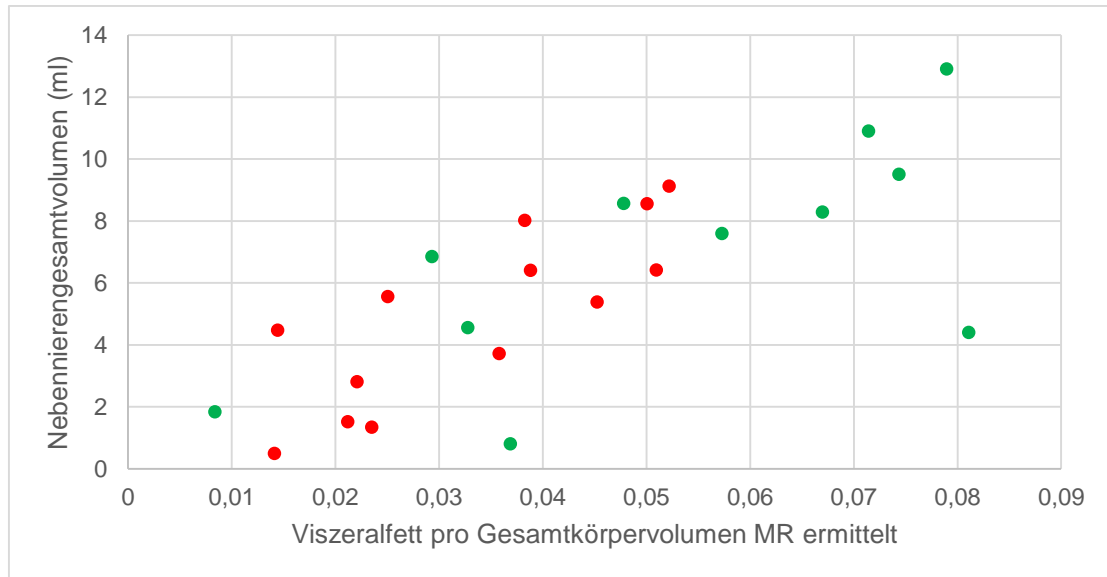


Diagramm 20: Viszeralfett pro Gesamtkörpervolumen (MR-ermittelt) und Nebennierengesamtvolumen der gesunden und depressiven Frauen
 rot: gesunde Frauen; grün: depressive Frauen; x-Achse: Viszeralfett pro Gesamtkörpervolumen (MR-ermittelt); y-Achse: Nebennierengesamtvolumen (ml)

Bei der Korrelation des Viszeralfettes und des Nebennierengesamtvolumens ergaben sich bei den Frauen (gesund und depressiv) signifikante Korrelationen (Pearson-Korrelationskoeffizient $r=0,745$, Signifikanz $p<0,0004$).

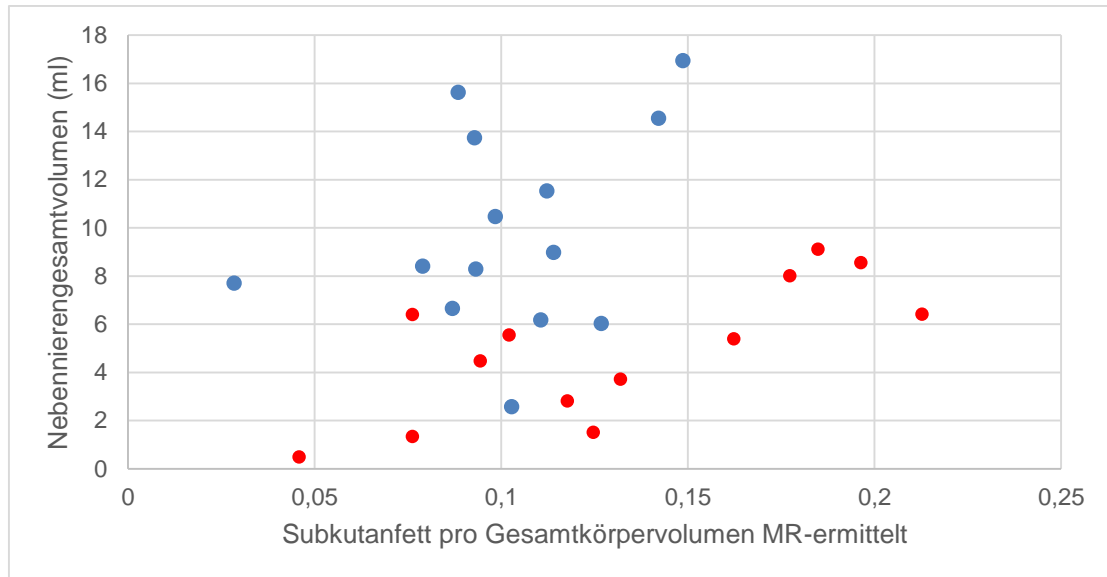


Diagramm 21: Subkutanfettanteil pro Gesamtkörpervolumen (MR-ermittelt) und Nebennierengesamtvolumen der gesunden Männer und Frauen
 Blau: gesunde Männer; rot: gesunde Frauen; x-Achse: Subkutanfett pro Gesamtkörpervolumen (MR-ermittelt); Nebennierengesamtvolumen (ml)

Es ließen sich signifikante Korrelationen des Subkutanfetts pro Gesamtvolumen und des Nebennierenvolumens (Korrelationskoeffizient nach Pearson $r=0,731$, Signifikanz $p<0,001$) nachweisen.

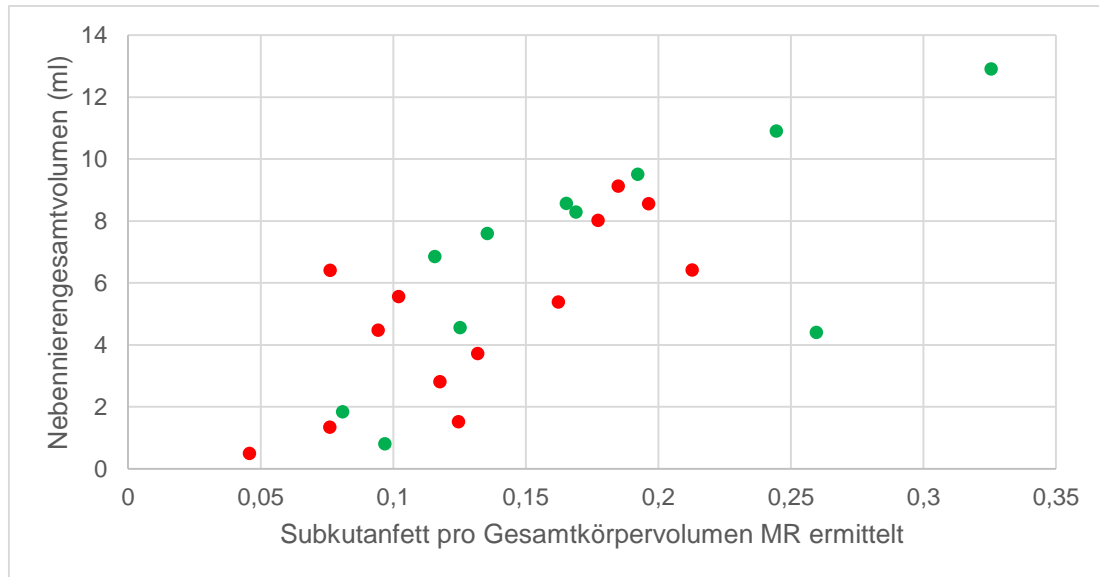


Diagramm 22: Subkutanfettanteil pro Gesamtkörpervolumen (MR-ermittelt) und Nebennierengesamtvolumen der gesunden und depressiven Frauen
 rot: gesunde Frauen; grün: depressive Frauen; x-Achse: Subkutanfett pro Gesamtkörpervolumen (MR-ermittelt); Nebennierengesamtvolumen (ml)

Es zeigten sich signifikante Korrelationen des Subkutanfetts pro Gesamtvolumen und des Nebennierenvolumens (Korrelationskoeffizient nach Pearson $r=0,731$, Signifikanz $p<0,001$).

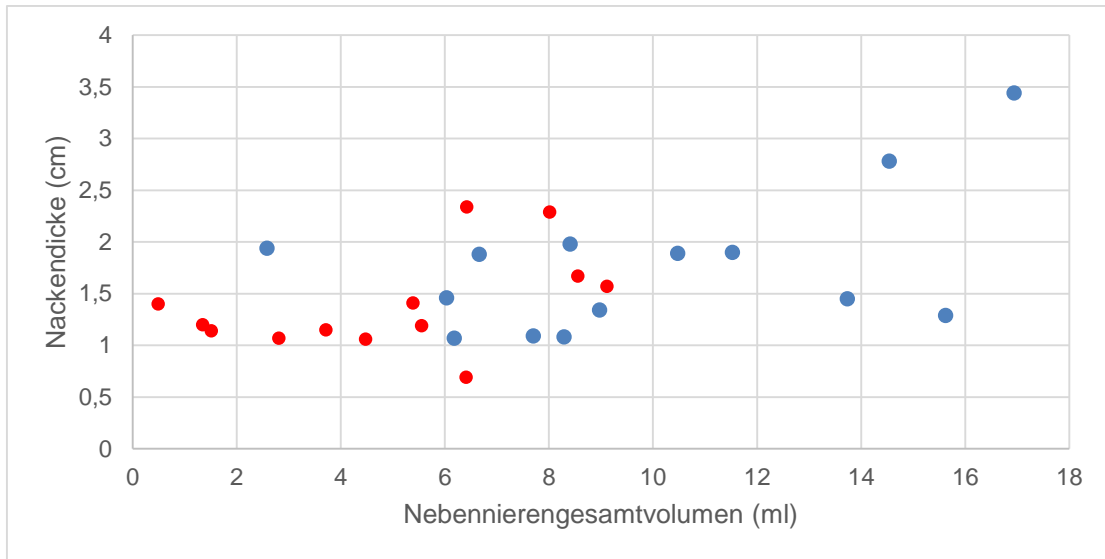


Diagramm 23: Nebennierengesamtvolumen und Nackendicke der gesunden Männer und Frauen

blau: gesunde Männer, rot: gesunde Frauen; x-Achse: Nebennierengesamtvolumen (ml); y-Achse: Nackendicke (cm)

Die gesunden Männer hatten durchschnittlich ein (signifikant) größeres Nebennierenvolumen. Es waren keine positiven oder negativen Korrelationen des Nebennierengesamtvolumens und der Nackendicke zu finden.

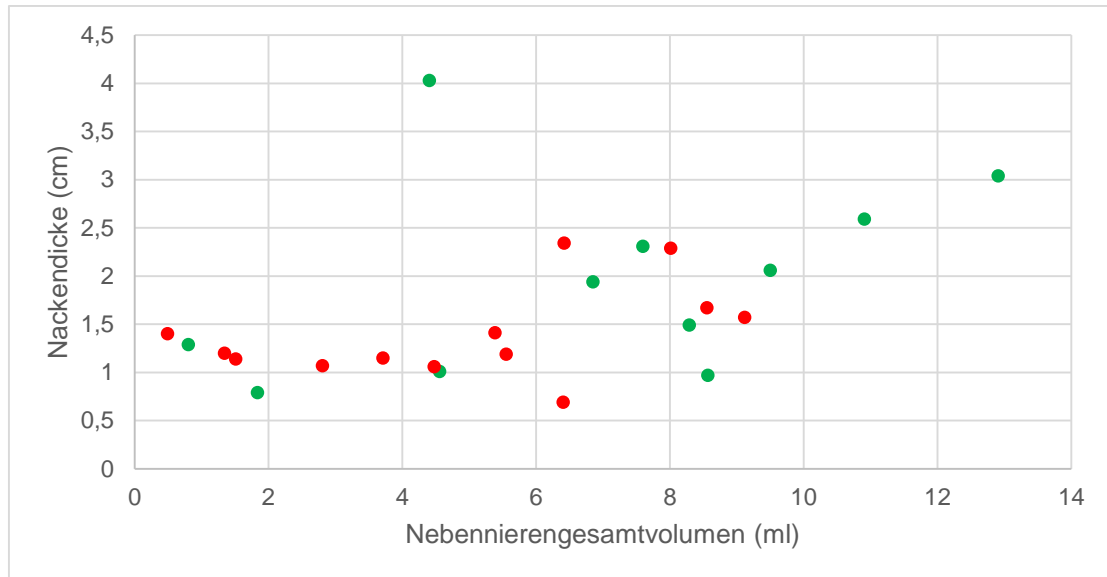


Diagramm 24: Nebennierengesamtvolumen und Nackendicke der gesunden und depressiven Frauen
 rot: gesunde Frauen; grün: depressive Frauen; x-Achse: Nebennierengesamtvolumen (ml); y-Achse: Nackendicke (cm)

Die gesunden Frauen zeigten eine geringere Nackendicke und eher kleinere Nebennierenvolumina, wobei sich hier keine signifikanten Werte ermitteln ließen.

3.7 Korrelation des BDI und HAMD mit dem Fettanteil und dem abdominellen und subkutanen Fettanteil pro Gesamtkörpervolumen

Tabelle 11 BDI und HAMD in Korrelation mit dem Fettanteil, dem VAT und SCAT pro Gesamtvolumen (MR-ermittelt)

BDI=Beck'sches Depressionsinventar, HAMD=Hamilton rating scale for depression; VAT=visceral adipose tissue, SCAT=subcutaneous adipose tissue
Korrelationskoeffizient r (nach Pearson), p-Wert: Signifikanzniveau des Tests

	MRT		
	Fettanteil	VAT pro Gesamtvolumen	SCAT pro Gesamtvolumen
BDI	r=0,297, p=0,158	r=0,331, p=0,115	r=0,284, p=0,178
HAMD	r=-0,094, p=0,784	r=-0,269, p=0,424	r=-0,252, p=0,454

Die Korrelation der Depressivitätsscores BDI und HAMD (Grad der Depression) mit dem Fettanteil, des VAT pro Gesamtvolumen und SCAT pro Gesamtvolumen ergaben keine bzw. nur schwache signifikante Zusammenhänge.

4 Diskussion

4.1 Ziel 1

Vergleich der Fettverteilung zwischen gesunden Frauen und Männern mittels einfacher anthropometrischer Datenerfassung, Bioimpedanzmessung (Körperanalysewaagen) und mittels MRT bestimmter Körperfettverteilung.

Die Verteilung des Körperfetts spielt eine Rolle beim sog. Metabolischen Syndrom (MeS), wobei hierbei v.a. der Bauchumfang bzw. das Viszeraalfett (VAT) eine wichtige Rolle spielt. Durch die Erfassung der Gesamtkörperfettverteilung anhand MR-Ganzkörperscans, welche an der Universität Tübingen (Sektion Experimentelle Radiologie) entwickelt wurden [52], kann die nicht-invasive Bestimmung der Fettverteilung entlang der Körperachse durchgeführt werden. Hiermit ist eine Unterscheidung zwischen Körpergesamtvolumen, Gesamtfettvolumen (TAT=total adipose tissue), Viszeraalfettvolumen (VAT=visceral adipose tissue) und Subkutanfettvolumen (SCAT=subcutaneous adipose tissue) am Körperstamm möglich. Die Methode ist nicht-invasiv, teuer und daher nicht immer durchführbar. Deshalb wurden auch unterschiedliche ‚einfachere‘ Methoden zur Bestimmung der Fettverteilung herangezogen und mit den MR-Daten korreliert, um herauszufinden, ob hier hinreichende Genauigkeiten bei der Fettgehaltsbestimmung erreicht werden.

In Studien wird die Hydrodensitrometrie als Goldstandard für die Bestimmung des Körperfettgehalts angegeben [145]. Andere Methoden wie die DXA, Hautfaltenmessungen, Ultraschall [146,147], Bioimpedanzmessungen (BIA) sowie Schnittbildverfahren wie CT oder MRT zeigen Korrelationen mit dem Goldstandard des Unterwasserwiegens [82]. Eine Unterscheidung zwischen SCAT und VAT ist durch manuelle Segmentation möglich.

Hautfalten (Kalipermertrie)

Die beiden Hautfalten (abdominell, suprailiaka) sollten als ‚einfaches‘ Maß zur Bestimmung des Subkutanfettgehalts dienen. Um den Gesamtkörperfettgehalt

zu bestimmen (%) sollten mindestens vier repräsentative Hautfalten herangezogen werden. Insgesamt ergaben sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den gesunden Männern und Frauen bei den mittels Kaliper bestimmten Hautfaltendicken. Es zeigte sich, dass die alleinige Messung einer Hautfalte durch die großen Schwankungen zur einfachen Körperfettgehaltsbestimmung nicht geeignet war. In unserer Studie wurden die Hautfaltenmessungen von einer Person ausgeführt, um untersucherabhängige Schwankungen zu vermeiden [148].

Taillenumfang/Hüftumfang

Der Taillenumfang war bei den Männern (95,29 cm (MW)) im Vergleich zu den Frauen (76,85 cm (MW), $p < 0,001$) signifikant größer. Beim ermittelten Hüftumfang ließen sich jedoch keine signifikanten Unterschiede zwischen Männern und Frauen finden (Männer 97,82 cm (MW), Frauen 93,77 cm (MW), $p = 0,251$). Die alleinige Messung des Taillenumfang ist zur Abschätzung des Viszeralfetts geeignet [59].

WHR/BMI

Die Männer wiesen im Vergleich zu den Frauen eine signifikant höhere WHR auf (Männer 0,97 (MW), Frauen 0,82 (MW), $p < 0,001$). Der BMI zeigte im Vergleich der Männer mit den Frauen ebenfalls signifikant höhere Werte bei den Männern (25,83 kg/m² (MW), Frauen 22,94 kg/m² (MW), $p = 0,033$). Die untersuchten Männer wurden somit als übergewichtig kategorisiert (Präadipositas BMI zwischen 25-29,9 kg/m²), die Frauen als normalgewichtig.

In früheren Studien wurde postuliert (WHO) dass mit steigendem BMI das Risiko, kardiovaskuläre Erkrankungen zu entwickeln, erhöht sei [149]. In einer Studie aus 2010 wurde jedoch gezeigt, dass der BMI im Gegensatz zur WHR kein Prädiktor des Risikos für kardiovaskuläre Erkrankungen ist [17]

Der BMI ist altersunabhängig. Eine Anpassung des BMI-Wertes an das Lebensalter wird diskutiert, wobei in Studien [16] gezeigt werden konnte, dass das Erkrankungsrisiko im höheren Alter bei steigendem BMI nicht geringer wird.

Die höheren Fettvolumina im Bauchbereich stehen bei Männern durch die hormonelle Aktivität der Adipozyten in Zusammenhang, die Einfluss auf Fettgewebshormone (Adipokine) [130,150,151] nehmen.

BIA

In der Studie wurden drei unterschiedliche Impedanz-Messgeräte bzw. Körperfettwaagen benutzt. Der NAI_S body fat watcher leitete den Körperwiderstand über zwei Handelektroden ab und erfasste v.a. die oberen Extremitäten und den Rumpf. Das zweite Gerät von Tanita ermittelte den Körperwiderstand über zwei Fußelektroden und errechnete somit den Körperfettgehalt (v.a. untere Extremitäten/Rumpf). Das dritte Körperanalysegerät InBody war am aufwändigsten, am teuersten und kombinierte beide o.g. Methoden.

Insgesamt fand sich bei den untersuchten Männern bei allen drei Körperanalysegeräten ein signifikant geringerer Fettanteil als bei den Frauen. (NAI_S: Männer 23,66%(MW), Frauen 30,72% (MW), p=0,001; Tanita: Männer 21,13% (MW), Frauen 29,75% (MW), p=0,001; InBody: Männer 18,78% (MW), Frauen (24,11% (MW),p=0,033).

Das Körperanalysegerät NAI_S ermittelte im Vergleich mit den beiden anderen Fettwaagen insgesamt größere Fettanteile, wohingegen die InBody-Waage die geringsten Fettanteile ermittelte und im Vergleich zu den beiden anderen Waagen teilweise ca. 2 – 5 % kleinere Werte bei den Männern und ca. 5 - 7% bei den Frauen errechnete. Die Fettanteile, welche durch die beiden anderen Geräte ermittelt wurden, zeigten nur geringere Unterschiede. Das liegt a.e. an der differenten Ableitung des Körperwiderstands der Körperanalysegeräte [152]

MRT

Die Bestimmung der Körperfettverteilung mittels MRT wurde als die genaueste Methode postuliert.

Es wurde das Gesamtkörpervolumen (TT=total tissue) und das Gesamtfettvolumen (TAT=total adipose tissue) sowie die Fettverteilung in die abdominellen und subkutanen Kompartimente mittels MRT bestimmt (in l=Liter)

und zwischen Männern und Frauen verglichen. Hier zeigten die Männer ein signifikant größeres Gesamtvolumen (80,03 l (MW)) im Vergleich zu den Frauen (62,5 l (MW), $p=0,002$). Beim Fettanteil pro Gesamtvolumen wiesen die Frauen den signifikant größeren Anteil (0,44 (MW)) im Vergleich zu den Männern (0,37 (MW), $p=0,024$) auf [153]. Dies konnte schon in den Bioimpedanzmessungen gezeigt werden.

Im Vergleich des TAT bzw. des SCAT zwischen gesunden Männern und Frauen fanden sich keine signifikanten Unterschiede.

Eine wichtige Unterscheidung zwischen Männern und Frauen zeigte sich beim Viszeralfettvolumen, wobei das VAT bei den Männern signifikant größer war (Männer 5,55 l (MW), Frauen 2,19 l (MW), $p=0,001$). Im Rahmen des Metabolischen Syndroms ist das Viszeralfettvolumen als wichtiger Risikofaktor für kardiovaskuläre Erkrankungen zu sehen [1].

Nach der Durchführung der Ganzkörperscans wurden anhand der Volumendaten standardisierte Profile errechnet und die Körperfettverteilung entlang der Körperlängsachse graphisch dargestellt. Es wurden signifikante Unterschiede zwischen Männern und Frauen in verschiedenen Körperabschnitten gefunden. Der Gesamtkörperfettanteil pro Gesamtkörpervolumen war bei den gesunden Frauen größer. Dies entspricht den bekannten größeren Fettanteilen der Frauen. Es sind ausgeprägte Unterschiede der Fettverteilung im Schulterbereich nachzuweisen.

Beim Viszeralfett wurden wie erwartet die höheren Volumina bei den Männern erfasst, dies passte auch zu den größeren Bauchumfängen und der größeren WHR.

Das MR-ermittelte Subkutanfettvolumen thorakoabdominell weist bei den gesunden Männern und Frauen keine signifikanten Unterschiede auf. Bei den Frauen wurden hier deutlich höhere Anteile bzw. eindeutigere Unterschiede erwartet, da Frauen eine eher hüftbetonte Fettverteilung zeigen.

4.2 Ziel 2

Vergleich der Fettverteilung zwischen depressiven Patientinnen und gesunden Frauen anhand anthropometrischer Datenerfassung, Bioimpedanz (Körperanalysewaagen) und mittels MRT bestimmter Fettverteilung.

Hautfalten (Kalipermetrie)

Die beiden gemessenen Hautfalten abdominell und suprailiakkal als Hinweis auf den subkutanen Körperfettgehalt ergaben keine signifikanten Unterschiede zwischen gesunden und depressiven Frauen (abdominell: gesunde Frauen 29% (MW), depressive Frauen 32,33% (MW), $p=0,42$; suprailiakkal: gesunde Frauen 24,08%, depressive Frauen 24%, $p=0,98$). Die alleinige Bestimmung der Hautfalten keine Aussage über den Körperfettgehalt zu.

Taillenumfang/Hüftumfang

Der Taillenumfang war bei den depressiven Frauen signifikant größer (92,23 cm (MW)) als bei den gesunden Frauen (76,85 cm (MW), $p=0,022$). Der Taillenumfang ist für die Abschätzung des VAT geeignet [59]. Auch der Hüftumfang zeigte bei den depressiven Frauen signifikant größere (105,23 cm (MW), $p=0,029$) Werte als bei den gesunden Frauen (93,77 cm (MW)).

WHR/BMI

Bei der WHR ließen sich zwischen gesunden und depressiven Frauen keine signifikanten Unterschiede finden (gesunde Frauen 0,82 (MW); depressive Frauen 0,87 (MW), $p=0,091$). Der BMI wies im Vergleich der gesunden mit den depressiven Frauen jedoch signifikante Unterschiede auf, wobei die depressiven Frauen die höheren Werte aufwiesen (gesunde Frauen: 22,94 kg/m² (MW), depressive Frauen 27,78 kg/m² (MW), $p=0,039$).

BIA

Der Fettanteil, welcher durch die drei Körperanalysewaagen (NAiS, Tanita, InBody) ermittelt wurde, war bei den depressiven Frauen signifikant größer (NAiS: gesunde Frauen: 30,72% (MW), depressive Frauen 37,35% (MW),

$p=0,026$; Tanita: gesunde Frauen (29,75% (MW), depressive Frauen 37,57% (MW), $p=0,022$); InBody: gesunde Frauen 24,11% (MW), depressive Frauen 34,29% (MW), $p=0,006$). Hier ermittelte das Handgerät NAI5 größere Fettanteile als die beiden anderen Waagen. Die kleinsten Fettanteile errechnete die InBody-Waage. Dies liegt möglicherweise an der differenten Ableitung der drei Geräte, wobei das Körperanalysegerät NAI5 über Handelektroden, die Tanita-Waage über Fußelektroden und das InBody-Gerät über Hand- und Fußelektroden, den Körperwiderstand ableitete.

MRT

Die gesunden und depressiven Frauen unterschieden sich bezüglich des Gesamtkörpervolumens, des Fettvolumens, des Subkutanfettvolumens und des Fettanteils pro Gesamtkörpervolumen nicht.

Wichtige signifikante Unterschiede zwischen gesunden und depressiven Frauen zeigten sich nur beim VAT und beim VAT pro Gesamtvolumen (VAT gesunde Frauen: 2,19 l (MW), depressive Frauen: 4,48 l MW, $p=0,018$; VAT pro Gesamtvolumen: gesunde Frauen 0,07 (MW), depressive Frauen (0,03, $p<0,001$). D.h. dass sich die gesunden und depressiven Frauen bei der Fettverteilung und des Gesamtvolumens nur durch das VAT unterscheiden ließen.

4.3. Ziel 3

Korrelation von Daten handelsüblicher Messgeräte (Körperanalysewaagen) und anthropometrischer Datenerfassung mit den Daten, die anhand der MRT-Untersuchung ermittelt wurden.

Ziel: Evaluation einfacher Methoden zur möglichst genauen Voraussage bestimmter Körperfettvolumina und Voraussage des Körperfettvolumens bzw. – Anteils.

Hautfalten/MRT

Bei den Männern zeigten sich nur schwach bis mäßige Korrelationen der Körperfettkompartimente TAT ($\rho=0,452$, $p=0,059$), VAT ($\rho=0,249$, $p=0,318$) und

SCAT ($\rho=0,444$, $p=0,65$) mit der abdominellen Hautfalte als Hinweis auf den Subkutanfettgehalt.

Bei den Frauen waren die Korrelationen der abdominellen Hautfalte mit den Fettkompartimenten jedoch höher (TAT $\rho=0,580$, $p<0,0004$; VAT $\rho=0,505$, $p=0,004$; SCAT $\rho=0,795$, $p<0,0004$). Die höchste Korrelation war mit dem SCAT zu finden. Die abdominelle Hautfaltendicke scheint zumindest bei den Frauen als ‚einfachere‘ Methode geeignet, den Subkutanfettgehalt näherungsweise zu bestimmen.

Die nur schwachen Korrelationen der Männer der abdominellen Hautfalte mit den Körperfettkompartimenten könnte an der generell unterschiedlichen Fettverteilung zwischen Männern und Frauen liegen sowie an der kleineren Untersuchungszahl der Männer in dieser Studie [144].

Taillenumfang/MRT

Beim Taillenumfang ergaben sich insgesamt (d.h. alle Männer und alle Frauen) signifikante Korrelationen der Körperfettkompartimente TAT, VAT und SCAT, wobei das TAT und VAT mit Korrelationskoeffizienten von $\rho=0,697$ (TAT) und $\rho=0,650$ (VAT) deutliche Signifikanzen zeigte und das SCAT mit dem Taillenumfang hochsignifikant korrelierte ($\rho=0,816$). Das Signifikanzniveau lag bei allen Kompartimenten bei $p<0,0004$. Aufgrund der unterschiedlichen Körperfettverteilung zwischen Männern und Frauen wurden die Daten zusätzlich getrennt nach Geschlecht ausgewertet.

Bei den Männern zeigten sich gleich hohe Korrelationen des TAT und SCAT mit dem Taillenumfang (jeweils $\rho=0,851$, $p<0,0004$). Die Korrelation des Taillenumfangs mit dem VAT war schwächer ausgeprägt ($\rho=0,697$, $p=0,001$). Bei den Männern ist eine eindeutige Zuordnung des TAT- oder SCAT-Kompartiments zum Taillenumfang nicht möglich.

Das Fettverteilungsmuster bei den Männern mit einer stammbetonten Körperform konnte bestätigt werden [61].

Die Frauen wiesen ebenfalls signifikante Korrelationen der Fettkompartimente mit dem Taillenumfang auf, wobei das SCAT die höchsten Korrelationen zeigte ($\rho=0,826$, $p<0,0004$). Die Korrelationen mit dem TAT ($\rho=0,689$, $p<0,0004$) und

dem VAT ($\rho=0,723$, $p<0,0004$) waren schwächer [144]. Bei den Frauen scheint als Maß für das SCAT der Taillenumfang am besten geeignet.

Aus Studien ist bekannt, dass der Taillenumfang zur Abschätzung des VAT geeignet ist [3,59,144].

Hüftumfang/MRT

Beim Hüftumfang fanden sich bei den Männern deutliche Korrelationen mit dem TAT ($\rho=0,608$, $p=0,007$) und dem SCAT ($\rho=0,724$, $p=0,001$). Das VAT weist mit einem Korrelationskoeffizienten (Spearman) von $\rho=0,414$ nur einen schwachen Zusammenhang mit dem Taillenumfang auf. Der Hüftumfang eignet sich bei den Männern zur Abschätzung des SCAT am besten.

Bei den Frauen waren die signifikanten Korrelationen des Hüftumfangs mit den Fettkompartimenten deutlich höher. Die im Vergleich geringste Korrelation bestand beim VAT ($\rho=0,680$, $p<0,0004$). Höhere Korrelationen fanden sich dann mit dem TAT ($\rho=0,747$, $p<0,0004$) und v.a. mit dem SCAT ($\rho=0,754$, $p<0,0004$). Insgesamt ist der Hüftumfang bei Männern und Frauen als Hinweis auf das SCAT am besten verwertbar.

WHR/MRT

Bei der Korrelation der WHR mit den Körperfettkompartimenten zeigten sich bei den Männern und Frauen insgesamt die höchsten Korrelationen beim SCAT ($\rho=0,608$, $p<0,0004$) und beim VAT ($\rho=0,524$, $p<0,0004$). Die Korrelation mit dem TAT war schwach ausgeprägt ($\rho=0,425$, $p<0,0004$).

Bei der Untersuchung getrennt nach Geschlecht fanden sich bei den Männern nahezu gleich hohe Korrelationen der WHR mit dem TAT ($\rho=0,682$, $p=0,002$) und dem VAT ($\rho=0,683$, $p=0,002$). Die Korrelation der WHR mit dem SCAT ergab die geringsten Werte ($\rho=0,512$, $p=0,030$). In vorangegangenen Studien konnte gezeigt werden, dass die WHR als Hinweis auf das VAT zu verwenden ist [154]. Um dies zu bestätigen, darf in unserer Studie das TAT bei nahezu gleich hohen Korrelationen mit dem VAT nicht berücksichtigt werden. Ansonsten ließe sich bei den Männern der WHR kein spezifisches Fettkompartiment zuordnen, um dieses zu evaluieren.

Die Frauen wiesen die geringsten Korrelationen der WHR mit dem TAT auf ($\rho=0,380$, $p=0,009$). Höhere Korrelationen fanden sich beim VAT ($\rho=0,520$, $p<0,0004$) und v.a. beim SCAT ($\rho=0,632$, $p<0,0004$) der Frauen mit der WHR. Die WHR lässt bei den Frauen somit auf den SCAT-Anteil schließen.

BMI/MRT

Beim BMI zeigten sich bei allen untersuchten Personen die höchsten Korrelationen mit dem SCAT ($\rho=0,756$, $p<0,0004$), dann mit dem TAT ($\rho=0,655$, $p<0,0004$) und zuletzt mit dem VAT ($\rho=0,576$, $p<0,0004$). In der nach Geschlecht getrennten Auswertung waren bei den Männern die höchsten Korrelationen des BMI mit dem SCAT zu finden ($\rho=0,807$, $p<0,0004$). Geringer ausgeprägte Korrelationen fanden sich dann beim TAT ($\rho=0,679$, $p=0,001$) und VAT ($\rho=0,624$, $p=0,004$) mit dem BMI bei den Männern.

Auch die Frauen zeigten die höchsten Korrelationen des BMI mit dem SCAT ($\rho=0,752$, $p<0,0004$) und geringere Korrelationen mit dem TAT ($\rho=0,655$, $p<0,0004$) und VAT ($\rho=0,576$, $p<0,0004$).

Bei den Männern und Frauen ist der BMI als Hinweis auf das SCAT geeignet, wobei bei den Frauen der Taillenumfang höhere Korrelationen erbrachte und hier am besten einzusetzen wäre.

In Studien zeigte sich, dass die alleinige BMI-Bestimmung zur Abschätzung des Körperfetts (TAT) nicht geeignet war [155]. Als bessere Abschätzung des TAT eignet sich der Taillenumfang.

BIA/MRT

Bei den drei verwendeten Körperanalysegeräten errechnete die InBody-Waage die geringsten Körperfettanteile und das Handgerät die höchsten Fettanteile was berücksichtigt werden sollte. Ein mehrfacher Wechsel der unterschiedlichen Analysegeräte ist im Verlauf deshalb nicht zu empfehlen. Außerdem wurden die Probanden und Patientinnen mit allen drei Körperanalysegeräten am selben Tag untersucht, um Schwankungen des Körperwiderstands bzw. des Körpergewichts auszuschließen.

Die folgenden Werte beziehen sich auf alle untersuchten Personen. Es fanden sich signifikante Korrelationen des Körperfettgehalts (%), welcher mit den drei Körperanalysegeräten bestimmt wurde und mit den MR-ermittelten Fettkompartimenten TAT und SCAT (TAT: NAI_S: $\rho=0,737$; Tanita: $\rho=0,776$; InBody: $\rho=0,717$; SCAT: NAI_S: $\rho=0,680$; Tanita: $\rho=0,729$; InBody: $\rho=0,717$; Signifikanzniveau insgesamt $p<0,0004$).

Dennoch gab es keine bzw. nur schwache signifikante Korrelationen der Bioimpedanzdaten mit dem VAT.

In einem zweiten Schritt wurden dann die Frauen separat mit den Körperfettkompartimenten und den Körperfettwaagen korreliert, da Frauen im Vergleich zu den Männern eine differente Fettverteilung aufweisen. Desweiteren wurden insgesamt mehr Frauen (gesunde und depressive Frauen) untersucht. Hier ergab sich dann die höchste Korrelation des mittels BIA ermittelten Fettanteils und dem Fettanteil pro Gesamtkörpervolumen bei der Tanita-Waage ($r=0,913$), dann beim Handgerät NAI_S ($r=0,880$) und zuletzt bei der InBody-Waage ($r=0,850$). Somit weist das teuerste und als am genauesten postulierte Gerät (InBody) die geringste Korrelation auf, d.h. zur Erfassung des TAT am Gesamtvolumen sind die günstigeren Geräte besser geeignet.

In vorangegangenen Studien zeigten sich Ungenauigkeiten bei der Verwendung unterschiedlicher Geräte [165] zur Bestimmung der Körperzusammensetzung bzw. des Körperfettgehalts. Es wurde die Bioimpedanzanalyse mit der DEXA verglichen und herausgefunden, dass hier Limitierungen bei der Erfassung der Körperzusammensetzung bestehen [166].

Unsere Ergebnisse zeigten hohe Korrelationen der Bioimpedanzanalyse mit den MR-ermittelten Daten des TAT und SCAT. Es fanden sich jedoch keine signifikanten Korrelationen mit dem VAT, welches insbesondere beim Metabolischen Syndrom und einem erhöhten kardiovaskulären Risiko zu beachten ist. Zuverlässige Erhebungen des VAT ohne bildgebende Verfahren scheinen schwer zu sein.

Die Erfassung der abdominellen Hautfalte scheint nur bei den Frauen als Hinweis auf das Subkutanfett geeignet. Einschränkungen finden sich hier möglicherweise in der Reproduzierbarkeit bei unterschiedlichen Untersuchern. Die fehlende Korrelation liegt mutmaßlich in der allgemein differenten Fettverteilung zwischen Männern und Frauen und der kleineren Untersuchungszahl der Männer.

Der Taillenumfang ist bei den Frauen als alleiniges Maß zur Abschätzung des SCAT geeignet. Auch der Hüftumfang kann als Maß hier eingesetzt werden, die Signifikanzen waren hier nur geringer.

Bei den Männern ist die Abschätzung des SCAT am besten anhand des BMI-Wertes geeignet.

Für die Abschätzung des TAT war bei den Männern und Frauen kein anthropometrisches Maß eindeutig geeignet. Hier kann nicht auf die Schnittbilddiagnostik verzichtet werden.

Auch bei der Abschätzung des VAT (wichtig im Rahmen des Metabolischen Syndroms) zeigte sich kein geeigneter Wert. Somit kann auch für die Bestimmung des VAT nicht auf bildgebende Verfahren verzichtet werden.

Aufgrund der ionisierenden Röntgenstrahlung ist eine Bestimmung des Gesamtkörperfettgewebes mittels CT nicht angezeigt, da hierfür die strenge Rechtfertigung einer Strahlenanwendung bestehen muss [167]. Vor allem bei jüngeren Patient/Innen verbietet sich primär eine CT-Untersuchung aufgrund der o.g. Gründe. Mittels MRT ist eine Bestimmung des Gesamtkörperfetts möglich und der gesamte Körper kann hier in Atemanhalte-technik in ca. 20 bis 30 Minuten untersucht werden [58]. Verlaufskontrollen sind ohne Strahlenrisiko jederzeit zu wiederholen. Der zeitliche Aufwand ist jedoch computertomographisch deutlich geringer (wenige Minuten) und Patienten, die nicht lange still liegen können, können dann schneller untersucht werden. Mittels CT kann jedoch nur eine vordefinierte Schicht, meist auf Höhe des LWK L4/5 [86], gescannt werden, um das Gesamtfettvolumen abzuschätzen. Durch die erwähnte längere Untersuchungsdauer im MRT sollte die Untersuchungsperson mehrmals nacheinander die vorgegebenen Atemkommandos einhalten können, um die durch die Atmung bedingten Artefakte zu vermeiden [73]. Zu beachten sind die

Kontraindikationen, welche eine Untersuchung im MRT verbieten (z.B. Herzschrittmacher). Die Untersuchung mittels MRT ist teurer als im CT. Die Bestimmung des Gesamtkörperfettes ist mittels MRT jedoch genauer [58,60]. Weitere Methoden wie die Hydrodensitometrie und Dilutionsmethoden sind auch im Vergleich zum MRT aufwändiger und wenig praktikabel für größere Untersuchungszahlen.

4.4 Ziel 4

Prüfung, ob hohe Cortisolspiegel mit einem erhöhten Nebennierenvolumen und relativ höheren Abdominalfettmengen bzw. einer größeren Nackendicke einhergehen.

Bei dauerhaftem Stress, wie er während einer depressiven Episode auftritt, werden häufig erhöhte Serumkortisolspiegel und Veränderungen der Körperfettverteilung gefunden [50,51,93]. Beim Hyperkortisolismus (Cushing-Syndrom, M. Cushing) werden u.a. Veränderungen der Körperform beobachtet: die Patienten leiden unter der sog. Stammfettsucht mit dünnen Extremitäten, einem vermehrten Bauchumfang und dem sog. ‚Stiernacken‘. Dies sollte anhand der Speichelkortisolmessung, der Ermittlung des Bauchumfangs bzw. des Viszeralfettvolumens und der Nackendickemessung (MRT) ermittelt werden. Die Speichelkortisolmessung sollte in dieser Studie als kurzfristiger Stressparameter dienen, wobei das NNV eine längerfristige Stressbelastung bzw. eine Volumenzunahme bei hohen Langzeitspiegeln [94,95,97].

Beim MR-ermittelten Bauchumfang zeigten sich signifikant höhere Werte bei den depressiven Frauen (97,26 cm (MW)) im Vergleich zu den gesunden Frauen (82,06 cm (MW), $p=0,017$). Im Vergleich des NNV zwischen gesunden (4,91 ml (MW)) und depressiven Frauen (6,93 ml (MW), $p=0,145$) sowie beim NNV pro Gesamtkörpervolumen (gesunde Frauen 0,08 (MW), depressive Frauen 0,09 (MW), $p=0,389$) waren keine signifikanten Unterschiede nachzuweisen.

Die Korrelation des NNV mit dem Viszeralfett pro Gesamtkörpervolumen bei den gesunden und depressiven Frauen zeigte deutliche Zusammenhänge ($r=0,745$, $p<0,0004$).

Der fehlende Zusammenhang zwischen der Kortisolproduktion im Speichel und dem Nebennierenvolumen hängt mutmaßlich mit der nur zweizeitigen Cortisolmessung zusammen, welche den zirkadianen, pulsatilen Verlauf der Cortisolausschüttung nicht ausreichend abbildet.

Es konnte gezeigt werden, dass der Viszeralfettanteil positiv mit dem Nebennierenvolumen bei den gesunden und depressiven Frauen korrelierte.

Die Nackendicke wies zwischen den gesunden und depressiven Frauen keine signifikanten Unterschiede auf. Das lag möglicherweise an der Lagerung der untersuchten Personen, welche während der Untersuchung in Bauchlage die Arme über den Kopf genommen hatten. Die Hautfaltendicke verändert sich im Nackenbereich je nach Lagerung.

5 Zusammenfassung

Es wurde die Fettverteilung von gesunden Männern und Frauen sowie gesunden und depressiven Frauen mittels MRT untersucht und mit anthropometrischen Körpermaßen, verschiedenen Körperfettanalysegeräten (Bioimpedanzmessung =BIA) verglichen, um evtl. ‚einfachere‘ Methoden zur möglichst genauen Voraussage der Körperfettkompartimente zu finden. Insbesondere ist die Ermittlung des Viszeralfetts (VAT=visceral adipose tissue) wichtig, da es im Rahmen des Metabolischen Syndroms [1] mit einem erhöhten kardiovaskulären Risiko sowie mit psychiatrischen Erkrankungen in Zusammenhang steht. [50,51] Insgesamt gab es signifikante Korrelationen der Werte aller drei BIA-Geräte mit dem Gesamtkörperfettgehalt (TAT=total adipose tissue) und dem Subkutanfett (SCAT=subcutaneous visceral tissue), jedoch nicht mit dem VAT. Eine adäquate Schätzung des VAT war deshalb mittels BIA nicht besonders gut möglich. Die Korrelation des Taillenumfangs mit dem SCAT ergab die höchsten Korrelationen der anthropometrischen Daten bei den Männern und Frauen ($\rho=0,851$, $p<0,004$ bzw. $\rho=0,826$, $p<0,0004$) Das VAT (und TAT) wiesen zwar signifikante

Korrelationen mit den anthropometrischen Daten auf, eine eindeutige Zuordnung einer ‚einfachen‘ Methode als spezifisch für ein spezielles Körperfettkompartiment war jedoch nicht möglich. Schnittbildverfahren wie MRT-Untersuchungen können daher zur Bestimmung des VAT nicht durch einfachere Methoden ersetzt werden.

Insgesamt unterschieden sich die gesunden Frauen von den depressiven Frauen durch ein hochsignifikant höheres Viszeralfettvolumen. Dies entspricht dem Postulat, dass ein erhöhter Stresslevel bei Depressiven mit einem erhöhten VAT einhergeht und zu einem vermehrten kardiovaskulären Risiko führt.

Das Nebennierenvolumen (=NNV), Speichelkortisol, Nackendicke und der Grad der Depression wurden ebenfalls bestimmt. Das Cortisol und das NNV sollten als Stressparameter im Rahmen der Depression dienen. Hier ergaben sich nur signifikante Zusammenhänge des NNV mit einem erhöhten Körperfettvolumen. Es fanden sich keine signifikanten Zusammenhänge des NNV mit den Speichelkortisolwerten.

Die Korrelation des Taillenumfangs mit dem SCAT ergab die höchsten Korrelationen bei den Männern. Das VAT (und TAT) wies keine eindeutigen Korrelationen mit den anthropometrischen Daten auf und eine genaue Vorhersage der Körperfettverteilung ist deshalb nicht möglich. Schnittbildverfahren wie MRT-Untersuchungen können daher zur Bestimmung des VAT nicht durch einfachere Methoden ersetzt werden.

6 Literaturverzeichnis

1. The IDF consensus worldwide definition of the metabolic syndrome. 2006. Brüssel. International Diabetes Federation.
2. Third Report of the Expert Panel on Detection, Evaluation and Treatment of High Blood Cholesterol in Adults (ATP III Final Report). 2002. NHLBI.
3. <http://www.idf.org/metabolic-syndrome>
4. The global burden of diseases, injuries, and risk factors study - Operations Manual Final Draft. 2008, Harvard Initiative for Global Health et al.
5. World Development Report 1993 - Investing in Health. 1993, The World Bank.
6. Kastrup MC and Ramos AB. *Global mental health*. Dan Med Bull, 2007. **54**(1): p. 42-3.
7. Thiemes Innere Medizin: TIM. 1999, Stuttgart; New York: Georg Thieme Verlag.
8. Barth J, Schumacher M, Herrmann-Lingen C. *Depression as a risk factor for mortality in patients with coronary heart disease: a meta-analysis*. Psychosom Med, 2004. **66**(6): p. 802-13.
9. Hauner, *Prävention und Therapie der Adipositas. Evidenzbasierte Diabetes Leitlinie DGG*. 2003.
10. Lakka HM, Laaksonen DE, Lakka TA, Niskanen LK, Kumpusalo E, Tuomilehto J, Salonen JT. *The metabolic syndrome and total and cardiovascular disease mortality in middle-aged men*. Jama, 2002. **288**(21): p. 2709-16.
11. Lakka HM, Lakka TA, Tuomilehto J, Salonen JT. *Abdominal obesity is associated with increased risk of acute coronary events in men*. Eur Heart J, 2002. **23**(9): p. 706-13.
12. Sattar N, Gaw A, Scherbakova O, Ford I, O'Reilly DS, Haffner SM, Isles C, Macfarlane PW, Packard CJ, Cobbe SM, Shepherd J. *Metabolic syndrome with and without C-reactive protein as a predictor of coronary heart disease and diabetes in the West of Scotland Coronary Prevention Study*. Circulation, 2003. **108**(4): p. 414-9.
13. Cornier MA, Dabelea D, Hernandez TL, Lindstrom RC, Steig AJ, Stob NR, Van Pelt RE, Wang H, Eckel RH. *The metabolic syndrome*. Endocr Rev, 2008. **29**(7): p. 777-822.

14. Eckel, RH, Grundy SM, and Zimmet PZ. *The metabolic syndrome*. Lancet, 2005. **365**(9468): p. 1415-28.
15. Limberg. *Dickbäuchige leben gefährlicher: Taillenumfang ist Risikofaktor für Herzinfarkt und Diabetes*. in *73. Jahrestagung der dgk*. 2007. Mannheim.
16. Whitlock G, Lewington S, Sherliker P, Clarke R, Emberson J, Halsey J, Qizilbash N, Collins R, Peto R. *Body-mass index and cause-specific mortality in 900 000 adults: collaborative analyses of 57 prospective studies*. Lancet. 2009 Mar 28;373(9669):1083-96. doi: 10.1016/S0140-6736(09)60318-4.
17. Schneider HJ, Friedrich N, Klotsche J, Pieper L, Nauck M, John U, Dörr M, Felix S, Lehnert H, Pittrow D, Silber S, Völzke H, Stalla GK, Wallaschofski H, Wittchen HU. *The predictive value of different measures of obesity for incident cardiovascular events and mortality*. J Clin Endocrinol Metab. 2010 Apr;95(4):1777-85. doi: 10.1210/jc.2009-1584.
18. Weber B, Schweiger U, Deuschle M, Heuser I. *Major depression and impaired glucose tolerance*. Exp Clin Endocrinol Diabetes, 2000. **108**(3): p. 187-90.
19. Liu KH, Chan YL, Chan WB, Chan JC, Chu CW. *Mesenteric fat thickness is an independent determinant of metabolic syndrome and identifies subjects with increased carotid intima-media thickness*. Diabetes Care, 2006. **29**(2): p. 379-84.
20. *Chronisch Kranke auch oft depressiv*, in *Ärzte Zeitung*. 2006: Berlin.
21. Bjorntorp P. *Do stress reactions cause abdominal obesity and comorbidities?* Obes Rev, 2001. **2**(2): p. 73-86.
22. Thomson SP, Stump CS, Kurukulasuriya LR, Sowers JR. *Adrenal steroids and the metabolic syndrome*. Curr Hypertens Rep, 2007. **9**(6): p. 512-9.
23. Wulsin LR, Singal BM. *Do depressive symptoms increase the risk for the onset of coronary disease? A systematic quantitative review*. Psychosom Med, 2003. **65**(2): p. 201-10.
24. Tan SL, Wood AM. *Chronic obstructive pulmonary disease and comorbidity: a review and consideration of pathophysiology*. Panminerva Med, 2009. **51**(2): p. 81-93.

25. Ivanova SA, Semke VY, Vetlugina TP, Rakitina NM, Kudyakova TA, Simutkin GG. *Signs of apoptosis of immunocompetent cells in patients with depression*. *Neurosci Behav Physiol*, 2007. **37**(5): p. 527-30.
26. Williams LJ, Pasco JA, Jacka FN, Henry MJ, Dodd S, Berk M. *Depression and bone metabolism. A review*. *Psychother Psychosom*, 2009. **78**(1): p. 16-25.
27. Eskandari F, Martinez PE, Torvik S, Phillips TM, Sternberg EM, Mistry S, Ronsaville D, Wesley R, Toomey C, Sebring NG, Reynolds JC, Blackman MR, Calis KA, Gold PW, Cizza G. *Premenopausal, Osteoporosis Women, Alendronate, Depression (POWER) Study Group, Low bone mass in premenopausal women with depression*. *Arch Intern Med*, 2007. **167**(21): p. 2329-36.
28. Kahl KG, Greggersen W, Rudolf S, Stoeckelhuber BM, Bergmann-Koester CU, Dibbelt L, Schweiger U. *Bone mineral density, bone turnover, and osteoprotegerin in depressed women with and without borderline personality disorder*. *Psychosom Med*, 2006. **68**(5): p. 669-74.
29. Michelson D, Stratakis C, Hill L, Reynolds J, Galliven E, Chrousos G, Gold P. *Bone mineral density in women with depression*. *N Engl J Med*, 1996. **335**(16): p. 1176-81.
30. Rosmond R, Bjorntorp P. *Endocrine and metabolic aberrations in men with abdominal obesity in relation to anxio-depressive infirmity*. *Metabolism*, 1998. **47**(10): p. 1187-93.
31. Créange A. *[Clinical manifestations and epidemiological aspects leading to a diagnosis of Lyme borreliosis: neurological and psychiatric manifestations in the course of Lyme borreliosis]*. *Med Mal Infect*, 2007. **37**(7-8): p. 532-9.
32. Rudnik-Szałaj I, Popławska R, Zajkowska J, Szulc A, Pancewicz SA, Gudel I. *[Mental disorders in Lyme disease]*. *Pol Merkur Lekarski*, 2001. **11**(65): p. 460-2.
33. Vrethem M, Hellblom L, Widlund M, Ahl M, Danielsson O, Ernerudh J, Forsberg P. *Chronic symptoms are common in patients with neuroborreliosis -- a questionnaire follow-up study*. *Acta Neurol Scand*, 2002. **106**(4): p. 205-8.
34. Volchegorskii IA, Novoselov PN, and Astakhova TV. *[Impaired emotional sphere in patients with infiltrative pulmonary tuberculosis]*. *Probl Tuberk Bolezn Legk*, 2007(11): p. 3-6.

35. Junqueira P, Bellucci S, Rossini S, Reimão R. *Women living with HIV/AIDS: sleep impairment, anxiety and depression symptoms*. Arq Neuropsiquiatr, 2008. **66**(4): p. 817-20.
36. Olatunji BO, Mimiaga MJ, O'Cleirigh C, Safren SA. *Review of treatment studies of depression in HIV*. Top HIV Med, 2006. **14**(3): p. 112-24.
37. Rabkin JG. *HIV and depression: 2008 review and update*. Curr HIV/AIDS Rep, 2008. **5**(4): p. 163-71.
38. Valente SM, *Depression and HIV disease*. J Assoc Nurses AIDS Care, 2003. **14**(2): p. 41-51.
39. Lasek, et al., *Depression_Therapieempfehlungen der Arzneimittelkommission der deutschen Ärzteschaft*. 2006.
40. Kretschmer, E., *Körperbau und Charakter*. 1921, Berlin: Springer.
41. Sheldon WHS. *The Varieties of Temperament: A Psychology of Constitutional Differences*. The Journal of Nervous and Mental Disease, 1943. **98**(2): p. 223-225.
42. Sheldon WHS, Tucker WB. *The varieties of human physique_an introduction to constitutional psychology*. Hafner Pub.Co. (Darien, Conn), 1970: p. 31
43. Vague J: *La differenciation sexuelle, facteur determinant des formes de l'obesity*. Presse Medicale30 :339 –340,1947
44. Kissebah AH, Vydellingum N, Murray R, Evans DJ, Hartz AJ, Kalkhoff RK, Adams PW. *Relation of body fat distribution to metabolic complications of obesity*. J Clin Endocrinol Metab, 1982. **54**(2): p. 254-60.
45. Krotkiewski M, Björntorp P, Sjöström L, Smith U. *Impact of obesity on metabolism in men and women. Importance of regional adipose tissue distribution*. J Clin Invest, 1983. **72**(3): p. 1150-62.
46. Goodpaster BH, Krishnaswami S, Harris TB, Katsiaras A, Kritchevsky SB, Simonsick EM, Nevitt M, Holvoet P, Newman AB. *Obesity, regional body fat distribution, and the metabolic syndrome in older men and women*. Arch Intern Med, 2005. **165**(7): p. 777-83.
47. Kissebah AH and Peiris AN. *Biology of regional body fat distribution: relationship to non-insulin-dependent diabetes mellitus*. Diabetes Metab Rev, 1989. **5**(2): p. 83-109.
48. Després JP, Ferland M, Moorjani S, Nadeau A, Tremblay A, Lupien PJ, Thériault G, Bouchard C. *Role of hepatic-triglyceride lipase activity in the*

- association between intra-abdominal fat and plasma HDL cholesterol in obese women. Arteriosclerosis, 1989. 9(4): p. 485-92.*
49. Després JP, Nadeau A, Tremblay A, Ferland M, Moorjani S, Lupien PJ, Thériault G, Pinault S, Bouchard C. *Role of deep abdominal fat in the association between regional adipose tissue distribution and glucose tolerance in obese women. Diabetes, 1989. 38(3): p. 304-9.*
 50. Weber-Hamann B, Hentschel F, Kniest A, Deuschle M, Colla M, Lederbogen F, Heuser I. *Hypercortisolemic depression is associated with increased intra-abdominal fat. Psychosom Med, 2002. 64(2): p. 274-7.*
 51. Weber-Hamann B, Werner M, Hentschel F, Bindeballe N, Lederbogen F, Deuschle M, Heuser I. *Metabolic changes in elderly patients with major depression: evidence for increased accumulation of visceral fat at follow-up. Psychoneuroendocrinology, 2006. 31(3): p. 347-54.*
 52. Machann J, Thamer C, Schnoedt B, Haap M, Haring HU, Claussen CD, Stumvoll M, Fritsche A, Schick F. *Standardized assessment of whole body adipose tissue topography by MRI. J Magn Reson Imaging, 2005. 21(4): p. 455-62.*
 53. Behrens GM. *Cardiovascular risk and body-fat abnormalities in HIV-infected adults. N Engl J Med. 2005 Apr 21;352(16):1721-2; author reply 1721-2.*
 54. Grunfeld C, Saag M, Cofrancesco J Jr, Lewis CE, Kronmal R, Heymsfield S, Tien PC, Bacchetti P, Shlipak M, Scherzer R. *Study of Fat Redistribution and Metabolic Change in HIV Infection (FRAM). Regional adipose tissue measured by MRI over 5 years in HIV-infected and control participants indicates persistence of HIV-associated lipoatrophy. AIDS. 2010 Jul 17;24(11):1717-26. doi: 10.1097/QAD.0b013e32833ac7a2.*
 55. Estrada V, Serrano-Ríos M, Martínez Larrad MT, Villar NG, González López A, Téllez MJ, Fernández C. *Leptin and adipose tissue maldistribution in HIV-infected male patients with predominant fat loss treated with antiretroviral therapy. J Acquir Immune Defic Syndr, 2002. 29(1): p. 32-40.*
 56. Meininger G, Hadigan C, Laposata M, Brown J, Rabe J, Louca J, Aliabadi N, Grinspoon S. *Elevated concentrations of free fatty acids are associated with increased insulin response to standard glucose challenge in human immunodeficiency virus-infected subjects with fat redistribution. Metabolism, 2002. 51(2): p. 260-6.*
 57. Nagaretani H, Nakamura T, Funahashi T, Kotani K, Miyanaga M, Tokunaga K, Takahashi M, Nishizawa H, Kishida K, Kuriyama H, Hotta K, Yamashita S, Matsuzawa Y. *Visceral fat is a major contributor for*

- multiple risk factor clustering in Japanese men with impaired glucose tolerance.* Diabetes Care, 2001. **24**(12): p. 2127-33.
58. Ross R, Léger L, Morris D, de Guise J, Guardo R. *Quantification of adipose tissue by MRI: relationship with anthropometric variables.* J Appl Physiol, 1992. **72**(2): p. 787-95.
 59. Lean ME, Han TS and Morrison CE. *Waist circumference as a measure for indicating need for weight management.* Bmj, 1995. **311**(6998): p. 158-61.
 60. Tsigosa C, Hainer V, Basdevant A, Finer N, Fried M, Mathus-Vliegen E, Micic D, Maislos M. *Management of Obesity in Adults: European Clinical Practice Guidelines. In: The European Journal of Obesity. 1, Nr. 2, April 2008, S. 106–16.*
 61. http://www.nhlbi.nih.gov/health/public/heart/obesity/lose_wt/bmi_dis.htm
 62. WHO, *Global Database on Body mass index.* 2008.
 63. Hauner H. *Adipositas-Leitlinie.* 2007, Deutsche Adipositas-Gesellschaft: München. p. 29.
 64. Yusuf S, Hawken S, Ounpuu S, Bautista L, Franzosi MG, Commerford P, Lang CC, Rumboldt Z, Onen CL, Lisheng L, Tanomsup S, Wangai P Jr, Razak F, Sharma AM, Anand SS; INTERHEART Study Investigators. *Obesity and the risk of myocardial infarction in 27,000 participants from 52 countries: a case-control study.* Lancet, 2005; 366:1640-9
 65. Durnin JV, Womersley J. *Body fat assessed from total body density and its estimation from skinfold thickness: measurements on 481 men and women aged from 16 to 72 years.* Br J Nutr, 1974. **32**(1): p. 77-97.
 66. Kyle UG, Bosaeus I, De Lorenzo AD, Deurenberg P, Elia M, Gómez JM, Heitmann BL, Kent-Smith L, Melchior JC, Pirlich M, Scharfetter H, Schols AM, Pichard C, *Composition of the ESPEN Working Group. Bioelectrical impedance analysis-part I: review of principles and methods.* Clin Nutr. 2004 Oct;**23**(5):1226-43.
 67. Kyle UG, Bosaeus I, De Lorenzo AD, Deurenberg P, Elia M, Manuel Gómez J, Lilienthal Heitmann B, Kent-Smith L, Melchior JC, Pirlich M, Scharfetter H, M W J Schols A, Pichard C; ESPEN. *Bioelectrical impedance analysis-part II: utilization in clinical practice.* Clin Nutr. 2004 Dec;**23**(6):1430-53.
 68. Gray DS, Bray GA, Gemayel N, Kaplan K. *Effect of obesity on bioelectrical impedance.* Am J Clin Nutr. 1989 Aug;**50**(2):255-60.

69. Uccioli L, Fleury M, De Gregorio M, Spilabotte S, Pennica M, Maiello MR, Gatta R, Felici MG, Menzinger G. *Can the Body Mass Index and the waist:hips ratio (WHR) affect the correlation between impedance measurement and anthropometry in the evaluation of body composition?*. *Minerva Endocrinol*, 1990. **15**(4): p. 251-5.
70. Aristizabal JC, Restrepo MT, Estrada A. *Body composition assessment by anthropometry and bioelectrical impedance*. *Biomedica*, 2007. **27**(2): p. 216-24.
71. Varady KA, Santosa S, Jones PJ. *Validation of hand-held bioelectrical impedance analysis with magnetic resonance imaging for the assessment of body composition in overweight women*. *Am J Hum Biol*. 2007 May-Jun;19(3):429-33.
72. Utter AC, Nieman DC, Ward AN, Butterworth DE. *Use of the leg-to-leg bioelectrical impedance method in assessing body-composition change in obese women*. *Am J Clin Nutr* 1999; 69 :603 –7
73. Barnard ML, Schwieso JE, Thomas EL, Bell JD, Saeed N, Frost G, Bloom SR, Hajnal JV. *Development of a rapid and efficient magnetic resonance imaging technique for analysis of body fat distribution*. *NMR Biomed*, 1996. **9**(4): p. 156-64.
74. Fuller MF, Fowler PA, McNeill G, Foster MA. *Imaging techniques for the assessment of body composition*. *J Nutr*, 1994. **124**(8 Suppl): p. 1546S-1550S.
75. McNeill G, Fowler PA, Maughan RJ, McGaw BA, Fuller MF, Gvozdanovic D, Gvozdanovic S. *Body fat in lean and overweight women estimated by six methods*. *Br J Nutr*, 1991. **65**(2): p. 95-103.
76. Fowler PA, Fuller MF, Glasbey CA, Foster MA, Cameron GG, McNeill G, Maughan RJ. *Total and subcutaneous adipose tissue in women: the measurement of distribution and accurate prediction of quantity by using magnetic resonance imaging*. *Am J Clin Nutr*, 1991. **54**(1): p. 18-25.
77. Fuller MF, Fowler PA, McNeill G, Foster MA. *Body composition: the precision and accuracy of new methods and their suitability for longitudinal studies*. *Proc Nutr Soc*, 1990. **49**(3): p. 423-36.
78. Ross R, Shaw KD, Martel Y, de Guise J, Avruch L. *Adipose tissue distribution measured by magnetic resonance imaging in obese women*. *Am J Clin Nutr*, 1993. **57**(4): p. 470-5.
79. Biesalski, *Ernährungsmedizin*. 1995, Stuttgart Thieme Verlag: p.3-9

80. Biesalski, *Taschenatlas der Ernährung*. 1999, Stuttgart Thieme Verlag: p.14
81. Schoeller DA, van Santen E, Peterson DW, Dietz W, Jaspan J, Klein PD. *Total body water measurement in humans with ¹⁸O and ²H labeled water*. Am J Clin Nutr, 1980. **33**(12): p. 2686-93.
82. Lee SY and Gallagher D. *Assessment methods in human body composition*. Curr Opin Clin Nutr Metab Care, 2008. **11**(5): p. 566-72.
83. Tothill P, Han TS, Avenell A, McNeill G, Reid DM. *Comparisons between fat measurements by dual-energy X-ray absorptiometry, magnetic resonance imaging and underwater weighing*. Appl Radiat Isot, 1998. **49**(5-6): p. 457-9.
84. Andreoli A, Scalzo G, Masala S, Tarantino U, Guglielmi G. *Body composition assessment by dual-energy X-ray absorptiometry (DXA)*. Radiol Med, 2009. **114**(2): p. 286-300.
85. Leonard MB, Shults J, Elliott DM, Stallings VA, Zemel BS. *Interpretation of whole body dual energy X-ray absorptiometry measures in children: comparison with peripheral quantitative computed tomography*. Bone, 2004. **34**(6): p. 1044-52.
86. Xia Y, Ergun DL, Wacker WK, Wang X, Davis CE, Kaul S. Relationship between dual-energy X-ray absorptiometry volumetric assessment and X-ray computed tomography-derived single-slice measurement of visceral fat. J Clin Densitom. 2014 Jan-Mar;17(1):78-83. doi: 10.1016/j.jocd.2013.03.007.
87. Starck G, Lönn L, Cederblad A, Alpsten M, Sjöström L, Ekholm S. *Radiation dose reduction in CT: application to tissue area and volume determination*. Radiology, 1998. **209**(2): p. 397-403.
88. Williams JE, Wells JC, Wilson CM, Haroun D, Lucas A, Fewtrell MS. *Evaluation of Lunar Prodigy dual-energy X-ray absorptiometry for assessing body composition in healthy persons and patients by comparison with the criterion 4-component model*. Am J Clin Nutr, 2006. **83**(5): p. 1047-54.
89. Biesalski, *Ernährungsmedizin*. 2010, Stuttgart: Thieme. p.18.
90. Czimmer A, Major E. *[The role of modern imaging methods in the determination of childhood obesity]*. Orv Hetil, 1994. **135**(29): p. 1585-7.
91. Fanelli MT, Kuczmarski RJ, Hirsch M. *Estimation of body fat from ultrasound measures of subcutaneous fat and circumferences in obese women*. Int J Obes, 1988. **12**(2): p. 125-32.

92. Kuczmarski RJ, Fanelli MT, Koch GG. *Ultrasonic assessment of body composition in obese adults: overcoming the limitations of the skinfold caliper.* Am J Clin Nutr, 1987. **45**(4): p. 717-24.
93. Heuser I. *Anna-Monika-Prize paper. The hypothalamic-pituitary-adrenal system in depression.* Pharmacopsychiatry, 1998. **31**(1): p. 10-3.
94. Deuschle M, Weber B, Colla M, Depner M, Heuser I. *Effects of major depression, aging and gender upon calculated diurnal free plasma cortisol concentrations: a re-evaluation study.* Stress, 1998. **2**(4): p. 281-7.
95. Rubin RT, Phillips JJ, McCracken JT, Sadow TF. *Adrenal gland volume in major depression: relationship to basal and stimulated pituitary-adrenal cortical axis function.* Biol Psychiatry, 1996. **40**(2): p. 89-97.
96. Ismail M, Lyster G. *Treatment of psychotic depression associated with steroid therapy in Churg-Strauss syndrome.* Ir Med J, 2002. **95**(1): p. 18-9.
97. Rubin RT, Phillips JJ. *Adrenal gland volume determination by computed tomography and magnetic resonance imaging in normal subjects.* Invest Radiol, 1991. **26**(5): p. 465-9.
98. Wittchen HU, Jacobi F, Rehm J, Gustavsson A, Svensson M, Jönsson B, Olesen J, Allgulander C, Alonso J, Faravelli C, Fratiglioni L, Jennum P, Lieb R, Maercker A, van Os J, Preisig M, Salvador-Carulla L, Simon R, Steinhausen HC. *ECNP/EBC Report 2011: The size and burden of mental disorders and other disorders of the brain in Europe 2010.* European Neuropsychopharmacology (2011) 21 , 655 – 67
Wittchen HU, Pittrow D. *Prevalence, recognition and management of depression in primary care in Germany: the Depression 2000 study.* Hum Psychopharmacol, 2002. **17 Suppl 1**: p. S1-11.
99. Wittchen HU. *Die Versorgungssituation psychischer Störungen in Deutschland.* Psychotherapeutenjournal, 2002: p. 6-15.
100. Wittchen HU, Carter RM, Pfister H, Montgomery SA, Kessler RC. *Disabilities and quality of life in pure and comorbid generalized anxiety disorder and major depression in a national survey.* Int Clin Psychopharmacol, 2000. **15**(6): p. 319-28.
101. Wittchen HU et.al. *Erscheinungsformen, Häufigkeit und Versorgung von Depressionen. Ergebnisse des bundesweiten Gesundheitssurveys "Psychische Störungen".* Fortschritte in der Medizin, 2000: p. 4-10.

102. *Gesundheit in Deutschland. Gesundheitsberichterstattung des Bundes*, R. Koch-Institut, Editor. 2006. p. 29-31.
103. Ehrenberg, *Das erschöpfte Selbst. Depression und Gesellschaft in der Gegenwart*. 2004, Frankfurt/Main: Campus.
104. Hau, S. *Depression - Zwischen Lebensgefühl und Krankheit*. 2005, Göttingen: Vandenhoeck & Ruprecht.
105. Leuzinger-Bohleber, *Depression - Pluralismus in Praxis und Forschung*. 2005, Göttingen: Vandenhoeck & Ruprecht. 351.
106. Morgenroth C. *Von der Eile, die krank macht, und der Zeit, die heilt*. 2003, Freiburg i. Br.: Herder Spektrum. 160.
107. Prantl H. *Kein schöner Land*. 2005, München: Droemer. 207.
108. Patton GD, Viner R. *Pubertal transitions in health*. *Lancet* 2007 Mar 31;369(9567):1130-9.
109. Seedat S, Scott KM, Angermeyer MC, Berglund P, Bromet EJ, Brugha TS, Demyttenaere K, de Girolamo G, Haro JM, Jin R, Karam EG, Kovess-Masfety V, Levinson D, Medina Mora ME, Ono Y, Ormel J, Pennell BE, Posada-Villa J, Sampson NA, Williams D, Kessler RC. *Cross-national associations between gender and mental disorders in the World Health Organization World Mental Health Surveys*. *Arch Gen Psychiatry*. 2009 Jul;66(7):785-95
110. Singleton N, Bumpstead R, O'Brien M, Lee A, Meltzer H. *Psychiatric morbidity among adults living in private households, 2000*. National Statistics, 2001.
111. Pschyrembel. 1994, Berlin: Walter de Gruyter.
112. Deutsches Institut für Medizinische Dokumentation und Information (2009) Kapitel V. Psychische und Verhaltensstörungen (F00–F99), Affektive Störungen (F30–F39) www.icd-code.de
113. *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders. 4th Edition, Text Revision DSM-IV-TR*. American Psychiatric Association, Washington DC 2000
114. Avellanet YR, Ortiz AP, Pando JR, Romaguera J. *Relationship between loss of libido and signs and symptoms of depression in a sample of Puerto Rican middle-aged women*. *P R Health Sci J*, 2008. **27**(1): p. 85-91.

115. Bonierbale, M, Lancon C, Tignol J. *The ELIXIR study: evaluation of sexual dysfunction in 4557 depressed patients in France*. *Curr Med Res Opin*, 2003. **19**(2): p. 114-24.
116. Williams K, Reynolds MF. *Sexual dysfunction in major depression*. *CNS Spectr*, 2006. **11**(8 Suppl 9): p. 19-23.
117. Williams JBW. A Structured Interview Guide for the Hamilton Depression Rating Scale. *Archives of General Psychiatry, American Medical Association*, August 1988, Vol. 45, Num. 8, pp. 742-747.
118. Lu A, Steiner MA, Whittle N, Vogl AM, Walser SM, Ableitner M, Refojo D, Ekker M, Rubenstein JL, Stalla GK, Singewald N, Holsboer F, Wotjak CT, Wurst W, Deussing JM. *Conditional CRH overexpressing mice: an animal model for stress-elicited pathologies and treatments that target the central CRH system*. *Mol Psychiatry*, 2008. **13**(11): p. 989. doi: 10.1038/mp.2008.107
119. Lu A, Steiner MA, Whittle N, Vogl AM, Walser SM, Ableitner M, Refojo D, Ekker M, Rubenstein JL, Stalla GK, Singewald N, Holsboer F, Wotjak CT, Wurst W, Deussing JM. *Conditional mouse mutants highlight mechanisms of corticotropin-releasing hormone effects on stress-coping behavior*. *Mol Psychiatry*, 2008. **13**(11): p. 1028-42. doi: 10.1038/mp.2008.51
120. Arroll B, Macgillivray S, Ogston S, Reid I, Sullivan F, Williams B, Crombie I. *Efficacy and tolerability of tricyclic antidepressants and SSRIs compared with placebo for treatment of depression in primary care: a meta-analysis*. *Ann Fam Med*, 2005. **3**(5): p. 449-56.
121. Edwards JG, Anderson I, *Systematic review and guide to selection of selective serotonin reuptake inhibitors*. *Drugs*, 1999. **57**(4): p. 507-33.
122. Thakore JH, Richards PJ, Reznick RH, Martin A, Dinan TG. *Increased intra-abdominal fat deposition in patients with major depressive illness as measured by computed tomography*. *Biol Psychiatry*, 1997. **41**(11): p. 1140-2.
123. Bjorntorp P. *Growth hormone, insulin-like growth factor-I and lipid metabolism: interactions with sex steroids*. *Horm Res*, 1996. **46**(4-5): p. 188-91.
124. Bjorntorp P. *The regulation of adipose tissue distribution in humans*. *Int J Obes Relat Metab Disord*, 1996. **20**(4): p. 291-302.
125. Bjorntorp P. *Hormonal control of regional fat distribution*. *Hum Reprod*, 1997. 12 Suppl 1: p. 21-5.

126. Bjorntorp P. *Body fat distribution, insulin resistance, and metabolic diseases*. Nutrition, 1997. **13**(9): p. 795-803.
127. Kolominsky-Rabas PL, Heuschmann PU, Marschall D, Emmert M, Baltzer N, Neundorfer B, Schoffski O, Krobot KJ. *Lifetime cost of ischemic stroke in Germany: results and national projections from a population-based stroke registry: the Erlangen Stroke Project*. Stroke 2006; **37**(5): 1179-83.
128. Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin. *Volkswirtschaftliche Kosten durch Arbeitsunfähigkeit 2011*. Stand: Juni 2013. Dortmund. baa.
129. Ludescher B, Najib A, Baar S, Machann J, Thamer C, Schick F, Buchkremer G, Claussen CD, Eschweiler GW. *Gender specific correlations of adrenal gland size and body fat distribution: a whole body MRI study*. Horm Metab Res, 2007. **39**(7): p. 515-8.
130. Dicker A, Rydén M, Näslund E, Muehlen IE, Wirén M, Lafontan M, Arner P. *Effect of testosterone on lipolysis in human pre-adipocytes from different fat depots*. 2004, Diabetologia 47:420-428.
131. Ludescher B, Najib A, Baar S, Machann J, Schick F, Buchkremer G, Claussen CD, Eschweiler GW. *Increase of visceral fat and adrenal gland volume in women with depression: preliminary results of a morphometric MRI study*. Int J Psychiatry Med, 2008. **38**(3): p. 229-40.
132. Ludescher B, Leitlein G, Schaefer JE, Vanhoeffen S, Baar S, Machann J, Claussen CD, Schick F, Eschweiler GW. *Changes of body composition in bulimia nervosa: increased visceral fat and adrenal gland size*. Psychosom Med, 2009. **71**(1): p. 93-7.
133. Härter, M. *Praxismanual Depression*. 2007, Köln: Deutscher Ärzteverlag, p 46ff.
134. Hamilton M. *A rating scale for depression*. J Neurol Neurosurg Psychiatry, 1960. **23**: p. 56-62.
135. Stewart KJ, DeRegis JR, Turner KL, Bacher AC, Sung J, Hees PS, Shapiro EP, Tayback M, Ouyang P. *Usefulness of anthropometrics and dual-energy x-ray absorptiometry for estimating abdominal obesity measured by magnetic resonance imaging in older men and women*. J Cardiopulm Rehabil, 2003. **23**(2): p. 109-14.
136. Biesalski HK, Bischoff SC, et al. *Ernährungsmedizin: Nach dem Curriculum Ernährungsmedizin der Bundesärztekammer und der DGE*. 2010, Stuttgart: Thieme Verlag, p409

137. http://www.nhlbi.nih.gov/health/public/heart/obesity/lose_wt/risk.htmbmi
138. Gray DS, Bray GA, Bauer M, Kaplan K, Gemayel N, Wood R, Greenway F, Kirk S. *Skinfold thickness measurements in obese subjects*. Am J Clin Nutr, 1990. **51**(4): p. 571-7.
139. Jebb SA, Cole TJ, Doman D, Murgatroyd PR, Prentice AM. *Evaluation of the novel Tanita body-fat analyser to measure body composition by comparison with a four-compartment model*. Brit J Nutr 2000; 83:115–22.
140. Gray DS, Fujioka K, Colletti PM, Kim H, Devine W, Cuyegkeng T, Pappas T. *Magnetic-resonance imaging used for determining fat distribution in obesity and diabetes*. Am J Clin Nutr, 1991. **54**(4): p. 623-7.
141. Schick F, Machann J, Brechtel K, Strempler A, Klumpp B, Stein DT, Jacob S. *MRI of muscular fat*. Magn Reson Med, 2002. **47**(4): p. 720-7.
142. Donnelly LF, O'Brien KJ, Dardzinski BJ, Poe SA, Bean JA, Holland SK, Daniels SR. *Using a phantom to compare MR techniques for determining the ratio of intraabdominal to subcutaneous adipose tissue*. AJR Am J Roentgenol, 2003. **180**(4): p. 993-8.
143. Ohsuzu F, Kosuda S, Takayama E, Yanagida S, Nomi M, Kasamatsu H, Kusano S, Nakamura H. *Imaging techniques for measuring adipose-tissue distribution in the abdomen: a comparison between computed tomography and 1.5-tesla magnetic resonance spin-echo imaging*. Radiat Med, 1998. **16**(2): p. 99-107.
144. Ludescher B, Machann J, Eschweiler GW, Vanhöfen S, Maenz C, Thamer C, Claussen CD, Schick F. *Correlation of fat distribution in whole body MRI with generally used anthropometric data*. Invest Radiol. 2009 Nov; 44(11):712-9. doi: 10.1097/RLI.0b013e3181afbb1e.
145. Fogelholm M, van Marken Lichtenbelt W. *Comparison of body composition methods: a literature analysis*. Eur J Clin Nutr. 1997;51:495-503.
146. Koda M, Senda M, Kamba M, Kimura K, Murawaki Y. *Sonographic subcutaneous and visceral fat indices represent the distribution of body fat volume*. Abdom Imaging. 2007;32:387-392
147. Kawasaki S, Aoki K, Hasegawa O, Numata K, Tanaka K, Shibata N, Shimada S, Okamura A, Terauchi Y. *Sonographic evaluation of visceral fat by measuring para- and perirenal fat*. J Clin Ultrasound. 2008;36:129-133.

148. McRae MP. *Male and female differences in variability with estimating body fat composition using skinfold calipers.* J Chiropr Med. 2010 Dec;9(4):157-61. doi: 10.1016/j.jcm.2010.07.002.
149. WHO, 2000 EK IV
150. Díez JJ, Iglesias P. *The role of the novel adipocyte-derived hormone adiponectin in human disease.* Eur J Endocrinol. 2003 Mar;148(3):293-300.
151. Singh R, Artaza JN, Taylor WE, Braga M, Yuan X, Gonzalez-Cadavid NF, Bhasin S. *Testosterone inhibits adipogenic differentiation in 3T3-L1 cells: nuclear translocation of androgen receptor complex with beta-catenin and T-cell factor 4 may bypass canonical Wnt signaling to down-regulate adipogenic transcription factors.* Endocrinology. Bd. 147 (2006), S. 141–154.
152. Foster KR, Lukaski HC. *Whole-body impedance-what does it measure?* Am J Clin Nutr. 1996 Sep;64(3 Suppl):388S-396S.
153. Gallagher D, Heymsfield SB, Heo M, Jebb SA, Murgatroyd PR, Sakamoto Y. *Healthy percentage body fat ranges: an approach for developing guidelines based on body mass index.* Am J Clin Nutr. 2000 Sep;72(3):694-701.
154. Onat A, Avci GS, Barlan MM, Uyarel H, Uzunlar B, Sansoy V. *Measures of abdominal obesity assessed for visceral adiposity and relation to coronary risk.* Int J Obes Relat Metab Disord. 2004 Aug;28(8):1018-25.
155. Piers LS, Soares MJ, Frandsen SL, O'Dea K. *Indirect estimates of body composition are useful for groups but unreliable in individuals.* Int J Obes Relat Metab Disord..2000 Sep;24(9):1145-52.
163. Weeraratna TP, Lekamwasam S, Rodrigo M. *Prediction of total and visceral fat contents using anthropometric measures of adiposity in women.* Ceylon Med J. 2008 Dec;53(4):128-32.
164. Neamat-Allah J, Wald D, Hüsing A, Teucher B, Wendt A, Delorme S, Dinkel J, Vigl M, Bergmann MM, Feller S, Hierholzer J, Boeing H, Kaaks R. *Validation of Anthropometric Indices of Adiposity against Whole-Body Magnetic Resonance Imaging – A Study within the German European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition (EPIC) Cohorts.):* PLoS One. 2014 Mar 13;9(3):e91586. doi: 10.1371/journal.pone.0091586. eCollection 2014.
165. Heymsfield SB, Wang Z, Visser M, Gallagher D, Pierson RN Jr. *Techniques used in the measurement of body composition: an*

overview with emphasis on bioelectrical impedance analysis. Am J Clin Nutr. 1996;64:478S-484S.

166. Pateyjohns IR, Brinkworth GD, Buckley JD, Noakes M, Clifton PM. *Comparison of three bioelectrical impedance methods with DXA in overweight and obese men.* Obesity (Silver Spring) 2006 Nov;14(11):2064-70
167. <http://www.bfs.de/de/ion/wirkungen/grenzwerte.html>

7 Erklärung zum Eigenanteil

Herr Professor Eschweiler und Herr PD Dr. med. Ludescher waren an der Konzeption beteiligt, sie haben die Arbeit betreut und korrigiert.

Überlassung der Daten durch Professor Eschweiler.

Dr. Jürgen Machann hat die Abbildung 6 erstellt und Teile der Arbeit mitbetreut.

Hautfaltenmessung und Bioimpedanzanalyse durch die drei Körffettwaagen durch A. Najib und PD Dr. med. Ludescher. Durchführungen der MR-Messungen durch PD Dr. med. Ludescher.

Die Arbeit wurde von mir verfasst.

8 Anhang

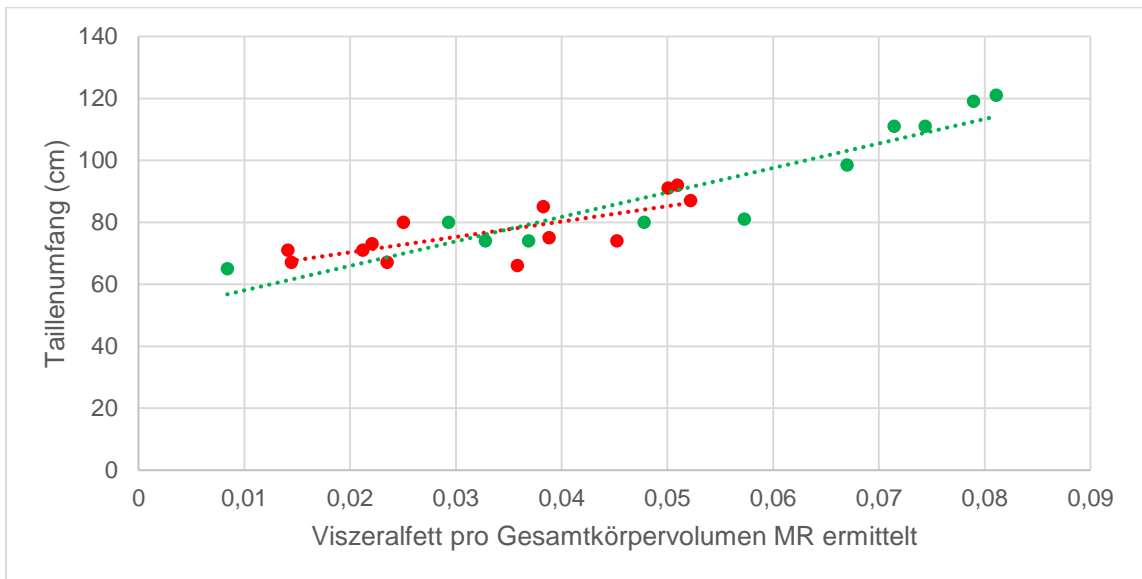


Diagramm 25: Vergleich des Viszeralfetts pro Gesamtkörpervolumen (MR-ermittelt) und Taillenumfang der gesunden und depressiven Frauen , rot: gesunde Frauen, grün: depressive Frauen; x-Achse: Viszeralfett pro Gesamtkörpervolumen (MR-ermittelt); y-Achse: Taillenumfang (cm)

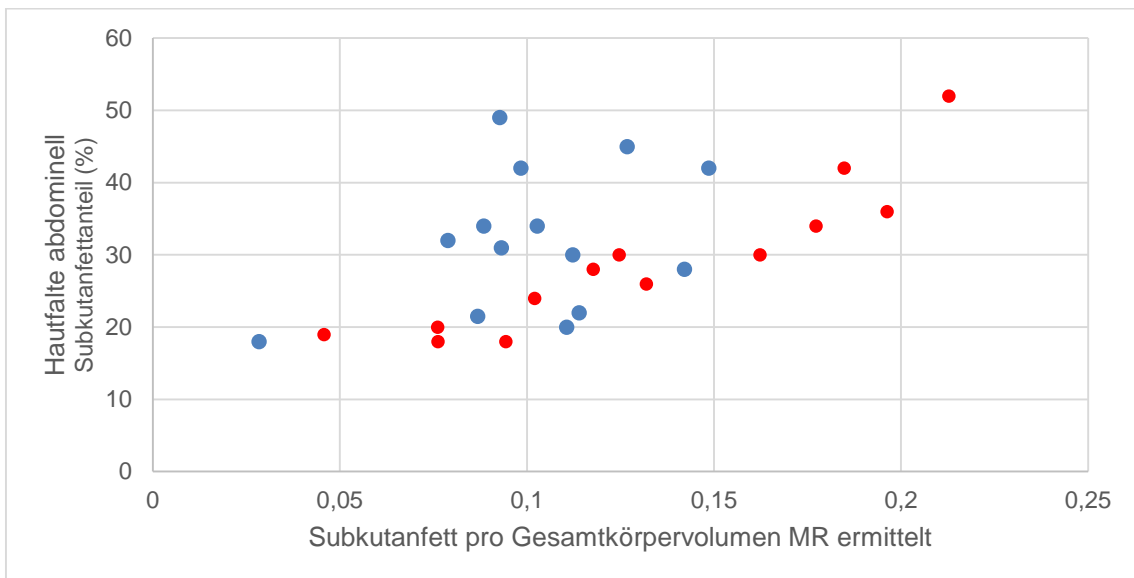


Diagramm 26: Vergleich der abdominalen Hautfalte und des Subkutanfetts pro Gesamtkörpervolumen (MR-ermittelt) der gesunden Männer und Frauen blau: gesunde Männer, rot: gesunde Frauen; x-Achse: Subkutanfett pro Gesamtkörpervolumen (MR-ermittelt); y-Achse: Hautfalte abdominal (Subkutanfettanteil in %)

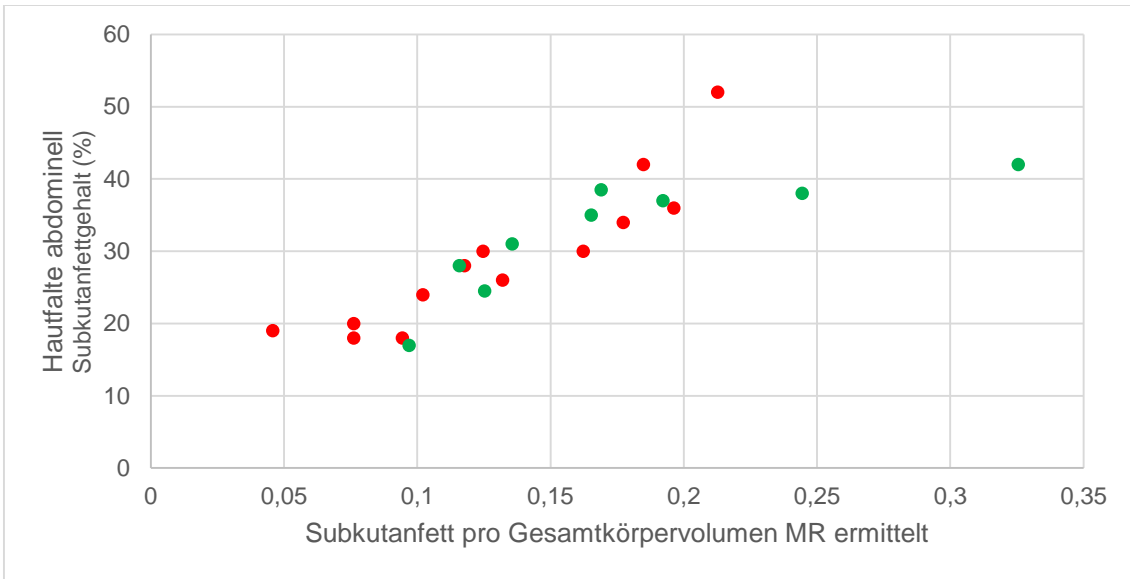


Diagramm 27: Vergleich der abdominalen Hautfalte und des Subkutanfetts pro Gesamtkörpervolumen (MR- ermittelt) der gesunden und depressiven Frauen
 rot: gesunde Frauen, grün: depressive Frauen; x-Achse: Subkutanfett pro Gesamtkörpervolumen (MR-ermittelt); y-Achse: Hautfalte abdominal (Subkutanfettgehalt in %)

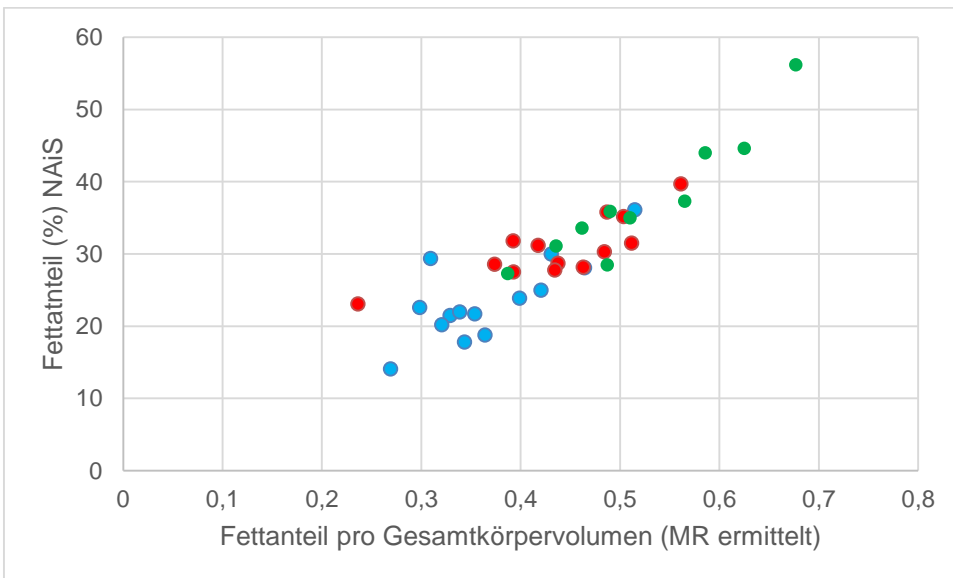


Diagramm 28: Vergleich des Fettanteils pro Gesamtkörpervolumen (MR- ermittelt) und des Fettanteils (%) mittels des Handgeräts NAI S
 blau: Männer; rot: gesunde Frauen; grün: depressive Frauen; x-Achse: Fettanteil pro Gesamtkörpervolumen MR-ermittelt; y-Achse: Fettanteil (%) NAI S

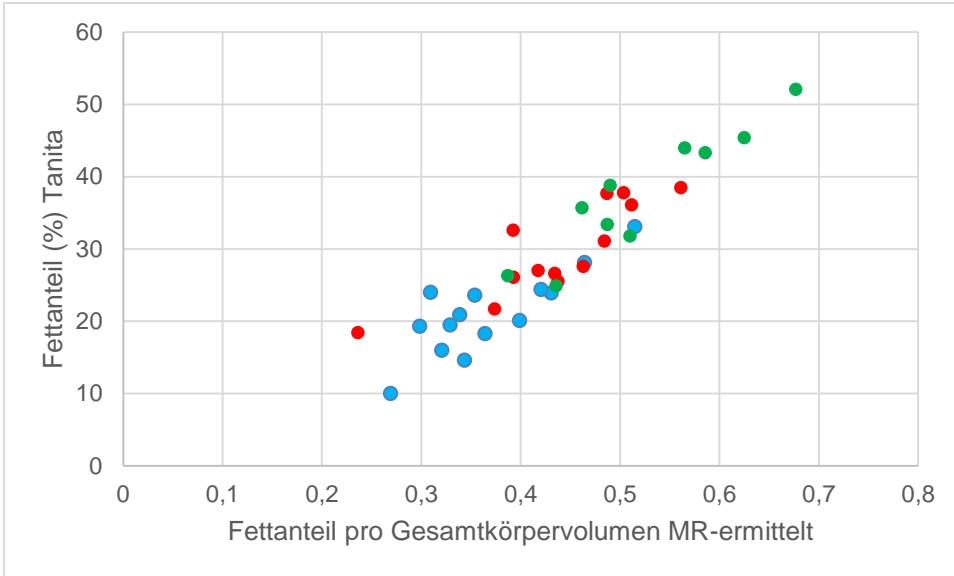


Diagramm 29: Vergleich des Fettanteils pro Gesamtkörpervolumen (MR-ermittelt) und des Fettanteils (%) mittels der Tanita-Waage
 blau: Männer; rot: gesunde Frauen; grün: depressive Frauen; x-Achse: Fettanteil pro Gesamtkörpervolumen MR-ermittelt; y-Achse: Fettanteil (%) Tanita

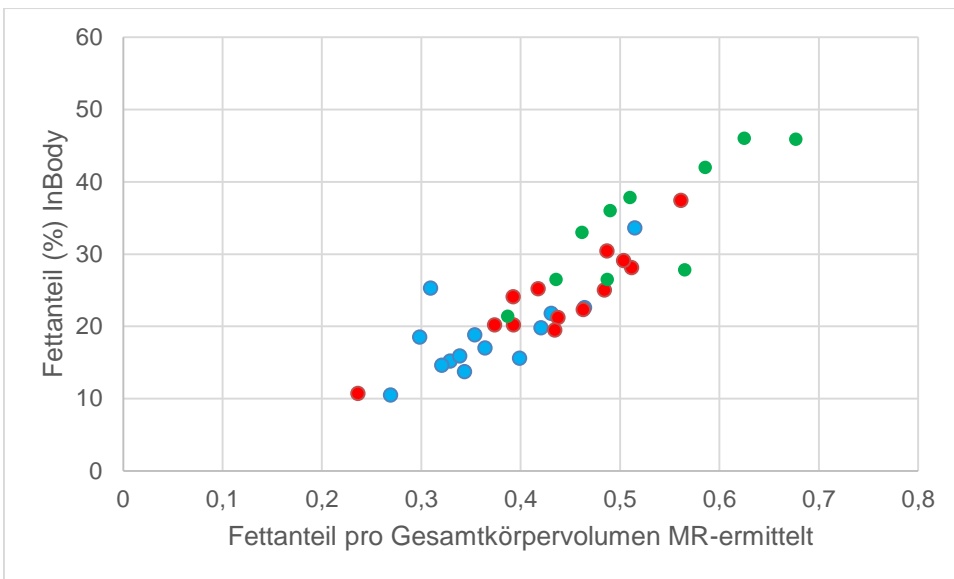


Diagramm 30: Vergleich des Fettanteils pro Gesamtkörpervolumen (MR-ermittelt) und des Fettanteils (%) mittels der InBody-Waage
 blau: Männer; rot: gesunde Frauen; grün: depressive Frauen; x-Achse: Fettanteil pro Gesamtkörpervolumen MR-ermittelt; y-Achse: Fettanteil (%) InBody

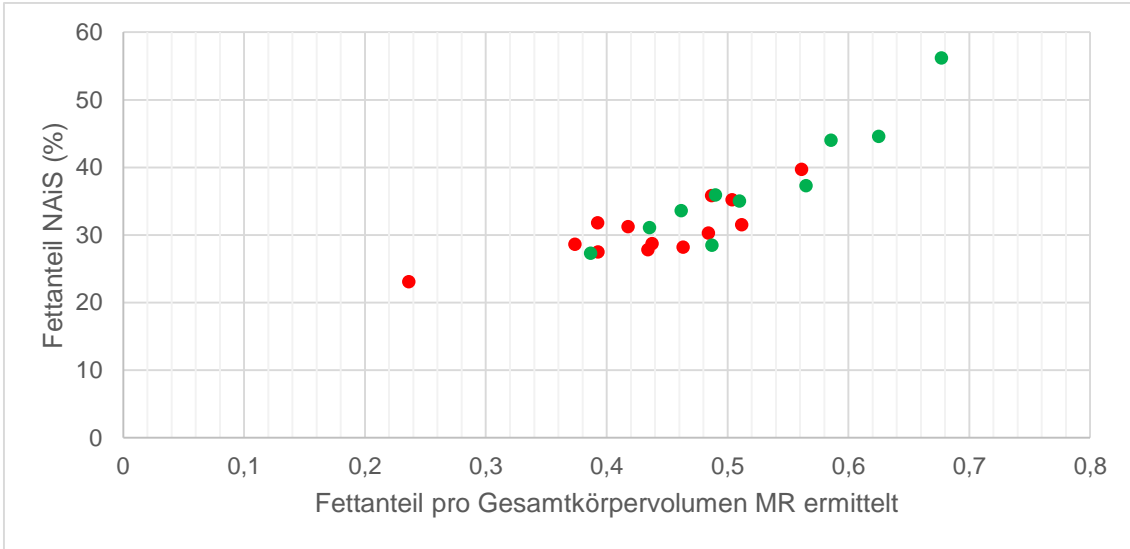


Diagramm 31: Körperfettanteil NAI S (%) und Fettanteil pro Gesamtkörpervolumen mittels MR-Bestimmung
 rot: gesunde Frauen, grün: depressive Frauen; x-Achse: Fettanteil pro Gesamtkörpervolumen (MR-ermittelt); y-Achse: Fettanteil (%) NAI S (Korrelationskoeffizient nach Pearson $r=0,880$, $p<0,0001$).

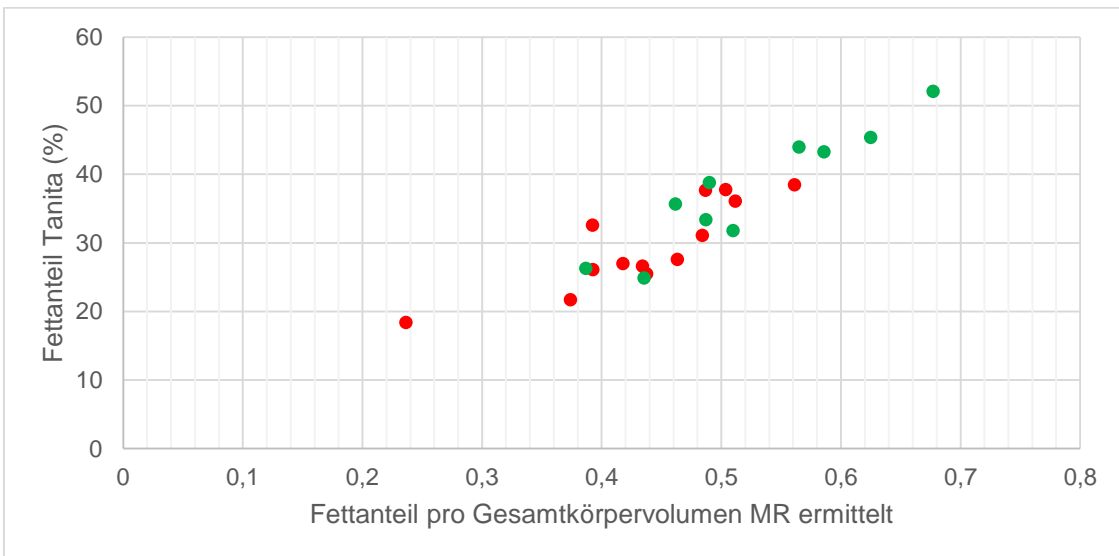


Diagramm 32: Körperfettanteil Tanita-Waage (%) und Fettanteil pro Gesamtkörpervolumen mittels MR-Bestimmung
 rot: gesunde Frauen, grün: depressive Frauen; x-Achse: Fettanteil pro Gesamtkörpervolumen (MR-ermittelt) (Korrelationskoeffizient nach Pearson $r=0,913$, Signifikanz $p<0,001$).

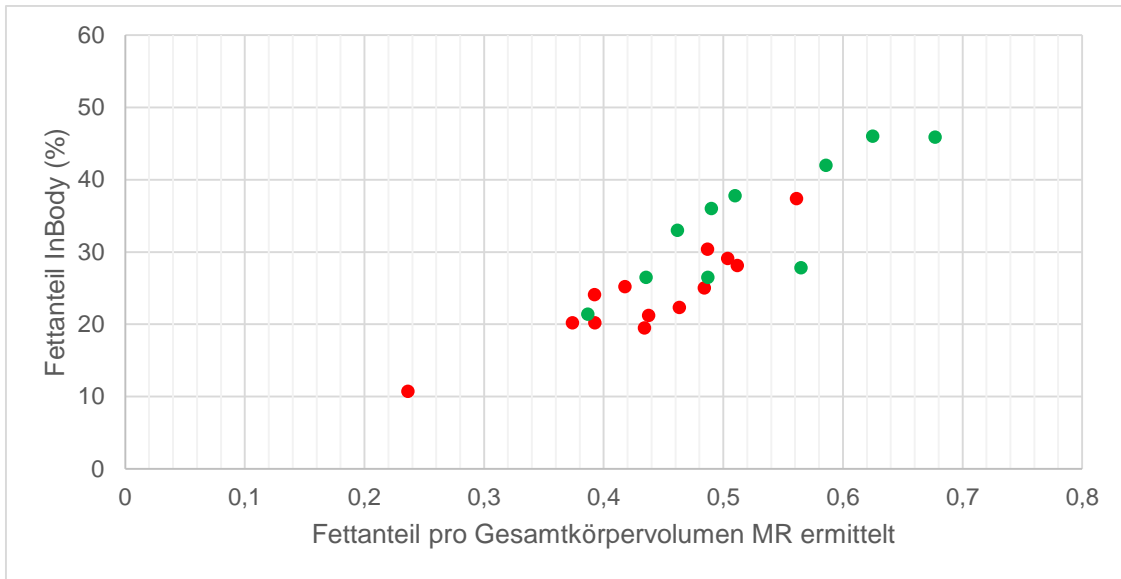


Diagramm 33: Körperfettanteil InBody-Waage (%) und Fettanteil pro Gesamtkörpervolumen (%; MR-ermittelt)
 rot: gesunde Frauen, grün: depressive Frauen
 x-Achse: Fettanteil pro Gesamtkörpervolumen (%; MR-ermittelt); y-Achse: Fettanteil (%) InBody-Waage
 Korrelationskoeffizient (nach Pearson) mit $r=0,850$, $p<0,001$.

9 Danksagung

Für die Überlassung des Themas dieser Arbeit und die Betreuung möchte ich meinem Doktorvater Herrn Prof. Dr.med. Gerhard Eschweiler danken.

Für die Unterstützung und Betreuung danke ich insbesondere meinem Betreuer Herrn PD Dr. med. Burkhard Ludescher.

Desweiteren gilt mein Dank gilt Herrn Dr. sc. hum., Dipl.-Phys.Jürgen Machann, Frau S. Baar und Herrn A. Najib für die Unterstützung

Wir danken der Abt. Innere Medizin IV, Prof. Dr. H. U. Häring für die Nutzung der InBody Fettwaage.

Meinen Eltern danke ich für die Liebe, Zuversicht, Unterstützung und die letztlich finanzielle Hilfe während meines Studiums.

Für die unschätzbare Unterstützung danke ich meinem Lebensgefährten Manuel Wolter.