



universität
wien

MASTERARBEIT

Titel der Masterarbeit

„Krankheitsassoziierte Mangelernährung und das
Adipositas-Paradoxon“

verfasst von

Teresa Spreitzer, Bakk.

angestrebter akademischer Grad

Master of Science (MSc)

Wien, 2015

Studienkennzahl lt. Studienblatt:

A 066 838

Studienrichtung lt. Studienblatt:

Masterstudium Ernährungswissenschaften

Betreut von:

Priv.-Doz. Dr. Karin Schindler

Eidesstattliche Erklärung

Ich erkläre hiermit, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und ohne Verwendung anderer als der angegebenen Hilfsmittel angefertigt habe.

Die aus fremden Quellen direkt oder indirekt übernommenen Gedanken wurden gemäß den wissenschaftlichen Richtlinien zitiert und sind als solche kenntlich gemacht.

Die Arbeit wurde bisher in gleicher oder ähnlicher Form keiner anderen Prüfungsbehörde vorgelegt und noch nicht veröffentlicht.

Teresa Spreitzer

Danksagung

Ich möchte mich an dieser Stelle bei meiner Betreuerin Priv. Doz. Dr. Karin Schindler für die Bereitstellung des spannenden Themas, die wissenschaftliche Betreuung, die motivierenden Gespräche und Hilfestellung bedanken.

Mein Dank gilt auch allen, die mich während meines Studiums begleiteten und diese Zeit zu einem unvergesslichen Lebensabschnitt machten. Meinen Freunden danke ich für die vielen schönen Stunden, meiner Familie für die Unterstützung und Ermutigung.

Vielen Dank!

Inhalt

| | |
|---|-------------|
| <i>Abbildungsverzeichnis</i> | <i>IX</i> |
| <i>Tabellenverzeichnis</i> | <i>XI</i> |
| <i>Abkürzungsverzeichnis</i> | <i>XIII</i> |
| <i>1 Einleitung</i> | <i>1</i> |
| <i>2 Fragestellung</i> | <i>3</i> |
| <i>3 Literaturübersicht</i> | <i>4</i> |
| 3.1 Krankheitsassoziierte Mangelernährung | 4 |
| 3.1.1 Prävalenz und Risiken..... | 4 |
| 3.1.2 Definition und Screening | 4 |
| 3.2 Übergewicht und Adipositas | 6 |
| 3.3 Das Adipositas-Paradoxon | 8 |
| 3.3.1 Studien | 8 |
| 3.4 Confounding..... | 10 |
| 3.4.1 Definition | 10 |
| 3.4.2 Confounding durch krankheitsbedingten Gewichtsverlust | 10 |
| 3.5 Körperzusammensetzung | 12 |
| 3.5.1 Körperfettmasse | 12 |
| 3.5.2 BMI und Mortalität vs. Körperfettmasse und Mortalität | 13 |
| 3.5.3 CUN-BAE: Eine Formel zur Berechnung der Körperfettmasse | 15 |
| <i>4 Methoden</i> | <i>16</i> |
| 4.1 Design..... | 16 |
| 4.2 Studienpopulation..... | 17 |
| 4.3 Fragebögen | 17 |

| | | |
|-------|--|----|
| 4.4 | Rekrutierung..... | 23 |
| 4.5 | Statistik..... | 27 |
| 4.6 | Mathematische Analyse der CUN-BAE Formel..... | 28 |
| 5 | <i>Ergebnisse</i> | 29 |
| 5.1 | Demographische Daten | 29 |
| 5.2 | Krankheitscharakteristika der Patienten..... | 32 |
| 5.3 | Ernährungsstatus | 35 |
| 5.4 | Patientencharakteristika unterteilt nach BMI Kategorien | 37 |
| 5.5 | Outcome | 43 |
| 5.6 | Analyse der 30-Tage-Mortalität im Krankenhaus nach BMI Kategorien..... | 44 |
| 5.7 | BMI und Mortalität bei Patienten ohne Gewichtsverlust..... | 50 |
| 5.8 | Analyse der CUN-BAE Formel | 52 |
| 5.9 | Körperfettanteil nach CUN-BAE | 55 |
| 5.10 | Outcome und Körperfettanteil | 58 |
| 5.11 | Körperfettanteil und 30-Tage Mortalität..... | 59 |
| 6 | <i>Diskussion</i> | 62 |
| 6.1 | Studienpopulation und Ernährungsstatus | 62 |
| 6.2 | Outcome | 63 |
| 6.3 | Das Adipositas-Paradoxon und Confounding | 64 |
| 6.3.1 | Subgruppenanalyse..... | 66 |
| 6.4 | Das Adipositas-Paradoxon und Körperzusammensetzung..... | 68 |
| 6.4.1 | Anwendung der CUN-BAE Formel | 69 |
| 6.4.2 | CUN-BAE und Mortalität | 69 |
| 7 | <i>Schlussbetrachtung</i> | 72 |
| 8 | <i>Zusammenfassung</i> | 74 |
| 9 | <i>Summary</i> | 75 |

| | | |
|----|-----------------------------------|----|
| 10 | <i>Literaturverzeichnis</i> | 76 |
| 11 | <i>Lebenslauf</i> | 85 |

Abbildungsverzeichnis

| | |
|---|----|
| Abbildung 1: Darstellung der verschiedenen Szenarien des Confoundings durch krankheitsbedingten Gewichtsverlust [Stevens, et al., 2001] | 11 |
| Abbildung 2: Fragebogen 1 | 18 |
| Abbildung 3: Fragebogen 2..... | 19 |
| Abbildung 4: Fragebogen 3a..... | 20 |
| Abbildung 5: Fragebogen 3b..... | 21 |
| Abbildung 6: Outcome-Bogen | 22 |
| Abbildung 7: Patienteninformation Version 2014 | 26 |
| Abbildung 8: Histogramm der Altersverteilung. Abszisse: Alter in Jahren. Ordinate: Absolute Häufigkeiten. | 30 |
| Abbildung 9: Boxplot des BMI getrennt für Männer und Frauen. | 31 |
| Abbildung 10: Forestplot der Odds-Ratios und 95 % KI für Krankenhausmortalität nach BMI Kategorien..... | 46 |
| Abbildung 11: Darstellung der ROC-Kurve zur Validierung des multivariaten Modells | 47 |
| Abbildung 12: Forest Blot der Odds-Ratios und 95 % KI für Krankenhausmortalität bei Patienten ohne Gewichtsverlust nach BMI Kategorien | 51 |
| Abbildung 13: Ableitung der CUN-BAE Formel nach dem Alter. | 52 |

| | |
|---|----|
| Abbildung 14: Grafische Darstellung der CUN-BAE Formel für Männer. Abszisse: Alter in Jahren von 18 bis 80. Ordinate: BMI in kg/m^2 von 12 bis 72. Farbliche Schattierung entspricht Körperfett in % von 0 bis 60 %..... | 53 |
| Abbildung 15: Grafische Darstellung der CUN-BAE Formel für Frauen. Abszisse: Alter in Jahren von 18 bis 80. Ordinate: BMI in kg/m^2 von 12 bis 72. Farbliche Schattierung entspricht Körperfett in % von 0 bis 60 %..... | 54 |
| Abbildung 16: Boxplot des Alters nach Kategorien Körperfett für Männer | 56 |
| Abbildung 17: Boxplots des BMI nach Kategorien Körperfett für Männer | 56 |
| Abbildung 18: Boxplot des Alters nach Kategorien Körperfett für Frauen..... | 57 |
| Abbildung 19: Boxplots des BMI nach Kategorien Körperfett für Frauen. | 57 |
| Abbildung 20: Relativer Anteil in % der Verstorbenen in den einzelnen BMI-Kategorien. Die Balken entsprechen dem Prozentanteil der Verstorbenen innerhalb der BMI-Kategorie. | 64 |

Tabellenverzeichnis

| | |
|--|----|
| Tabelle 1: BMI Kategorien nach WHO [WHO, 2000]. | 7 |
| Tabelle 2: Schätzwerte für den Körperfettanteil in % nach BMI, Geschlecht und Alter [Gallagher, et al., 2000]. | 13 |
| Tabelle 3: Patientencharakteristika unterteilt nach Geschlecht. | 30 |
| Tabelle 4: Fachrichtungen der Stationen. | 32 |
| Tabelle 5: Absolute Häufigkeiten der betroffenen Organsysteme. | 33 |
| Tabelle 6: Absolute Häufigkeiten der Komorbiditäten. | 34 |
| Tabelle 7: Autonomie und Mobilität. | 34 |
| Tabelle 8: Absolute Häufigkeiten der BMI Kategorien. | 35 |
| Tabelle 9: Gewichtsveränderung. | 36 |
| Tabelle 10: Nahrungsaufnahme in der letzten Woche. | 36 |
| Tabelle 11: Verzehrter Anteil des Mittagessens. | 37 |
| Tabelle 12: Patientencharakteristika unterteilt nach BMI Kategorien. | 39 |
| Tabelle 13: Absolute Häufigkeiten des Outcome. | 43 |
| Tabelle 14: Absolute Häufigkeiten des Outcome getrennt für BMI Kategorien. | 44 |
| Tabelle 15: Multivariate Analyse des Zusammenhangs von 30-Tage-Mortalität im Krankenhaus und Risikofaktoren. | 48 |
| Tabelle 16: Absolute Häufigkeiten der BMI Kategorien bei Patienten ohne Gewichtsverlust. | 50 |
| Tabelle 17: Mittelwert und Standardabweichung für Alter und BMI unterteilt nach Körperfett Kategorien. | 55 |
| Tabelle 18: Absolute Häufigkeiten des Outcome unterteilt nach Kategorien Körperfett für Männer. | 58 |

| | |
|--|----|
| Tabelle 19: Absolute Häufigkeiten des Outcome unterteilt nach Kategorien Körperfett für Frauen..... | 59 |
| Tabelle 20: Multivariate Analyse zum Zusammenhang von 30-Tage-Mortalität im Krankenhaus und Körperfettanteil | 60 |
| Tabelle 21: Multivariate Analyse zum Zusammenhang von Körperfettanteil und 30-Tage-Mortalität im Krankenhaus adjustiert nach Risikofaktoren..... | 61 |
| Tabelle 22: Prävalenz von verminderter fettfreier Masse bei Gesunden und Patienten nach BMI-Gruppen nach [Kyle et al., 2003]. | 71 |

Abkürzungsverzeichnis

| | |
|---------|---|
| AARP | American Association of Retired Persons |
| ADP | Air Displacement Plethysmography |
| AIDS | Acquired Immune Deficiency Syndrom |
| AKE | Arbeitsgemeinschaft Klinische Ernährung |
| BAPEN | British Association of Parenteral and Enteral Nutrition |
| BF % | Körperfett in Prozent |
| BMI | Body Mass Index |
| COPD | Chronic Obstructive Pulmonary Disease |
| CUN-BAE | Clinica Universidad de Navarra-Body Adiposity Estimator |
| CVA | Cerebrovascular Accident |
| ESPEN | European Society for Clinical Nutrition and Metabolism |
| HIV | Human Immunodeficiency Virus |
| HR | Hazard Ratio |
| KI | Konfidenzintervall |
| MUST | Malnutrition Universal Screening Tool |
| MW | Mittelwert |
| N | Anzahl |
| nDay | nutrition Day |
| NHANES | National Health and Nutrition Examination Survey |
| NRS2002 | Nutritional Risk Screening 2002 |
| OR | Odds-Ratio |
| ROC | Receiver Operating Characteristics |
| RR | Relatives Risiko |
| SD | Standardabweichung |
| WHO | World Health Organisation |
| DGEM | Deutsche Gesellschaft für Ernährungsmedizin |

1 Einleitung

Das Adipositas-Paradoxon beschreibt das Phänomen, dass übergewichtige und adipöse Personen bei verschiedenen Erkrankungen bessere Überlebenschancen haben als normalgewichtige. In vielen Studien, die das Verhältnis von Body Mass Index (BMI) zu Mortalität analysierten, konnte dieses Phänomen beobachtet werden. Die Ursachen wurden unterschiedlich diskutiert. Aspekte der Mangelernährung, wie Gewichtsverlust und veränderte Körperzusammensetzung, wurden häufig als zu berücksichtigende Faktoren genannt. In der vorliegenden Masterarbeit wurde das Adipositas-Paradoxon an Hand der Daten der nutritionDay (nDay) Studie untersucht. Im Rahmen der nDay Studie wurden Risikofaktoren für Mangelernährung bei hospitalisierten Patienten erhoben. Ziel dieser Arbeit war die Analyse des Adipositas-Paradoxons unter Berücksichtigung der Indikatoren für Mangelernährung.

Krankheitsassoziierte Mangelernährung kann sich über alle BMI Klassen erstrecken. Mangelernährung steht in wechselwirkendem Zusammenhang mit Erkrankungen. Einerseits fördert sie die Entstehung von Krankheit durch verschlechterte Immunfunktion sowie Verzögerung des Heilungsprozesses, andererseits führen Erkrankungen zu verminderter Nahrungsaufnahme oder verschlechterter Nährstoffabsorption. In jedem Fall stellt Mangelernährung ein hohes Risiko für erhöhte Morbidität und in weiterer Folge Mortalität dar.

In epidemiologischen Studien über die Assoziation von BMI und Mortalität wird der BMI üblicherweise zu Beginn der Studie (zur Baseline) erhoben, danach wird die Studienkohorte über einen bestimmten Zeitraum beobachtet und das Eintreten bzw. Ausbleiben des Todes erfasst. Innerhalb dieser Studien können unterschiedliche Faktoren den Zusammenhang von BMI und Mortalität beeinflussen und die Studienergebnisse verfälschen. Diese Faktoren werden auch *Confounder* genannt. Manson et al. nennen die folgenden drei Hauptfehlerquellen: 1.) mangelnde Kontrolle für Rauchen, 2.) unzureichende Kontrolle für biologische Effekte von Adipositas wie Hypertonie und Hyperglykämie und 3.) mangelnde Kontrolle für Gewichtsverlust aufgrund subklinischer Erkrankung [Manson et al., 1987]. In dieser Arbeit wurde der dritte Fall, der Einfluss von Gewichtsveränderung auf den Zusammenhang von BMI

und Mortalität, genauer untersucht. Wenn ein Proband zum Zeitpunkt der Baseline-Erhebung einen krankheitsassoziierten Gewichtsverlust erfahren hat, beeinflusst das die beobachtete BMI-Mortalitäts-Assoziation aufgrund der steigenden Mortalität bei niedrigerem Gewicht [Stevens et al., 2001]. Um diese Fehlerquelle zu berücksichtigen, werden in Studien häufig Personen mit bestimmten Erkrankungen ausgeschlossen oder auch Todesfälle in den ersten ein bis fünf Jahre des Follow-up. Es ist allerdings nicht sichergestellt, dass man über diese Kriterien tatsächlich diejenigen Personen identifiziert, die eine krankheitsbedingte Gewichtsveränderung vor der Baseline-Erhebung erfahren hatten [Stevens et al., 2001]. In der nDay Studie wurden Informationen zu vorangegangener Gewichtsveränderung erhoben, dies ermöglichte die Analyse des direkten Zusammenhangs von Gewichtsveränderung und der BMI-Mortalitäts-Assoziation.

Ein weiterer Schwerpunkt der Arbeit lag auf der Beurteilung der Körperzusammensetzung in Zusammenhang mit Mortalität. Den Kompartimenten Fettmasse und Muskelmasse werden unterschiedliche Effekte zugeschrieben. Personen mit gleichen BMI-Werten, können unterschiedliche Anteile an Körperfettmasse und fettfreier Masse aufweisen. Bei Mangelernährung kann sich das Verhältnis der Kompartimente stark verändern, häufig zu Lasten der Muskelmasse. Übergewichtige und Adipöse haben möglicherweise bessere Prognosen, weil sie einen höheren Anteil an Muskelmasse aufweisen als Untergewichtige oder Normalgewichtige. Die Körperzusammensetzung gibt genauere Aufschlüsse über den Ernährungsstatus und das damit verbundene Risiko als das Körpergewicht. Jedoch ist die Messung der Körperzusammensetzung aufwendiger als die Messung des BMI und kann daher oft aus Zeit- und Kostengründen in Studien mit hoher Probandenzahl nicht durchgeführt werden. Da auch in der nDay Studie keine Messungen der Körperzusammensetzung durchgeführt wurden, wurde als Alternative der durchschnittliche Körperfettgehalt berechnet. An der Universitätsklinik Navarra wurde von Gomez-Ambrosi et al. eine Formel zur Berechnung eines Schätzwerts für die Körperfettmasse anhand von BMI, Alter und Geschlecht entwickelt. Die Überprüfung der Anwendbarkeit dieser Formel an einer von Mangelernährung betroffenen Studienpopulation und der Zusammenhang zu Mortalität war ein weiteres Ziel der Arbeit.

2 Fragestellung

1. Wie verhält sich der Zusammenhang von BMI und Mortalität unter Berücksichtigung der Indikatoren für Mangelernährung? Ist das beobachtete Adipositas-Paradoxon auf Confounding durch krankheitsbedingten Gewichtsverlust zurückzuführen?

2. Welchen Aufschluss gibt die Körperzusammensetzung über die Beobachtung eines Adipositas-Paradoxons? Lässt sich das Adipositas-Paradoxon aufgrund der unterschiedlichen Effekte von Körperfettmasse und Muskelmasse, welche beide Komponenten des BMI sind, erklären?
 - 2.1 Ist die CUN-BAE Formel ein geeignetes Instrument für die Berechnung eines Schätzwertes der Körperfettmasse bei hospitalisierten Patienten?

3 Literaturübersicht

3.1 Krankheitsassoziierte Mangelernährung

3.1.1 Prävalenz und Risiken

Die Prävalenz von Mangelernährung bei hospitalisierten Patienten wird zwischen 10 % und 60 % geschätzt [Elia et al., 2005]. Eine in England und Irland durchgeführte Erhebung kam zu dem Ergebnis, dass zum Zeitpunkt der Krankenhausaufnahme bereits bei 32 % der Patienten ein Risiko für Mangelernährung vorlag [Russell and Elia, 2011]. Pirlich et al. diagnostizierten Mangelernährung bei 27,4 % der Patienten in Deutschland [Pirlich et al., 2006]. Im Laufe eines Krankenhausaufenthalts hält der Gewichtsverlust häufig weiter an [McWhirter and Pennington, 1994]. Die Risiken und Konsequenzen einer Mangelernährung sind weitläufig bekannt. Mangelernährung beeinflusst die Funktion sämtlicher Organsysteme, insbesondere die Muskelfunktion, kardiorespiratorische Funktionen und die Funktion des Gastrointestinal Trakts sowie die Immunabwehr und Wundheilung [Saunders and Smith, 2010]. Diese Komplikationen führen in weiterer Folge zu höherer Morbidität, längerer Aufenthaltsdauer im Krankenhaus, häufigeren Wiederaufnahmen in stationäre Behandlung und erhöhter Sterblichkeit im Krankenhaus [Agarwal et al., 2013, Correia and Waitzberg, 2003]. Vor allem bei chronischen Erkrankungen wie COPD [Vestbo et al., 2006], Krebserkrankungen [Van Cutsem and Arends, 2005], chronische Lebererkrankungen [Alberino et al., 2001], terminale Niereninsuffizienz [Lawson et al., 2001] und HIV/AIDS [Suttman et al., 1995], aber auch bei akuten Ereignissen, wie Schlaganfall [Gariballa et al., 1998] oder Hüftfraktur [Bastow et al., 1983], steht Mangelernährung in Beziehung mit erheblich höherer Mortalität.

3.1.2 Definition und Screening

In den Leitlinien für enterale Ernährung der DGEM wird Mangelernährung neben Unterernährung als eine Form der Fehlernährung definiert. Unterernährung entsteht durch mangelnde Energiezufuhr, der Indikator ist eine verminderte Fettmasse. Mangelernährung umfasst krankheitsassoziierten Gewichtsverlust, Eiweißmangel und spezifischen Nährstoffmangel. Krankheitsassoziiertes Gewichtsverlust ist definiert als

signifikanter Gewichtsverlust mit Zeichen der Krankheitsaktivität. Eiweißmangel wird durch den Abbau der Muskelmasse und reduzierte Plasmaproteinkonzentrationen erfasst. Die verschiedenen Formen der Fehlernährung können überschneidend vorkommen [Pirlich, 2003].

Derzeit gibt es noch keine einheitliche Definition für Mangelernährung [Soeters et al., 2008]. Die Weltgesundheitsorganisation spricht von Mangel- oder Unterernährung ab einem BMI unter 18,5 kg/m² [WHO, 1995]. Soeters et al. formulierten Fehlernährung als “subacute or chronic state of nutrition in which a combination of varying degrees of over- or undernutrition and inflammatory activity have led to a change in body composition and diminished function” [Soeters et al., 2008]. Vor wenigen Jahren versuchten Meijers et al. im Rahmen einer mehrstufigen Expertenbefragung zu einem Konsens über die Definition und Messbarkeit der Mangelernährung zu kommen. Eine unzureichende Aufnahme an Energie und Protein sowie eine reduzierte fettfreie Körpermasse wurden am häufigsten als wichtige Elemente für die Definition der Mangelernährung genannt. Neben diesen Kriterien wurden auch funktionelle Veränderungen und inflammatorische Aktivitäten als wichtige Erkennungsmerkmale angeführt. Die Indikatoren ungewollter Gewichtsverlust, BMI und Nahrungsaufnahme wurden für die Messbarkeit der Mangelernährung als sehr wichtig gewertet. Auf eine einheitliche Definition und Identifikation der Mangelernährung konnten sich die Experten auch hier nicht einigen [Meijers et al., 2010]. Die *American Society for Parenteral and Enteral Nutrition* (ASPEN) empfiehlt eine Definition basierend auf der Ätiologie der Mangelernährung. Die Mangelernährung kann auf Unterernährung, chronische Erkrankung oder akute Erkrankung/Verletzungen zurückzuführen sein. Je nach Ursache liegen neben verminderte Nahrungsaufnahme und Gewichtsverlust auch Entzündungsmerkmalen vor [White et al., 2012].

Zur Identifizierung einer Mangelernährung im stationären Bereich stehen verschiedene validierte Screening-Tools zur Verfügung. Diese beinhalten zumeist die oben genannten Indikatoren: Gewichtsverlust, BMI und Nahrungsaufnahme [Kondrup et al., 2003]. Die British Association of Parenteral and Enteral Nutrition (BAPEN) empfiehlt die Verwendung des *Malnutrition Universal Screening Tool* (MUST). Der MUST kann im ambulanten und stationären Bereich eingesetzt werden. Erfasst werden der BMI

(< 20 kg/m²), ein ungeplanter Gewichtsverlust von mehr als 5 % des Körpergewichts in den vergangenen 3 – 6 Monaten und das Vorliegen einer akuten Erkrankung. [Scott, 2008]. Der Screening-Bogen der Arbeitsgemeinschaft Klinische Ernährung (AKE) erfasst den BMI (< 20 kg/m², ab 75 Jahren < 22 kg/m²), einen ungewollten Gewichtsverlust während der letzten drei Monate (> 5 % des Körpergewichts) und den Rückgang der Nahrungsaufnahme in den letzten Monaten. Liegt ein Risiko vor, werden weitere Erkrankung und Stressfaktoren erfasst [Arbeitsgemeinschaft Klinische Ernährung]. Die Europäische Gesellschaft für Klinische Ernährung und Stoffwechsel (ESPEN) empfiehlt die Verwendung des *Nutritional Risk Screenings* (NRS2002). Das Vorscreening erfasst den BMI (<20,5 kg/m²), einen Gewichtsverlust in den vergangenen drei Monaten, eine verminderte Nahrungsaufnahme während der letzten Woche und ob der Patient schwer erkrankt ist [Kondrup et al., 2003]. Niederländische Forscher entwickelten den *Short Nutritional Assessment Questionnaire* (SNAQ), der sich an hospitalisierte Patienten richtet. Erfragt werden ein ungewollter Gewichtsverlust von mehr als 3 kg bzw. 6 kg in den letzten sechs Monaten, Appetitverlust im letzten Monat und die Zufuhr von Trinknahrung oder Ernährung über eine Sonde im letzten Monat [Kruizenga et al., 2005]. Das *Mini Nutritional Assessment* (MNA®) des Nestlé Nutrition Institute erfasst zusätzlich Informationen zu Mobilität („Kann der Patient die Wohnung verlassen“ - „Ist der Patient in der Lage sich in der Wohnung zu bewegen“ – „Ist der Patient bettlägerig“) und beinhaltet auch die Messung des Wadenumfangs. Die Einsatzbereiche sind neben Krankenhäusern auch Langzeitpflegeeinrichtungen [Guigoz et al., 2002].

3.2 Übergewicht und Adipositas

Adipositas ist laut Definition eine exzessive Ansammlung von Körperfett mit krankhaften Auswirkungen. Als Indikator für Übergewicht und Adipositas wird der BMI herangezogen [WHO, 2000]. Er ergibt sich aus dem Quotienten von Körpergewicht zum Quadrat der Körpergröße (kg/m²). In der Definition der WHO bezeichnet ein BMI von 18,5 kg/m² bis 25 kg/m² Normalgewicht, ab 25 kg/m² spricht man von Übergewicht, ab 30 kg/m² von Adipositas Grad 1, ab 35 kg/m² von Adipositas Grad 2 und ab 40 kg/m² von Adipositas Grad 3 [WHO, 2000].

Tabelle 1: BMI Kategorien nach WHO [WHO, 2000].

| Kategorie | BMI in kg/m ² |
|---|--------------------------|
| Untergewicht | < 18,5 |
| Normalgewicht | 18,5 – 25,0 |
| Übergewicht | 25,0 – 30,0 |
| Adipositas Grad 1 | 30,0 – 35,0 |
| Adipositas Grad 2 | 35,0 – 40,0 |
| Adipositas Grad 3 | > 40,0 |
| Die Werte sind unabhängig von Geschlecht und Alter. | |

Der BMI misst das Gewicht adjustiert nach der Größe und gibt keine direkte Auskunft über die Körperzusammensetzung. Die Verwendung des BMI als Indikator für Adipositas basiert auf der Annahme, dass bei konstanter Körpergröße ein höheres Gewicht auf erhöhtes Körperfett zurückzuführen ist [Benn, 1971].

Übergewicht und Adipositas werden mit einer Reihe von metabolischen Beeinträchtigungen wie Hypertonie, erhöhten Cholesterin- und Triglyzeridwerten oder Insulinresistenz in Verbindung gebracht und erhöhen das Risiko für koronare Herzkrankheiten, ischämischen Insult und Typ 2 Diabetes Mellitus sowie für Krebserkrankungen der Brust, des Kolon, der Prostata, der Gebärmutter, der Niere und der Gallenblase [WHO, 2013].

Obwohl Übergewicht und Adipositas bedeutende Risikofaktoren für diverse Erkrankungen darstellen, gibt es Untersuchungen, die zeigen, dass bei manchen Erkrankungen bessere Überlebenschancen für übergewichtige Patienten im Vergleich zu normalgewichtigen bestehen. Man nennt dieses Phänomen das Adipositas-Paradoxon (siehe Kapitel 3.3).

3.3 Das Adipositas-Paradoxon

Das Adipositas-Paradoxon wurde zuerst bei Hämodialyse-Patienten beschrieben, Patienten mit BMI Werten unter 20 kg/m^2 hatten signifikant niedrigere Überlebenschancen, während bei höheren BMI Werten kein erhöhtes Risiko festgestellt werden konnte [Degoulet et al., 1982]. Fleischmann et al. fanden einen Anstieg der Überlebenschancen um 30 % pro Einheit ab BMI Werten von $27,5 \text{ kg/m}^2$, bei Patienten mit BMI Werten unter 20 kg/m^2 erhöhte sich das Mortalitätsrisiko um das 1,6-fache [Fleischmann et al., 1999]. Auch unter Berücksichtigung zusätzlicher Risikofaktoren wie Alter, Komorbiditäten oder Raucherstatus blieb der inverse Zusammenhang zwischen Mortalität und BMI bestehen. Ein Vergleich von Dialysepatienten mit unterschiedlichem Gesundheitsstatus bestätigte das Vorliegen eines Adipositas-Paradoxons sowohl für gesündere (jüngeres Alter, Nichtraucher, weniger Komorbiditäten) als auch kränkere Studienteilnehmer [Leavey et al., 2001]. Später wurde dieses Phänomen auch bei weiteren chronischen Erkrankungen entdeckt. Bei folgenden Erkrankungen konnte der protektive Effekt von Übergewicht bzw. Adipositas festgestellt werden: Hypertonie, Herzinsuffizienz, koronare Herzkrankheit, periphere arterielle Verschlusskrankheit, terminale Niereninsuffizienz und Dialyse, fortgeschrittene Krebserkrankung, COPD, rheumatoider Arthritis und HIV/AIDS [Lavie et al., 2009]. Auch bei älteren Menschen (über 65 Jahren) ist ein BMI im Übergewichts- und Adipositas-Bereich mit keinem signifikant erhöhten Mortalitätsrisiko assoziiert [Janssen and Mark, 2007].

3.3.1 Studien

Romero-Corral et al. untersuchten in einem systematischen Review den Zusammenhang von Körpergewicht und Gesamtmortalität oder kardiovaskulären Ereignissen bei Patienten mit koronarer arterieller Erkrankung. Untersucht wurden Kohortenstudien, welche Risikoschätzungen für die Mortalität auf Basis des Körpergewichts bzw. Adipositas bei Patienten mit koronarer arterieller Erkrankung bereitstellten. In die finale Analyse konnten 40 Studien mit insgesamt 250 152 Probanden eingeschlossen werden. Romero-Corral et al. kamen zu dem Ergebnis, dass übergewichtige Patienten (BMI 25 - $29,9 \text{ kg/m}^2$) das geringste Risiko für Gesamtmortalität (RR 0,87; 95 % KI 0,81 – 0,94)

aufwiesen, im Vergleich zur Gruppe der normalgewichtigen (BMI 20 - 24,9 kg/m²). Das Risiko für kardiovaskuläre Mortalität war nicht signifikant erniedrigt (RR 0,88; 95% KI 0,75 – 1,02). Bei adipösen Patienten (BMI 30 - 34,9 kg/m²) konnte kein erhöhtes Risiko festgestellt werden, weder für Gesamtmortalität noch für kardiovaskuläre Mortalität. Auch Patienten mit einem BMI über 35 kg/m² zeigten kein erhöhtes Risiko für Gesamtmortalität, jedoch für kardiovaskuläre Mortalität. Ein niedriger BMI unter 20 kg/m² erhöhte das Risiko sowohl für Gesamt- als auch für kardiovaskuläre Mortalität. Der Effekt von Gewichtsverlust wurde in keiner der Studien untersucht [Romero-Corral et al., 2006].

Eine Untersuchung an 22 576 Patienten mit behandelter Hypertonie und diagnostizierter koronarer Herzkrankheit zeigte einen signifikanten Zusammenhang zwischen höherem BMI und günstigerem Outcome. Als Endpunkte wurden die Ereignisse Tod, Myokardinfarkt oder CVA gewertet. Nach zweijährigem Follow-up war das Eintreten dieser Ereignisse am niedrigsten in der Gruppe der Adipositas Grad 1 Patienten (adjustiertes HR 0,68; 95 % KI 0,59 - 0,78) im Vergleich zu normalgewichtigen [Uretsky et al., 2007].

In einer Metaanalyse von neun Studien mit insgesamt 28 209 Teilnehmern wurde der Zusammenhang von BMI und Mortalität bei Patienten mit chronischem Herzfehler untersucht. Die mittlere Follow-up Zeit lag bei 2,7 Jahren. Auch hier wurde eine Assoziation zwischen Übergewicht, Adipositas und verbesserter Überlebenswahrscheinlichkeit festgestellt. Das relative Gesamtmortalitätsrisiko im Vergleich zu normalgewichtigen Patienten betrug 0,84 (95 % KI 0,79 - 0,90) bei übergewichtigen und 0,67 (95 % KI 0,62 - 0,73) bei adipösen Patienten. Auch das Risiko für kardiovaskuläre Mortalität war gesenkt. Der protektive Zusammenhang von Übergewicht und Adipositas zu Gesamtmortalität blieb auch nach Adjustierung für weitere Risikofaktoren signifikant. Die Autoren erwähnen, dass mögliche Confounder wie Rauchen, ungewollter Gewichtsverlust oder nicht bekannte chronische Erkrankungen vor allem bei Personen mit niedrigen BMI Werten die Ergebnisse zugunsten von Übergewichtigen und Adipösen verzerrt haben könnten [Oreopoulos et al., 2008].

Flegal et al. untersuchten den Zusammenhang von BMI und Mortalität in der Allgemeinbevölkerung. In ihrem systematischen Review kamen sie zu dem Ergebnis, dass übergewichtige Personen die höchste Überlebenschance (HR 0,94, 95 % KI 0,91 - 0,96) hatten. Adipositas (BMI >30 kg/m²) war mit einem signifikant höheren Mortalitätsrisiko assoziiert (HR 1,18; 95 % KI 1,12 - 1,25). Die weitere Unterteilung in Adipositas Grad 1 (30 - 35 kg/m²), Grad 2 (35 - 40 kg/m²) und Grad 3 (>40 kg/m²) ergab, dass das Gesamtmortalitätsrisiko erst ab einem BMI von 35 kg/m² signifikant erhöht war [Flegal et al., 2013].

3.4 Confounding

3.4.1 Definition

Confounding bedeutet, dass der Effekt der Exposition auf das Outcome vom Effekt einer anderen Variablen beeinflusst wird. Ein Confounder ist ein Störfaktor, der den tatsächlichen Effekt der Exposition auf das Outcome und somit das Studienergebnis verzerrt. Liegt Confounding vor, heißt das, die untersuchte Exposition kann oder kann auch nicht einen Einfluss auf das Outcome haben. Das Studienergebnis ist nicht valide. Ein Confounder muss folgende Kriterien erfüllen: Er muss einen Effekt auf das Outcome haben, entweder als Ursache oder als Marker für eine Ursache. Er muss mit der Exposition assoziiert sein. Er darf kein Effekt der Exposition sein. Er ist in der Studienpopulation ungleich verteilt [Rothman, 2012].

3.4.2 Confounding durch krankheitsbedingten Gewichtsverlust

Stevens et al. stellten die möglichen Szenarien des Confoundings durch krankheitsbedingten Gewichtsverlust bei Studien zu Übergewicht und Mortalität wie in Abb. 1 dar.

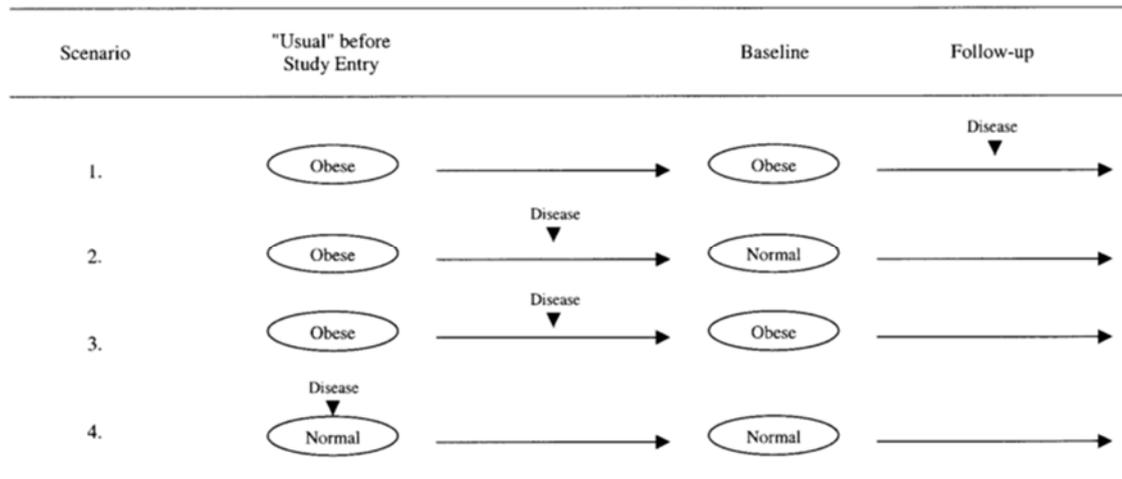


Abbildung 1: Darstellung der verschiedenen Szenarien des Confoundings durch krankheitsbedingten Gewichtsverlust [Stevens, et al., 2001]

Szenario 1 beschreibt die Situation, die der Wissenschaftler erforschen möchte. Das Gewicht zur Baseline repräsentiert das Normalgewicht des Probanden, während der Follow-up Periode erkrankt der Proband möglicherweise. Untersucht wird, ob adipöse Personen häufiger erkranken als nicht adipöse. Ein krankheitsbedingter Gewichtsverlust ist in diesem Fall irrelevant, da das Gewicht zur Baseline erhoben wurde, bevor es zur Erkrankung kam. In Szenario 2 liegt Confounding durch krankheitsbedingten Gewichtsverlust vor. Das zur Baseline erhobene Gewicht repräsentiert nicht das „tatsächliche“ Gewicht des Probanden. Sein normales Gewicht würde im Bereich der Adipositas liegen, aufgrund des krankheitsbedingten Gewichtsverlustes wird der Patient jedoch als normalgewichtig eingestuft. Wegen der Erkrankung ist das Mortalitätsrisiko erhöht. Die Erkrankung beeinflusst die Exposition Gewicht und das Outcome Mortalität, das Studienergebnis ist verzerrt. In Szenario 3 hat die Erkrankung keinen verzerrenden Effekt auf das Studienergebnis, da die Exposition Gewicht nicht beeinflusst wurde. Das vierte Szenario zeigt die Situation, dass eine chronische Krankheit vorliegt, die das Gewicht des Probanden über seine Lebenszeit beeinflusst. Das erhobene Gewicht entspricht dem „tatsächlichen“ Gewicht, es könnte aber sein, dass der Proband ohne Erkrankung übergewichtig wäre [Stevens et al., 2001].

3.5 Körperzusammensetzung

Unter Körperzusammensetzung versteht man die Aufteilung der Körpermasse in verschiedene Kompartimente. Dazu zählen z.B. Körperfettmasse, Muskelmasse, fettfreie Masse, fettarme Masse, Fettgewebe sowie Körperzellmasse und Körperwasser.

Es gibt verschiedene Modelle zur Beschreibung der Körperzusammensetzung. Das Zwei-Kompartiment-Modell unterscheidet zwischen Fettmasse und fettfreier Masse oder fettarmer Masse. Der Unterschied zwischen fettfreier Masse und fettarmer Masse ist sehr gering. Die Differenz zwischen Körpergewicht und Fettgewebe ergibt die fettarme Masse, diese enthält einen gewissen Anteil an Strukturlipiden. Im Vier-Kompartiment-Modell wird die fettarme Masse in Körperzellmasse, extrazelluläre Masse und extrazelluläres Wasser unterteilt werden. Die Körperzellmasse ist die Summe aller stoffwechselaktiven Zellen [Steen, 1988].

Die Körperzusammensetzung verändert sich mit dem Alter. Mit zunehmendem Alter beträgt der Verlust an fettfreier Masse durchschnittlich 1,5 kg pro Dekade, gleichzeitig steigt der Körperfettgehalt, so dass das Körpergewicht insgesamt gleich bleibt [Forbes, 1999]. Frauen haben einen prozentuell höheren Körperfettgehalt als Männer [Kelly et al., 2009].

Bei Fehlernährung kann es zu starken Veränderungen des Anteils der Kompartimente am Körpergewicht kommen. Unterernährung resultiert in einem Verlust an Körperfettmasse, Mangelernährung führt vor allem zum Verlust fettfreien Masse [Pirlich, 2003].

3.5.1 Körperfettmasse

Bis jetzt gibt es noch keine evidenzbasierten Grenzwerte für einen erhöhten Körperfettanteil [Gallagher et al., 2000]. Es ist nicht wissenschaftlich belegt, welcher Körperfettgehalt mit erhöhter Morbidität oder Mortalität assoziiert ist. Dennoch ist die Körperfettmasse ein in der Literatur häufig verwendeter Risikofaktor. Meistens wird die Körperfettmasse in Prozent (Körperfett zu Körpergewicht) angegeben. Oft verwendete Grenzwerte der Körperfettmasse sind 20 % und 30 % für Übergewicht, 25 % und 35 % für Adipositas bei Männern und Frauen [Okorodudu et al., 2010].

In einer Studie von Gallagher et al. aus dem Jahr 2000 wurden mittlere Körperfettgehalte für die von der WHO definierten BMI Referenzbereiche von Untergewicht, Übergewicht und Adipositas ($< 18,5 \text{ kg/m}^2$, $> 25 \text{ kg/m}^2$, $> 30 \text{ kg/m}^2$) ermittelt (Tabelle 2). BMI Werte über 35 kg/m^2 wurden ausgeschlossen, ebenso Personen mit chronischen Erkrankungen, kürzlich aufgetretenen akuten Erkrankungen und sehr hoher körperlicher Aktivität (mehr als 6 h/Woche) [Gallagher et al., 2000].

Tabelle 2: Schätzwerte für den Körperfettanteil in % nach BMI, Geschlecht und Alter [Gallagher, et al., 2000].

| Sex and BMI | 20–39 y | 40–59 y | 60–79 y |
|---------------|---------|---------|---------|
| | | % | |
| Women | | | |
| BMI < 18.5 | 21 | 23 | 24 |
| BMI ≥ 25 | 33 | 34 | 36 |
| BMI ≥ 30 | 39 | 40 | 42 |
| Men | | | |
| BMI < 18.5 | 8 | 11 | 13 |
| BMI ≥ 25 | 20 | 22 | 25 |
| BMI ≥ 30 | 25 | 28 | 30 |

3.5.2 BMI und Mortalität vs. Körperfettmasse und Mortalität

Bei Untersuchungen des Zusammenhangs von BMI und Mortalität wurden zwei Phänomene beobachtet:

1. Der Zusammenhang von BMI zu Mortalität stellt sich als U- oder J-förmig dar (Abszisse: Mortalität, Ordinate: BMI). Sowohl niedrige als auch hohe BMI-Werte sind mit einem erhöhten Mortalitätsrisiko assoziiert. Die Ursachen für den beobachteten U- oder J-förmigen Zusammenhang zwischen BMI und Mortalität sind noch nicht eindeutig geklärt.
2. Der Nadir dieser Kurve ist unterschiedlich angesiedelt und scheint mit dem Alter zu steigen [Childers and Allison, 2010].

Die Beobachtung des U- oder J-förmigen Zusammenhangs ist möglicherweise auf die unterschiedlichen Effekte von Fettmasse und Muskelmasse, welche beide Komponenten des BMI sind, zurückzuführen. Anhand der Daten der National Health and Nutrition Examination Surveys (NHANES 1 und NHANES 2) wurde diese Hypothese von Allison et al. untersucht. Subscapulare und Trizeps Hautfaltendicke wurden als Indikatoren für die Körperfettmasse verwendet, der Armmuskelumfang für Muskelmasse. Insgesamt lagen Daten von 10 169 Männern zwischen 25 und 75 Jahren vor. Die mittlere Follow-up Periode lag bei 14,6 Jahren bei NHANES 1 und 12,9 Jahren bei NHANES 2. Getestet wurden in einem Cox Proportional Hazard Model die Beziehungen von BMI, Fettmasse und Muskelmasse zu Gesamtmortalität unter Berücksichtigung von Alter, Raucherstatus, ethnischer Zugehörigkeit und Bildungsgrad. Der BMI zeigte eine U-förmige Korrelation zur Mortalität bei einem Nadir von 27 kg/m^2 . Wenn die Parameter Fettmasse und Muskelmasse in das Modell eingefügt wurden, näherte sich der Zusammenhang einem monotonen Anstieg, wobei Fettmasse positiv mit Mortalität korrelierte und Muskelmasse einen negativen Zusammenhang zu Mortalität aufwies. Nach der Adjustierung für Fettmasse und Muskelmasse lag der Nadir bei $20,5 \text{ kg/m}^2$. Die Autoren geben an, dass das Mortalitätsrisiko bei niedrigem BMI dann erhöht ist, wenn ein Mangel an Muskelmasse vorliegt [Allison et al., 2002].

In einer Studie, die Daten aus neun europäischen Ländern einschloss, wurde der Zusammenhang von allgemeiner Adipositas, abdominaler Adipositas, BMI und Mortalität untersucht. Wie in anderen Studien fand man einen U-förmigen Zusammenhang zwischen BMI und Mortalität, wobei das geringste Mortalitätsrisiko bei einem BMI von $25,3 \text{ kg/m}^2$ für Männer und $24,3 \text{ kg/m}^2$ für Frauen lag. Allgemeine Adipositas und abdominale Adipositas korrelierten positiv mit erhöhter Mortalität. Der Zusammenhang von abdominaler Fettverteilung und Mortalitätsrisiko war am stärksten in der Gruppe mit niedrigem BMI. Das heißt, dass Probanden trotz niedrigen BMI Werten ein erhöhtes Mortalitätsrisiko aufgrund einer erhöhten Fettmasse bzw. einer ungünstigen Fettverteilung aufwiesen. Demnach könnten Risikopersonen unerkant bleiben, würde man lediglich nach dem BMI klassifizieren. Das erhöhte Mortalitätsrisiko könnte auf eine zugleich erniedrigte Muskelmasse zurückzuführen sein [Pischon et al., 2008].

Bei älteren Personen (> 55 Jahren) stellte sich der BMI als wenig geeigneter Prädiktor für Morbiditäts- und Mortalitätsrisiko dar, da er die altersbedingte Körperfettumverteilung nicht erfasst. Messungen der Körperfettmasse, vor allem des viszeralen Körperfetts hatten bessere Vorhersagekraft für erhöhtes Morbiditäts- und Mortalitätsrisiko [Chang et al., 2012].

Eine Untersuchung des Zusammenhangs von Mortalität und Körperzusammensetzung bei Hämodialyse Patienten ergab, dass vor allem der Anteil an Muskelmasse entscheidend für längere Überlebenszeit war. Personen, die Gewicht und Muskelmasse verloren, hatten das höchste Mortalitätsrisiko. Personen, die Gewicht und vor allem Muskelmasse zunahmen, wiesen das niedrigste Mortalitätsrisiko auf. Die Kombination aus Gewichtsverlust und Muskelaufbau führte hingegen zu besseren Überlebenschancen als Gewichtszunahme und Muskelabbau [Kalantar-Zadeh et al., 2010].

Romero Corral et al. untersuchten das kardiovaskuläre Risiko normalgewichtiger Personen (BMI 18,5 – 24,9 kg/m²) mit hohem Körperfettanteil (> 23,1 % bei Männern und > 33,3 % bei Frauen). Sie fanden eine hohe Prävalenz an kardiovaskulären Risikofaktoren und metabolischem Syndrom. Bei Frauen war auch das kardiovaskuläre Mortalitätsrisiko erhöht [Romero-Corral et al., 2010].

3.5.3 CUN-BAE: Eine Formel zur Berechnung der Körperfettmasse

Gomez-Ambrosi et al. haben eine Gleichung entwickelt, um einen Schätzwert für die Körperfettmasse in Prozent zu berechnen. Die Gleichung mit dem Namen CUN-BAE (Clinica Universidad de Navarra-Body Adiposity Estimator) verwendet die Parameter Alter, BMI und Geschlecht. Entwickelt wurde die Gleichung an einer Population von 6 510 Patienten des Departments für Endokrinologie und Chirurgie der Universität in Navarra, die an einem Gewichtsreduktionsprogramm teilnahmen sowie auch an Krankenhauspersonal, das eine Gesundheitsuntersuchung durchführen ließ. Alle Probanden waren gewichtsstabil für drei Monate, deckten die Altersklassen von 18 bis 80 Jahren ab und BMI-Werte zwischen 12,4 und 72,8 kg/m². Für die Körperfettmessungen wurde die Luftverdrängungsplethysmographie (ADP) angewandt. Die CUN-BAE Gleichung entstand durch das Modell der schrittweisen linearen Regression der Variablen Geschlecht, Alter, BMI, BMI² und der Zielvariablen Körperfett gemessen mit ADP. Die Gleichung erklärte 79 % der Variabilität des

Körperfetts gemessen durch ADP. Der Korrelationskoeffizient von gemessenem und vorhergesagtem Körperfett betrug 0,88 ($P < 0.0001$) [Gómez-Ambrosi et al., 2012]. In einer Vergleichsuntersuchung zeigte sich, dass der berechnete Wert am besten mit dem Körperfett korrelierte (gemessen mit ADP), vor BMI, Taillenumfang, Waist-to-hip und Waist-to-height ratios [Gomez-Ambrosi et al., 2012].

Die Gleichung der CUN-BAE Formel setzt sich folgendermaßen zusammen:

$$BF \% = -44,988 + (0,503 \cdot age) + (10,689 \cdot sex) + (3,172 \cdot BMI) - (0,026 \cdot (BMI)x^2) + (0,181 \cdot BMI \cdot sex) - (0,02 \cdot BMI \cdot age) - (0,005 \cdot (BMI)x^2 \cdot sex) + (0,00021 \cdot (BMI)x^2 \cdot age)$$

Für Männer ist die Zahl „0“ und für Frauen „1“ einzusetzen [Gomez-Ambrosi et al., 2012].

4 Methoden

4.1 Design

Der nutritionDay ist ein multinationales Projekt mit dem Koordinationszentrum in Wien. Ziel ist die Erfassung der Ernährungssituation in Krankenhäusern mit dem Fokus auf die Station als Organisationseinheit. Es handelt sich um eine europaweit standardisierte Querschnittserhebung. Die Befragung findet jährlich an einem vorgegebenen Untersuchungstag statt, dreißig Tage später werden Outcome – Parameter erhoben. Die Datenerfassung erfolgt webbasiert [Schindler et al., 2010]. Zum ersten Mal wurde der nutritionDay im Jahr 2006 durchgeführt unter der Studienleitung von Prof. Dr. Michael Hiesmayr und Dr. Karin Schindler von der Medizinischen Universität Wien [nutritionDay worldwide, 2006]. Seither findet der nutritionDay jährlich unter Kollaboration der Arbeitsgemeinschaft für klinische Ernährung (AKE), der Europäischen Gesellschaft für klinische Ernährung und Stoffwechsel (ESPEN) und weiteren nationalen Gesellschaften für klinische Ernährung statt. [Hiesmayr et al., 2009, Schindler et al., 2010].

4.2 Studienpopulation

Alle stationären Patienten über 18 Jahre, deren Krankenhäuser oder Stationen am nutritionDay-Projekt teilnahmen, hatten die Möglichkeit die Fragebögen 3a und 3b auszufüllen. In der vorliegenden Arbeit wurden die Daten aller Patienten, die einwilligten an der Studie teilzunehmen und zum Zeitpunkt der Erhebung zwischen 18 und 80 Jahren alt waren, aus den Jahren 2006 bis 2012 zur Analyse herangezogen.

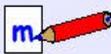
4.3 Fragebögen

Als Erhebungsinstrument dienten vier Fragebögen, die in 30 Sprachen zum freien Download auf der Website des nDay zur Verfügung standen. Das Thema Mangelernährung wurde auf der Ebene Station und auf der Ebene Patient erhoben. Der erste Fragebogen (Abb. 2) richtete sich an die Station als eigenständige Einheit, es wurden Informationen zu Struktur und Organisation der Station erhoben. Ansprechpartner waren Oberschwester oder Ärzte der Station [Hiesmayr et al., 2009]. Neben der Fachrichtung, welcher die jeweilige Station zuzuordnen war, wurde ermittelt, wie viele Betten belegt waren, wie viel und welches klinische Personal zum gegebenen Zeitpunkt im Dienst war und ob bzw. in welcher Form Ernährungsscreenings durchgeführt wurden. Im zweiten Fragebogen (Abb. 3) wurden Daten von allen Patienten der Station aufgenommen, wie Alter, Größe, Gewicht, medizinischer Status und Komorbidität [nutritionDay worldwide, 2006]. Der dritte und vierte Fragebogen, 3a bzw. 3b, bezog sich individuell auf den Patienten und wurde vom Patienten selbst ausgefüllt bzw. wenn notwendig mit Hilfe eines Mitarbeiters oder Angehörigen [Hiesmayr et al., 2009]. In Fragebogen 3a (Abb. 4) wurden Informationen zur allgemeinen Ernährungssituation und des Gewichtsverlaufs erfragt, Fragebogen 3b (Abb. 5) erfasste die Nahrungsaufnahme am nutritionDay selbst [nutritionDay worldwide, 2006]. Einen Monat später wurden folgende Outcome-Parameter erhoben: a) noch im Krankenhaus, b) Transfer in ein anderes Krankenhaus, c) in Langzeitbetreuung, d) Rehabilitation, e) Entlassung nach Hause, f) Tod und g) anderes (Abb. 6).

| | | | | | |
|---|--|--|--|--|--|
|  | | <h1>Bogen 1</h1> | | Datum ¹ ___/___/___ | |
| | | | | Zentrums-Code ² <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> | |
| | | | | Stations-Code ³ <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> | |
| Anzahl der belegten Betten¹³ | | | | <input type="text"/> Betten | |
| Maximale Anzahl der Betten in der Abteilung¹⁴ | | | | <input type="text"/> Betten | |
| Fachrichtung (bitte verwenden Sie den nachstehenden Code):¹⁵ | | | | <input type="text"/> | |
| A Innere Medizin/ allgemein B Innere Medizin/ Gastroenterologie & Hepatologie C Innere Medizin/ Onkologie (inkl. Radiotherapie) D Innere Medizin/ Kardiologie E Innere Medizin/ Infektionskrankheiten F Innere Medizin/ Geriatrie G Neurologie | | H Psychiatrie I Hals-Nasen-Ohren (HNO) J Allgemeine Chirurgie K Herz-Thorax-Chirurgie L orthopädische Chirurgie M Trauma N Neurochirurgie | | O Gynäkologie/Geburtshilfe P Langzeitpflege Q andere (bitte beschreiben): R Innere Medizin/ Nephrologie S Pädiatrie | |
| Personen, die auf der Station arbeiten (exkl. Reinigungskräfte):¹⁶ | | | | | |
| | | | | Anzahl (Frühschicht) in Ausbildung fertig ausgebildet | |
| Ärzte | | | | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | |
| Fachärzte | | | | <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | |
| Ärzte in Ausbildung | | | | <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> | |
| Pflegerpersonen | | | | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | |
| Pflegehelfer | | | | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | |
| Diätologen/Ernährungswissenschaftler | | | | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | |
| Ernährungsfachkräfte | | | | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | |
| Physiotherapeuten/Krankengymnasten | | | | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | |
| andere (bitte beschreiben) | | | | | |
| Gibt es eine Ansprechperson für klinische Ernährungsfragen?⁹ | | | | <input type="radio"/> JA <input type="radio"/> NEIN | |
| Gibt es im Krankenhaus ein übergeordnetes Ernährungsteam?⁹ | | | | <input type="radio"/> JA <input type="radio"/> NEIN | |
| Wird die klinische Ernährung (enterale und parenterale Ernährung) Richtlinien entsprechend durchgeführt?⁹ | | | | <input type="radio"/> JA <input type="radio"/> NEIN | |
| Welche ...⁹ | | | | | |
| nationale Richtlinien | | | | <input type="radio"/> JA <input type="radio"/> NEIN | |
| regionale Standards | | | | <input type="radio"/> JA <input type="radio"/> NEIN | |
| individuelle patientenbezogene Ernährungspläne | | | | <input type="radio"/> JA <input type="radio"/> NEIN | |
| anderes | | | | <input type="radio"/> JA <input type="radio"/> NEIN | |
| Führen Sie bei Patientenaufnahme ein Screening für Mangelernährung durch?⁹ | | | | <input type="radio"/> JA <input type="radio"/> NEIN | |
| Welche Screening-Methode verwenden Sie?⁹ | | | | | |
| Nutritional Risk Screening (NRS) 2002 | | | | <input type="radio"/> JA <input type="radio"/> NEIN | |
| Malnutrition Universal Screening Tools (MUST) | | | | <input type="radio"/> JA <input type="radio"/> NEIN | |
| nationale Instrumente | | | | <input type="radio"/> JA <input type="radio"/> NEIN | |
| regionale Richtlinien | | | | <input type="radio"/> JA <input type="radio"/> NEIN | |
| Erfahrung | | | | <input type="radio"/> JA <input type="radio"/> NEIN | |
| anderes | | | | <input type="radio"/> JA <input type="radio"/> NEIN | |
| Falls eine Mangelernährung od. ein Risiko für Mangelernährung besteht, was unternehmen Sie? (Mehrfachantworten möglich)¹⁰ | | | | | |
| einen individuellen Ernährungsplan erstellen | | | | <input type="radio"/> <input type="radio"/> | |
| eine Ernährungsfachkraft anfordern | | | | <input type="radio"/> <input type="radio"/> | |
| ein Ernährungsteam anfordern | | | | <input type="radio"/> <input type="radio"/> | |
| einen Gastroenterologen anfordern | | | | <input type="radio"/> <input type="radio"/> | |
| anderes | | | | <input type="radio"/> <input type="radio"/> | |
| Wie oft wiegen Sie Ihre Patienten? (Mehrfachantworten möglich)¹⁰ | | | | | |
| <input type="radio"/> bei Aufnahme <input type="radio"/> 1x wöchentlich <input type="radio"/> gelegentlich <input type="radio"/> wenn erforderlich <input type="radio"/> nie | | | | | |
| KOMMENTARE: ¹⁷ | | | | | |
| <small>Jede Hochzahl stimmt mit den Nummern auf den Erklärationsüberein.</small> | | | | | |
| <small>©Hesmayr/Schindler (ESPAK Austria) nutritionDay worldwide - a cross-sectional multinational audit</small> | | | | | |

Abbildung 2: Fragebogen 1

Liebe Patientin, lieber Patient! Wir bitten Sie, heute diesen Fragebogen auszufüllen, damit wir unsere Betreuung auf der Station, vor allem hinsichtlich der Ernährung verbessern können. Wir möchten daher gerne von Ihnen wissen, wieviel Sie essen, wie Sie sich fühlen und wie aktiv Sie sind.

Bitte kreuzen Sie an bzw. füllen Sie aus  **VIELEN DANK FÜR IHRE MITARBEIT!**

Patienten-Initialen⁴- Vorname Nachname Geburtsjahr⁷

Geschlecht⁶ (w/m **Ihr Gewicht vor 5 Jahren²⁷** kg Ich weiß es nicht

Haben Sie in den letzten drei Monaten ungewollt Gewicht verloren?¹¹

- JA NEIN NEIN, ich habe zugenommen Ich weiß es nicht

Wenn JA, wieviel Gewicht haben Sie verloren?¹¹

- 1-2 kg 4-5 kg 7-8 kg 10-11 kg 13-14 kg Ich bin mir nicht sicher
 2-3 kg 5-6 kg 8-9 kg 11-12 kg 14-15 kg
 3-4 kg 6-7 kg 9-10 kg 12-13 kg mehr als 15 kg

Wie haben Sie in der letzten Woche gegessen?¹²

- normal
 etwas weniger als normal
 weniger als die Hälfte
 weniger als ein Viertel bis fast nichts

Ich habe weniger gegessen wegen:⁸

- weniger Appetit Übelkeit
 Kau- und Schluckbeschwerden andere (bitte beschreiben): _____



Können Sie alleine gehen?¹²

- JA NEIN, nur mit Hilfe NEIN, ich liege nur im Bett



Wieviele Tabletten und Tropfen müssen Sie täglich einnehmen (Gesamtzahl)?²⁸

- keine 1-2 3-5 mehr als 5 Ich weiß es nicht



Wie würden Sie allgemein Ihren Gesundheitszustand einschätzen?¹²

- ausgezeichnet sehr gut gut mittelmäßig schlecht



Hat Ihnen jemand beim Ausfüllen des Fragebogens geholfen?⁹

- JA NEIN

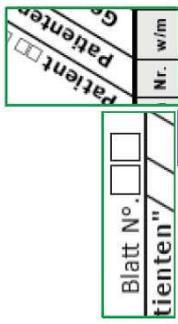
Abbildung 4: Fragebogen 3a

Patientenliste der Station und Ergebnis (alle Teilnehmer)

BITTE auf der Station bewahren!

OUTCOME + Datum:
A = noch im KH
B = Transfer in anderes KH
C = in Langzeitbetreuung
D = Rehabilitation
F = Entlassung nach Hause
G = Tod
H = anderes

Zentrumscode² □ □ □ □ □ □
Stationscode³ □ □ □ □ □ □
Outcome Datum³² □ □ . □ □ □ □ □ □ □ □



| Vorname Nachname ³³ Geburtsdatum oder Patientenetikett | Initialen ⁴ optional | Zimmer- nummer optional ³⁴ | Blatt 2 N ^o | Blatt 2 Patienten N ^o 5 | Datum der Entlassung tt/mm/jj ³⁵ | Outcome der Entlassung A,B,C..... ³⁶ | Wieder- aufnahme? (Bitte kreuzen Sie an :JA oder NEIN) ⁹ | Anmerkungen ³⁷ |
|--|------------------------------------|---|---------------------------|--|---|---|---|---------------------------|
| Exemplar Max Muster Dnr.: 0000121 W 10 01 1948 A I3101 ISM/Check-out Pat | Ma Mu | 5 | 1 | 1 | 17.02.08 | B | <input type="radio"/> JA <input checked="" type="radio"/> NEIN | |
| | | | 1 | 1 | | | <input type="radio"/> JA <input type="radio"/> NEIN | |
| | | | 1 | 2 | | | <input type="radio"/> JA <input type="radio"/> NEIN | |
| | | | 1 | 3 | | | <input type="radio"/> JA <input type="radio"/> NEIN | |

Jede Hochzahl stimmt mit den Nummern auf den Explanations überein.

© Hiemady/Schindler (ESEN/AKE Austria), 2010

Abbildung 6: Outcome-Bogen

Für die Analysen in der vorliegenden Arbeit wurden die folgenden in Fragebogen 3a und 3b erhobenen Indikatoren für Mangelernährung herangezogen:

- **„Können Sie alleine gehen?“**
 - Ja
 - Nein, nur mit Hilfe
- **„Hat Ihnen jemand beim Ausfüllen des Fragebogens geholfen?“**
 - Ja
 - Nein
- **Haben Sie in den letzten drei Monaten ungewollt Gewicht verloren?“**
 - Ja
 - Nein
 - Nein, ich habe zugenommen
 - Ich weiß es nicht
- **„Wie haben Sie in der letzten Woche gegessen?“**
 - normal
 - etwas weniger als normal
 - weniger als die Hälfte
 - weniger als ein Viertel bis fast nichts
- **„Wieviel der Mahlzeit haben Sie zu Mittag gegessen?“**
 - alles
 - die Hälfte
 - ein Viertel
 - nichts

Diese Indikatoren werden auch in anderen von Fachgesellschaften empfohlenen Screening-Bögen für Mangelernährung verwendet (siehe Kapitel 3.1.2).

4.4 Rekrutierung

Die Teilnahme am nDay stand allen Spitalstationen weltweit offen, welche sich auf der Internetseite des nDay vorab registrierten [nutritionDay worldwide, 2006]. Jede Einheit erhielt einen anonymisierten Krankenhaus- und Unit-Code. Die Teilnahme wurde

hauptsächlich von nationalen Gesellschaften für klinische Ernährung als Repräsentanten der ESPEN beworben [Hiesmayr et al., 2009]. Das Koordinationszentrum in Wien besaß das Einverständnis der Ethikkommission für eine multizentrische Datensammlung, das zusätzliche Einholen von lokalen Bewilligungen war aufgrund von unterschiedlichen nationalen Standards und Vorschriften möglich. Alle Krankenhäuser wurden instruiert, die Patienten unter Verwendung der standardisierten Patienteninformationen (Abb. 7) über die Teilnahme und den Ablauf der Studie zu informieren sowie über ihr Recht eine Teilnahme abzulehnen. Die Verantwortung über das Einholen des Einverständnisses, der Datenaufnahme, der Befragung und Dateneingabe oblag den teilnehmenden Studienzentren selbst. Auch das Erheben der Outcome-Parameter dreißig Tage nach dem nutritionDay wurde von lokalen Studienkoordinatoren durchgeführt. Der nDay wurde so konzipiert, dass die Datensammlung unter Verwendung der vier standardisierten Fragebögen von lokalen Studienbetreuern ohne zusätzlicher Unterstützung von außen durchgeführt werden konnte [Schindler et al., 2010]. Die Daten wurden am Ende der Befragung auf der in mehreren Sprachen zur Verfügung stehenden Website anonymisiert eingegeben [Hiesmayr et al., 2009].



nutritionDay
WORLDWIDE



PATIENTENINFORMATION und EINVERSTÄNDNISERKLÄRUNG

Sehr geehrte Patientin! Sehr geehrter Patient!

"nutritionDay" worldwide: 06. November 2014

Wir möchten Ihnen gerne unser Projekt „nutritionDay worldwide“ vorstellen und Sie motivieren daran teilzunehmen. Unser Projekt findet in unterschiedlichen Krankenhäusern weltweit an einem Tag statt. Unser Ziel ist es, mehrere Tausend Patienten zu rekrutieren.

Ihre Teilnahme ist freiwillig und kann jederzeit beendet werden, ohne Konsequenzen für Ihre dzt. Therapie. Wir bitten Sie diesen Fragebogen auszufüllen, nachdem Sie alle Informationen sorgfältig durchgelesen und Ihre Rechte als Patient/in erfasst haben.

Dieses "Audit" wurde der Ethikkommission Ihres Spitals vorgelegt.

Ziel dieser Umfrage ist es, die Handhabung von Ernährung an einem einzigen Tag in Spitälern weltweit zu erfassen. Ergebnisse können vielleicht helfen die Ernährung von Patienten zu verbessern, oder aber als Grundlage für unabhängige zukünftige Studien dienen.

Das "Audit" umfasst drei Fragebögen. Den Patientenfragebogen bitten wir Sie während des "Audit-Tages" auszufüllen. Der Zeitaufwand beträgt etwa 20 Min.

Das Patienten-Formular, welches von Ihnen ausgefüllt werden sollte, umfasst zwei Seiten. Falls Sie eine Krebserkrankung haben, bitten wir Sie zusätzlich eine dritte Seite auszufüllen.

Die **erste Seite** gibt Auskunft über Gewichtsveränderungen in den letzten 3-6 Monaten. Zudem benötigen wir Informationen über Ihre Ernährung in der letzten Woche zuhause, vor Ihrer stationären Aufnahme.

Auf der **zweiten Seite** geht es um Ihr Essverhalten und ggf. um die Gründe, warum Sie weniger essen als Ihnen angeboten wird.

Die **dritte Seite** für Krebspatienten befragt Sie zu Ihrem Ernährungsverhalten, Veränderungen in Gewicht, Appetit und Ihrer generellen Befindlichkeit.

Sollten Sie Fragen haben, kontaktieren Sie bitte das Personal in Ihrer Abteilung. Sollte Ihnen das Schreiben schwer fallen, lassen Sie sich helfen.

Das Personal in Ihrer Abteilung wird uns durch einen separaten Fragebogen Grundzüge Ihrer Erkrankung und Ihrer Therapie übermitteln.

Wir möchten Sie darauf hinweisen, dass dieser Fragebogen in 29 Sprachen erhältlich ist. Sollte Ihnen eine andere Sprache leichter fallen, fragen Sie das Personal in Ihrer Abteilung danach.

Alle gesammelten Informationen geben weder Aufschluss über Ihr Geburtsdatum, noch über Ihren Namen. Ihre **Anonymität** ist uns sehr wichtig. Es ist ausschließlich dem Personal in Ihrer Abteilung gestattet, Dokumente mit Ihrem Namen einzusehen.

Der Informationstransfer Ihrer Daten, welcher für unser Projekt am "nutritionDay" durch das Koordinationszentrum in Österreich stattfindet, geschieht ausschließlich aus statistischen Zwecken. Namen von Patienten werden weder nachlesbar, noch in geplanten Publikationen zu finden sein.

Nachstehend genannte Personen werden Ihnen offenstehende Fragen gerne beantworten. Sollten Sie Ihre Ansprechpartner nicht in Ihrer Abteilung antreffen, scheuen Sie nicht das Stationspersonal darauf hinzuweisen.

Ansprechpartner Nummer eins:

Telefonnummer/Pager:

Ansprechpartner Nummer zwei:

Telefonnummer/Pager:

Sollten Sie nicht daran interessiert sein, an diesem "Audit" teilzunehmen, ziehen Sie bitte eine Linie durch den Fragebogen und retournieren ihn unterschrieben an das Stationspersonal. Ihre Entscheidung wird sich in keiner Weise auf Ihre weitere Behandlung auswirken.

| |
|--|
| <p>Ich habe alle Informationen sorgfältig durchgelesen und willige ein/ willige nicht ein, an diesem Projekt teilzunehmen.</p> <p>Name der Patientin / des Patienten:</p> <p>Unterschrift:</p> |
|--|

Patienteninformation und Einverständniserklärung_2014

Abbildung 7: Patienteninformation Version 2014

4.5 Statistik

Nominalskalierte Merkmale wurden als Häufigkeiten dargestellt. Um Zusammenhänge mit den einzelnen BMI Gruppen zu testen, wurde der Pearson Chi-Quadrat-Test angewandt. Metrische Variablen wurden als Mittelwerte mit Standardabweichung angegeben, Zusammenhänge mit BMI-Gruppen wurden mithilfe der einfaktoriellen Varianzanalyse getestet.

Für die Analyse der Zusammenhänge von Risikofaktoren und Krankenhaussterblichkeit wurde die binär logistische Regression im Mehrebenenmodell angewandt [Sanagou et al., 2012], sowohl für die univariate Analyse von BMI Gruppe und Mortalität als auch für die multivariate Analyse. Im adjustierten und nicht-adjustierten Modell wurden BMI Gruppen als kategoriale Variable eingegeben. Der Bereich des Normalgewichts des BMI ($18,5 \text{ kg/m}^2 - 25,0 \text{ kg/m}^2$) diente als Referenzbereich.

Das nDay-Projekt ist eine multizentrische Studie. Die Datenerhebung fand an unterschiedlichen Standorten und in unterschiedlichen Abteilungen statt. Die Datenstruktur war daher hierarchisch gegliedert, Beobachtungen auf der Patientenebene waren in die übergeordnete Ebene Station eingebettet. Es wurde davon ausgegangen, dass Patienten innerhalb einer Station wechselseitigen Einflussprozessen unterlagen und zwischen den Stationen Unabhängigkeit vorlag. Dieser Gruppierungseffekt wurde in der statistischen Analyse unter Verwendung eines Mehrebenenmodells oder Modells mit gemischten Effekten berücksichtigt, das heißt sowohl feste Effekte als auch zufällige Effekte flossen in das Modell ein [Skrondal and Rabe-Hesketh, 2003]. Unter Anwendung des „Generalisierten Linearen Gemischten Modells“ wurde die Datenstruktur durch die Variablen „Station“ und „Patientenidentifikation“ definiert. Die Variable „Station“ wurde somit als zufälliger Effekt in das Modell aufgenommen. Als fixe Effekte wurden alle Variablen, die im univariaten Test ein Signifikanzniveau unter 0,05 aufwiesen, aufgenommen. Die abhängige Variable „Tod“ war binomial verteilt und wurde durch das logistische Regressionsmodell prognostiziert. Die Vorhersagefähigkeit des multivariaten Modells wurde mittels der ROC (*receiver operating characteristic*) Kurve evaluiert [Zou et al., 2007]. Ein Wert für die berechnete Fläche unter der Kurve über 0,8 wurde als aussagekräftig gewertet.

Für alle statistischen Analysen wurde IBM SPSS (Chicago, Illinois, USA) für Windows 7 (Version 22) verwendet. Ein p-Wert unter 0,05 wurde als statistisch signifikant gewertet. Für alle Odds-Ratios wurden 95 % Konfidenzintervalle angegeben.

4.6 Mathematische Analyse der CUN-BAE Formel

Für die bessere Beurteilung der Anwendung der CUN-BAE Formel am Kollektiv der nDay Teilnehmer wurde die Formel mathematisch analysiert. Um den Einfluss des Alters zu erfahren, wurde die Formel gegen das Alter abgeleitet. Der Einfluss der Parameter Alter und BMI auf das Körperfett wurde mithilfe der Software PTC Mathcad Prime 2.0 (Needham, Massachusetts, USA) grafisch dargestellt.

5 Ergebnisse

5.1 Demographische Daten

Für die statistische Analyse standen insgesamt 76 362 Datensätze zur Verfügung. Diese Daten wurden im Zeitraum von 2006 bis 2012 erhoben und stammen aus 49 unterschiedlichen Nationen. Nach Ausschluss der zum Zeitpunkt der Untersuchung unter 18-jährigen bzw. über 80-jährigen und standen 57 679 Datensätze für die weitere Analyse zur Verfügung. Weiteres wurden Probanden mit ungültigen BMI Werten und BMI Werten unter 15 kg/m^2 oder über 50 kg/m^2 sowie Schwangere ausgeschlossen. Damit blieben 51 075 Datensätze für die Analyse verfügbar.

53 % der Probanden waren Männer. Das mittlere Alter lag bei 59 ± 15 Jahren bei den Männern und 59 ± 16 Jahren bei den Frauen. Der Median des Alters lag bei 62 Jahren bei Männern und 63 Jahren bei Frauen. Das Alter zeigte keinen signifikanten Unterschied zwischen den Geschlechtern. Wie in Abb. 8 zu sehen ist, war eine deutlich links-schiefe Verteilung des Alters vorhanden. 50 % der Patienten waren über 63 Jahre alt. Die Häufigkeit entspricht der Anzahl der Probanden in jeder Altersgruppe und ist in Form der Balken dargestellt.

Der mittlere BMI der Männer betrug $25,4 \pm 5,1 \text{ kg/m}^2$ und der Frauen $26,1 \pm 6,0 \text{ kg/m}^2$. Der Median des BMI der Männer lag bei $24,8 \text{ kg/m}^2$ und der Frauen bei $25,3 \text{ kg/m}^2$. 25 % der Männer hatten einen BMI unter 22 kg/m^2 . 25 % der Frauen hatten einen BMI unter $21,8 \text{ kg/m}^2$. Abbildung 9 zeigt die BMI-Verteilung getrennt für Männer und Frauen in Form des Boxplots. Der Interquartilsabstand betrug $6,13 \text{ kg/m}^2$ bei Männern und $7,59 \text{ kg/m}^2$ bei Frauen. Der durchschnittliche BMI von Männern und Frauen unterschied sich nach dem Mann-Whitney-U-Test für unabhängige Stichproben signifikant ($p < 0,001$).

Die Berechnung des Körperfetts mittels der CUN-BAE Gleichung ergab einen mittleren Wert von $26,2 \pm 6,9 \%$ bei Männern und $38,8 \pm 7,4 \%$ bei Frauen (Tabelle 3).

Tabelle 3: Patientencharakteristika unterteilt nach Geschlecht.

| | Männer (53 %) | | Frauen (47 %) | |
|--------------------------|---------------|-------|---------------|-------|
| | MW±SD | N | MW±SD | N |
| Alter in Jahren | 59±15 | 26942 | 59±16 | 23520 |
| Größe in cm | 172±8 | 26942 | 161±8 | 23520 |
| Gewicht in kg | 75,0±17,1 | 26942 | 68,0±16,8 | 23520 |
| BMI in kg/m ² | 25,4±5,1** | 26942 | 26,1±6,0 | 23520 |
| CUN-BAE in % | 26,2±6,9 | 26942 | 38,8±7,4 | 23520 |

** p<0,001

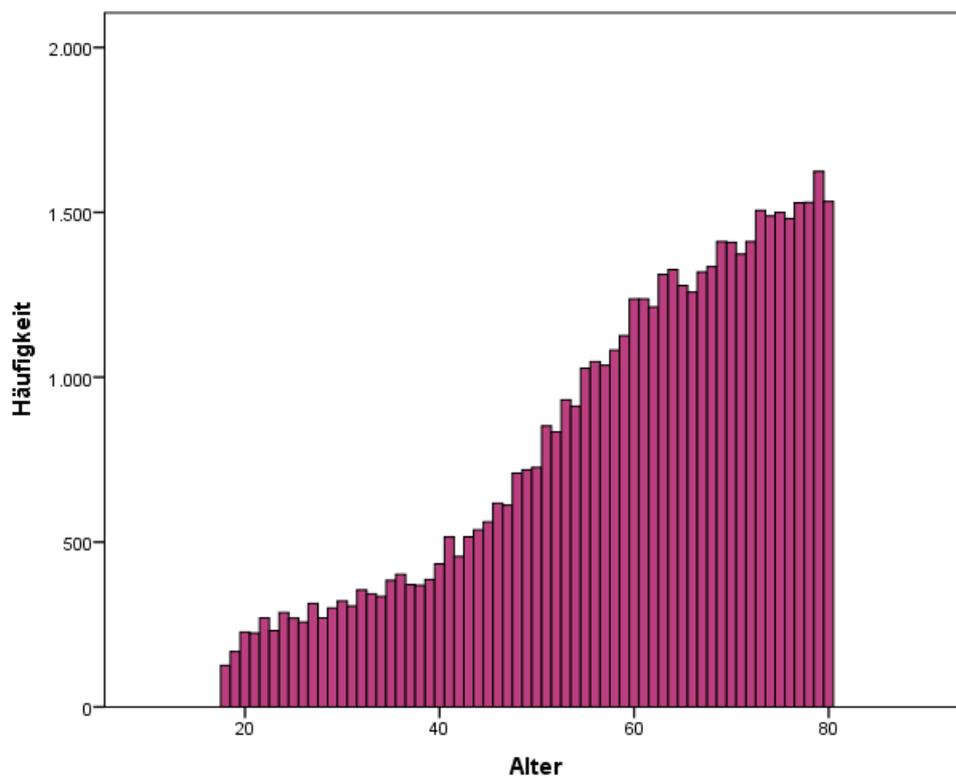


Abbildung 8: Histogramm der Altersverteilung. Abszisse: Alter in Jahren. Ordinate: Absolute Häufigkeiten.

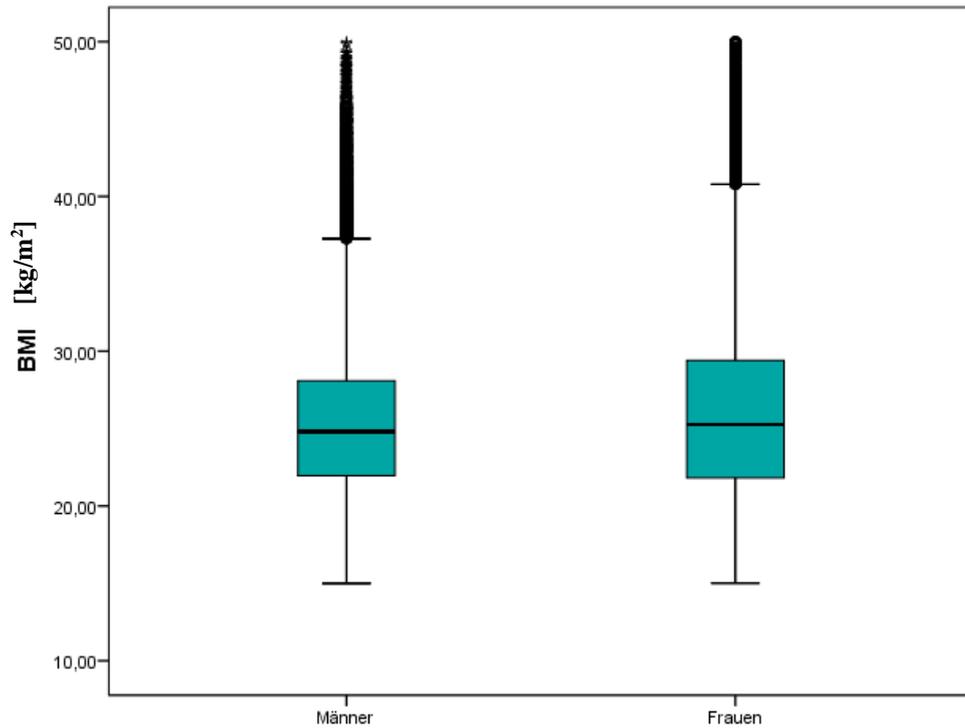


Abbildung 9: Boxplot des BMI getrennt für Männer und Frauen.

Die teilnehmenden Stationen konnten 19 verschiedenen Fachrichtungen (Tab. 4) zugeordnet werden, wobei die zusammengefassten Fachrichtungen „Innere Medizin“ und „Chirurgie“ die Mehrheit repräsentierten.

Tabelle 4: Fachrichtungen der Stationen

| <i>Fachrichtung</i> | Anteil in % | <i>Fachrichtung</i> | Anteil in % |
|---|----------------|----------------------------|----------------|
| Innere Medizin/allgemein | 17,0 | Herz-Thorax-Chirurgie | 1,7 |
| Innere Medizin/Gastroenterologie & Hepatologie | 7,9 | Orthopädische Chirurgie | 5,0 |
| Innere Medizin/Onkologie (inkl. Radiotherapie) | 9,9 | Trauma | 1,4 |
| Innere Medizin/Kardiologie | 3,9 | Neurochirurgie | 1,5 |
| Innere Medizin/Infektionskrankheiten | 0,9 | Gynäkologie/Geburtskunde | 1,5 |
| Innere Medizin/Geriatrie | 3,7 | Langzeitpflege | 1,1 |
| Neurologie | 3,3 | Andere | 12,9 |
| Psychiatrie | 1,1 | Innere Medizin/Nephrologie | 1,6 |
| Hals-Nasen-Ohren | 2,5 | Pediatric | 0,1 |
| Allgemeine Chirurgie | 22,8 | | |

5.2 Krankheitscharakteristika der Patienten

In Fragebogen 2 wurde erhoben, welches Organsystem des Patienten von einer Beeinträchtigung betroffen ist und ob Komorbiditäten vorliegen. Die Zuordnung zu den vorgegebenen Kategorien oblag den Mitarbeitern der Station. Für die Zuteilung zu betroffenen Organsystemen standen 16 Kategorien zur Auswahl, zusätzlich auch die Kategorie „Anderes“. Die prozentuelle Aufteilung der einzelnen Kategorien ist in Tabelle 5 dargestellt.

Tabelle 5: Absolute Häufigkeiten der betroffenen Organsysteme

| <i>Betroffenes Organsystem</i> | N (%) |
|--|--------------|
| Gehirn, Nerven | 6448 (12,6) |
| Augen, Ohren | 1048 (2,1) |
| Hals, Nasen | 1733 (3,4) |
| Herz, Kreislauf | 8960 (17,5) |
| Lunge | 6173 (12,1) |
| Leber | 4047 (7,9) |
| Gastrointestinaltrakt | 12033 (23,6) |
| Niere/Harnwege/weiblicher Genitaltrakt | 5712 (11,2) |
| Endokrines System | 3826 (7,5) |
| Skelett/Knochen/Muskel | 7513 (14,7) |
| Blut/Knochenmark | 2398 (4,7) |
| Haut | 1610 (3,2) |
| Ischämie | 727 (1,4) |
| Krebs | 10445 (20,5) |
| Infektion | 2990 (5,9) |
| Anderes | 3634 (7,1) |

Als Komorbidität konnte Diabetes I/II, CVA, COPD, Herzinfarkt, Herzinsuffizienz sowie „Anderes“ angegeben werden. Wie aus Tabelle 6 zu entnehmen ist, waren 18,1 % der Studienteilnehmer von Diabetes betroffen, 4,4 % waren an CVA, 5,2 % an COPD erkrankt, 1,8 % hatten einen Herzinfarkt, 9,5 % litten an Herzinsuffizienz, bei 36,7 % der Patienten wurden „andere“ Komorbiditäten angegeben (Tab. 6).

Tabelle 6: Absolute Häufigkeiten der Komorbiditäten

| <i>Komorbidität</i> | N (%) |
|---------------------|--------------|
| Diabetes I/II | 9269 (18,1) |
| CVA | 2265 (4,4) |
| COPD | 2670 (5,2) |
| Herzinfarkt | 915 (1,8) |
| Herzinsuffizienz | 4827 (9,5) |
| Anderes | 18764 (36,7) |

Die Prozentanteile der Liste an betroffenen Organsystemen sowie der Komorbiditäten addieren sich nicht auf 100 %, da Mehrfachangaben möglich waren bzw. nicht alle von Komorbiditäten betroffen waren.

12,8 % der Probanden hatten einen Aufenthalt auf einer Intensivstation. Zwei weitere Parameter, die kennzeichnend für den Gesundheitszustand der Patienten sein sollten, waren die Fähigkeiten, alleine zu gehen und die Fragebögen ohne Hilfe auszufüllen. Wie aus Tabelle 6 ersichtlich, gaben knapp 30 % der Befragten an, nicht in der Lage zu sein, alleine zu gehen, 64,5 % benötigten Hilfe beim Ausfüllen der Fragebögen (Tab. 7).

Tabelle 7: Autonomie und Mobilität

| <i>Können Sie alleine gehen?</i> | N (%) |
|--|--------------|
| Ja | 32760 (64,1) |
| Nein, nur mit Hilfe | 9762 (19,1) |
| Nein, ich liege nur im Bett | 5094 (10,0) |
| <i>Hat Ihnen jemand beim Ausfüllen des Fragebogens geholfen?</i> | N (%) |
| Ja | 32921 (64,5) |
| Nein | 14864 (29,1) |
| keine Angabe | 410 (0,8) |

5.3 Ernährungsstatus

Die Unterteilung der BMI-Werte nach der Klassifizierung der WHO ergab einen Anteil an untergewichtigen Personen ($< 18,5 \text{ kg/m}^2$) von 6,8 %. Fast die Hälfte der Probanden wiesen BMI Werte im Normalbereich auf ($18,5 \text{ kg/m}^2 - 25 \text{ kg/m}^2$), jeder Dritte war übergewichtig ($\text{BMI } 25 \text{ kg/m}^2 - 30 \text{ kg/m}^2$), jeder Fünfte war adipös ($\text{BMI} > 30 \text{ kg/m}^2$) (Tab. 8).

Tabelle 8: Absolute Häufigkeiten der BMI Kategorien

| <i>BMI Kategorie</i> | N (%) |
|----------------------|--------------|
| Untergewicht | 3495 (6,8) |
| Normalgewicht | 22302 (43,7) |
| Übergewicht | 15371 (30,1) |
| Adipositas I | 6622 (13,0) |
| Adipositas II | 2213 (4,3) |
| Adipositas III | 1071 (2,1) |

Da es keine wissenschaftlich validierten Grenzwerte für einen erhöhten Körperfettanteil gibt, wurden die 16., 33., 50., 66. und 83. Perzentile als Grenzwerte für die Unterteilung in 6 gleich große Gruppen jeweils getrennt für Männer und Frauen herangezogen. Die Grenzwerte für Männer ergeben sich demnach gerundet bei 20, 23, 26, 28 und 32 % Körperfett und für Frauen bei 31, 35, 38, 42 und 46 % Körperfett. Da die Berechnung der Körperfettmasse nach der Formel CUN-BAE für Männer und Frauen unterschiedlich ist, wurden beide Geschlechter in der multivarianten Analyse getrennt voneinander behandelt.

Nahezu jeder Zweite gab an, in den letzten drei Monaten ungewollt Gewicht verloren zu haben, die Hälfte davon hatte mehr als 5 kg abgenommen (Tab. 9).

Tabelle 9: Gewichtsveränderung

| <i>Haben Sie in den letzten drei Monaten ungewollt Gewicht verloren?</i> | N (%) |
|--|--------------|
| Ja, Gewicht verloren | 22236 (43,5) |
| Nein, kein Gewicht verloren | 19021 (37,0) |
| Nein, Gewicht zugenommen | 4098 (8,0) |
| Weiß nicht | 2815 (5,5) |
| Keine Angabe | 3054 (6,0) |

Auf die Frage, wie viel sie in der letzten Woche gegessen hätten, antworteten fast 50 % der Probanden, normal gegessen zu haben. Die restlichen Probanden gaben an, weniger als sonst gegessen zu haben. 12,4 % der Probanden gaben an, in der Woche vor der Erhebung weniger als ein Viertel bis gar nichts gegessen zu haben (Tabelle 10).

Tabelle 10: Nahrungsaufnahme in der letzten Woche

| <i>Wie haben Sie in der letzten Woche gegessen?</i> | N (%) |
|---|--------------|
| Normal | 24362 (47,7) |
| Etwas weniger | 10021 (19,6) |
| Weniger als die Hälfte | 6760 (13,2) |
| Weniger als ein Viertel bis gar nichts | 6338 (12,4) |
| Keine Angabe | 3594 (7,0) |

Am Tag des nDay gab die Mehrheit der Probanden an, weniger als die Hälfte des Mittagessens gegessen zu haben. Jeder Achte hatte nichts gegessen (Tabelle 11).

Tabelle 11: Verzehrter Anteil des Mittagessens

| <i>Mittagessen</i> | N(%) |
|--------------------|--------------|
| Alles | 18375 (36,0) |
| Die Hälfte | 10674 (20,9) |
| Ein Viertel | 5571 (10,9) |
| Nichts | 6321 (12,3) |
| Keine Angabe | 10134 (19,8) |

5.4 Patientencharakteristika unterteilt nach BMI Kategorien

Tabelle 12 zeigt die Charakteristika der Patienten zum Zeitpunkt der nDay Erhebung stratifiziert nach BMI Gruppen. Mit zunehmendem BMI änderte sich die Geschlechterverteilung, in den niedrigeren drei BMI Klassen überwog der Anteil an Männern (51,7 %, 55,5 %, 56,4 %), in den oberen Klassen befanden sich überwiegend Frauen (52,2 %, 60,9 %, 64,5 %). Das mittlere Alter war am höchsten in den Gruppen Übergewicht und Adipositas Grad I. Personen in der Gruppe der Untergewichtigen waren im Durchschnitt 56 ± 18 Jahre alt, in der Gruppe der Adipositas Grad III Patienten lag das durchschnittliche Alter bei 58 ± 14 Jahren. Der Anteil an Personen, die in den letzten drei Monaten ungewollt Gewicht verloren hatten, war am höchsten in der Gruppe der Untergewichtigen (70,1 %). Je höher der BMI desto niedriger war der Anteil an Personen mit ungewolltem Gewichtsverlust. Auch der Anteil an Personen, die in der vorangegangenen Woche weniger als die Hälfte bzw. weniger als ein Viertel bis gar nichts gegessen hatten, war am höchsten in der Gruppe der Untergewichtigen (17,4 % und 23,2 %). Ein Drittel der Patienten mit Untergewicht hatte am nDay das gesamte Mittagessen verzehrt, die restlichen hatten weniger als die Hälfte davon gegessen, 21,3 % der Untergewichtigen gaben an, nichts gegessen zu haben. Innerhalb der restlichen BMI Gruppen lag der Anteil an Patienten, die alles gegessen hatten, zwischen 43,4 % und 48,5 %. Der Anteil an Personen, die ein Viertel oder nichts gegessen hatten, war wesentlich niedriger ab einem BMI von $18,5 \text{ kg/m}^2$. In der Gruppe der Untergewichtigen war der Anteil derer, die einen Aufenthalt in einer Intensivstation hatten, am höchsten (15,4 %) im Vergleich zu den anderen Gruppen (11,4 % bis 13,9 %). Untergewichtige Patienten gaben am häufigsten an, nicht alleine gehen zu

können und nur im Bett zu liegen (14,8 %). Die Prävalenz an Krebserkrankungen war am höchsten in der Gruppe der Untergewichtigen (30,0 %) und sank stetig bis zur Gruppe der Adipositas Grad III Patienten, welche die niedrigste Prävalenz an Krebserkrankungen aufwies (10,4 %). Das am häufigsten betroffene Organsystem in der Gruppe der Untergewichtigen war die Lunge (16,7 %), in den restlichen Gruppen waren es Skelett, Knochen und Muskel (13,7 % bis 17,6 %). Die am häufigsten vorkommenden Komorbiditäten waren Diabetes Typ 1 und Typ 2, wobei die Prävalenz von niedrigem zu hohem BMI deutlich anstieg. Auch das Vorliegen einer Herzinsuffizienz stieg mit zunehmenden BMI (Tab. 12).

Tabelle 12: Patientencharakteristika unterteilt nach BMI Kategorien

| Tabelle 12 | | BMI Kategorien | | | | | |
|----------------------------|---------|----------------|---------------|-------------|--------------|--------------|--------------|
| | | Untergewicht | Normalgewicht | Übergewicht | Adipositas 1 | Adipositas 2 | Adipositas 3 |
| Anzahl an Patienten | N | 3495 | 22302 | 15371 | 6622 | 2213 | 1071 |
| Geschlecht * | | | | | | | |
| Männer | N (%) | 1780 (51,7) | 12230 (55,5) | 8563 (56,4) | 3135 (47,8) | 856 (39,1) | 378 (35,5) |
| Frauen | N (%) | 1664 (48,3) | 9793 (44,5) | 6627 (43,6) | 3418 (52,2) | 1332 (60,9) | 686 (64,5) |
| Alter in Jahren * | MW ± SD | 56±18 | 58±16 | 61±14 | 61±13 | 60±14 | 58±14 |
| Range | | 18-80 | 18-80 | 18-80 | 18-80 | 18-80 | 18-80 |
| BMI [kg/m2] * | MW ± SD | 17,2 ± 0,9 | 22,2±1,8 | 27,2±1,4 | 32,1±1,4 | 37,0±1,4 | 43,4±2,6 |
| Range | | 15,0-18,5 | 18,5-25,0 | 25,0-30,0 | 30,0-35,0 | 35,0-40,0 | 40,0-50,0 |

| Tabelle 12¶ | | BMI Kategorien | | | | | |
|---|-------|----------------|---------------|-------------|--------------|--------------|--------------|
| | | Untergewicht | Normalgewicht | Übergewicht | Adipositas 1 | Adipositas 2 | Adipositas 3 |
| Ja, Gewicht verloren | N (%) | 2284 (70,1) | 10979 (52,6) | 5844 (40,3) | 2169 (34,5) | 649 (31,1) | 311 (30,5) |
| Nein, kein Gewicht verloren | N (%) | 659 (20,2) | 7361 (35,3) | 6435 (44,3) | 2963 (47,2) | 998 (47,8) | 456 (44,7) |
| Nein, Gewicht zugenommen | N (%) | 110 (3,4) | 1234 (5,9) | 1410 (9,7) | 830 (13,2) | 326 (15,6) | 188 (18,4) |
| Weiß nicht | N (%) | 204 (6,3) | 1285 (6,2) | 824 (5,7) | 319 (5,1) | 117 (5,6) | 66 (6,5) |
| Nahrungsaufnahme in der letzten Woche ** | | | | | | | |
| Normal | N (%) | 1252 (39,3) | 10362 (50,3) | 7861 (54,7) | 3360 (53,9) | 1048 (50,7) | 479 (47,1) |
| Etwas weniger | N (%) | 638 (20,1) | 4280 (20,8) | 3035 (21,1) | 1366 (21,9) | 479 (23,2) | 223 (21,9) |
| Weniger als die Hälfte | N (%) | 553 (17,4) | 3057 (14,8) | 1848 (12,9) | 831 (13,3) | 313 (15,1) | 158 (15,5) |
| Weniger als ein Viertel bis gar nichts | N (%) | 739 (23,2) | 2902 (14,1) | 1632 (11,4) | 680 (10,9) | 228 (11,0) | 157 (15,4) |
| Verzehrt Anteil des Mittagessens ** | | | | | | | |
| Alles | N (%) | 897 (33,5) | 7726 (43,5) | 5912 (47,4) | 2606 (48,5) | 858 (48,3) | 376 (43,4) |
| Die Hälfte | N (%) | 729 (27,2) | 4685 (26,3) | 3162 (25,4) | 1374 (25,6) | 482 (27,1) | 242 (27,9) |
| Ein Viertel | N (%) | 482 (18,0) | 2530 (14,2) | 1550 (12,4) | 666 (12,4) | 220 (12,4) | 123 (14,2) |
| Nichts | N (%) | 569 (21,3) | 2839 (16,0) | 1844 (14,8) | 727 (13,5) | 216 (12,2) | 126 (14,5) |

| Tabelle 12 | | BMI Kategorien | | | | | |
|---|-------|----------------|---------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | | Untergewicht | Normalgewicht | Übergewicht | Adipositas 1 | Adipositas 2 | Adipositas 3 |
| Aufenthalt in einer Intensivstation ** | | | | | | | |
| Ja | N (%) | 525 (15,4) | 3028 (13,9) | 1869 (12,6) | 733 (11,4) | 265 (12,4) | 120 (11,7) |
| Nein | N (%) | 2844 (83,4) | 18372 (84,6) | 12767 (85,8) | 5592 (87,1) | 1845 (86,2) | 894 (87,0) |
| Unbekannt | N (%) | 43 (1,3) | 329 (1,5) | 247 (1,7) | 97 (1,5) | 30 (1,4) | 13 (1,3) |
| Können Sie alleine gehen? ** | | | | | | | |
| Ja | N (%) | 2014 (62,6) | 14226 (68,8) | 10172 (70,7) | 4339 (69,7) | 1373 (66,3) | 636 (62,6) |
| Nein, nur mit Hilfe | N (%) | 730 (22,7) | 4124 (19,9) | 2811 (19,5) | 1320 (21,2) | 513 (24,8) | 264 (26,0) |
| Nein, ich liege nur im Bett | N (%) | 475 (14,8) | 2340 (11,3) | 1409 (9,8) | 568 (9,1) | 186 (9,0) | 116 (11,4) |
| Hat Ihnen jemand beim Ausfüllen geholfen? ** | | | | | | | |
| Ja | N (%) | 2267 (69,2) | 13995 (66,9) | 10088 (69,2) | 4359 (69,3) | 1485 (71,0) | 727 (70,8) |
| Nein | N (%) | 977 (29,8) | 6762 (32,3) | 4371 (30,0) | 1880 (29,9) | 590 (28,2) | 284 (27,7) |
| keine Angabe | N (%) | 30 (0,9) | 177 (0,8) | 120 (0,8) | 49 (0,8) | 18 (0,9) | 16 (1,6) |

| Tabelle 12¶ | BMI Kategorien | | | | | |
|-------------|----------------|---------------|-------------|--------------|--------------|--------------|
| | Untergewicht | Normalgewicht | Übergewicht | Adipositas 1 | Adipositas 2 | Adipositas 3 |

| Betroffenes Organsystem | | | | | | | |
|------------------------------|-------|-------------|-------------|-------------|-------------|------------|------------|
| Lunge** | N (%) | 584 (16,7) | 2737 (12,3) | 1629 (10,6) | 750 (11,3) | 319 (14,4) | 254 (14,4) |
| Leber** | N (%) | 268 (7,7) | 1927 (8,6) | 1170 (7,6) | 497 (7,5) | 129 (5,8) | 56 (5,2) |
| Skelett/Knochen/ Muskel** | N (%) | 381 (10,9) | 3059 (13,7) | 2357 (15,3) | 1144 (17,3) | 383 (17,3) | 189 (17,6) |
| Blut/Knochenmark ** | N (%) | 198 (5,7) | 1190 (5,3) | 657 (4,3) | 235 (3,5) | 79 (3,6) | 39 (3,6) |
| Krebs ** | N (%) | 1048 (30,0) | 5204 (23,3) | 2834 (18,4) | 987 (14,9) | 261 (11,8) | 111 (10,4) |
| Komorbidität | | | | | | | |
| Diabetes I/II ** | N (%) | 338 (9,7) | 2967 (13,3) | 3058 (19,9) | 1761 (26,6) | 734 (33,2) | 411 (38,3) |
| CVA * | N (%) | 137 (3,9) | 969 (4,3) | 697 (4,5) | 335 (5,1) | 82 (3,7) | 45 (4,2) |
| COPD ** | N (%) | 221 (6,3) | 1087 (4,9) | 761 (5,0) | 368 (5,6) | 153 (6,9) | 80 (7,5) |
| Myocardinfarkt ** | N (%) | 82 (2,3) | 612 (2,7) | 606 (3,9) | 265 (4,0) | 77 (3,5) | 40 (3,7) |
| Herzinsuffizienz ** | N (%) | 243 (7,0) | 1725 (7,7) | 1510 (9,8) | 837 (12,6) | 330 (14,9) | 182 (17,0) |

*p<0,05, **p<0,001

5.5 Outcome

Ein Monat nach dem nDay waren 60,0 % der Patienten nach Hause entlassen worden, 9,8 % waren noch im Krankenhaus, 2,8 % waren im Krankenhaus verstorben. Die Mortalitätsrate war höher unter den Männern (3,1 %) als unter den Frauen (2,4 %) (Tab. 13). Der Unterschied war nach dem Pearson Chi-Quadrat-Test signifikant ($p < 0,001$). Alle restlichen Patienten waren entweder in Langzeitbetreuung, in Rehabilitation oder in ein anderes Krankenhaus verlegt worden.

Tabelle 13: Absolute Häufigkeiten des Outcome

| <i>Outcome</i> | N (%) |
|---------------------------------|--------------|
| Noch im Krankenhaus | 5028 (9,8) |
| Transfer in anderes Krankenhaus | 1134 (2,2) |
| In Langzeitbetreuung | 973 (1,9) |
| Rehabilitation | 1291 (2,5) |
| Nach Hause entlassen | 30652 (60,0) |
| Tod | 1429 (2,8) |
| Anderes | 685 (1,3) |
| Fehlender Wert | 9883 (19,3) |

Tabelle 14 zeigt die Verteilung der Outcome Parameter nach der Zugehörigkeit zu den sechs BMI Gruppen. In der Gruppe der Untergewichtigen war der Anteil an Verstorbenen am höchsten (6,6 %) gefolgt von der Gruppe der Normalgewichtigen (4,0 %). 188 Patienten mit einem BMI unter $18,5 \text{ kg/m}^2$ waren 30 Tage nach der nDay Erhebung im Krankenhaus verstorben, in der Gesamtpopulation waren 1 429 (2,8 %) zum Zeitpunkt der Outcome-Erhebung verstorben. In der Gruppe der Adipositas Grad I Patienten waren die wenigsten verstorben (2,0 %).

Auch der Anteil derer, die zum Zeitpunkt der Erhebung des Outcome noch im Krankenhaus waren, war am höchsten in der Gruppe der Untergewichtigen (20,0 %). Innerhalb der Gruppe mit Adipositas I war der Anteil derer, die nach Hause entlassen wurden, am höchsten (79,8 %). Mit einem Anteil von 62,4 % und 72,0 % wurden

innerhalb der Gruppen „Untergewicht“ und „Normalgewicht“ die wenigsten nach Hause entlassen. Der Pearson Chi-Quadrat-Test zeigte einen signifikanten Zusammenhang zwischen BMI Kategorien und Outcome ($p < 0,001$)

Tabelle 14: Absolute Häufigkeiten des Outcome getrennt für BMI Kategorien

| Outcome | | BMI Kategorien | | | | | |
|---------------------------------|-------|----------------|---------------|-------------|--------------|---------------|----------------|
| | | Untergewicht | Normalgewicht | Übergewicht | Adipositas I | Adipositas II | Adipositas III |
| Noch im Krankenhaus | N (%) | 573 (20,0) | 2488 (13,6) | 1245 (10,1) | 486 (9,4) | 152 (8,6) | 84 (9,6) |
| Transfer in anderes Krankenhaus | N (%) | 108 (3,8) | 534 (2,9) | 304 (2,5) | 130 (2,5) | 43 (2,4) | 15 (1,7) |
| In Langzeitbetreuung | N (%) | 72 (2,5) | 460 (2,5) | 243 (2,0) | 105 (2,0) | 70 (4,0) | 23 (2,6) |
| Rehabilitation | N (%) | 85 (3,0) | 565 (3,1) | 407 (3,3) | 145 (2,8) | 65 (3,7) | 24 (2,7) |
| Nach Hause entlassen | N (%) | 1785 (62,4) | 13140 (72,0) | 9544 (77,8) | 4123 (79,8) | 1366 (77,7) | 694 (79,4) |
| Tod | N (%) | 188 (6,6) | 736 (4,0) | 341 (2,8) | 105 (2,0) | 37 (2,1) | 22 (2,5) |
| Anderes | N (%) | 50 (1,7) | 335 (1,8) | 190 (1,5) | 73 (1,4) | 25 (1,4) | 12 (1,4) |

5.6 Analyse der 30-Tage-Mortalität im Krankenhaus nach BMI Kategorien

Insgesamt gab es einen signifikanten Zusammenhang zwischen BMI Gruppe und Krankenhaussterblichkeit im nicht adjustierten Modell. Im Vergleich zur Normalgewichtskategorie war das Risiko zu sterben signifikant höher bei Untergewichtigen (OR 1,331; 95 % KI 1,146 - 1,546) und signifikant niedriger bei Übergewichtigen (OR 0,849; 95 % KI 0,768-0,939) sowie bei Adipositas Grad 1 (OR 0,768; 95 % KI 0,667 - 0,884) und Grad 2 (OR 0,779; 95 % KI 0,621 - 0,977) Patienten (Abb. 10). Die Verteilung der Odds-Ratio aller BMI Gruppen deutete auf einen U-förmigen Zusammenhang von BMI und Mortalität hin. Das niedrigste Risiko war in der Gruppe der Adipositas Grad I Patienten zu finden.

Nach statistischer Adjustierung für weitere Risikoparameter war der Zusammenhang von BMI Gruppe und Krankenhaussterblichkeit nicht mehr signifikant. Adjustiert wurde nach allen Variablen, die im univariaten Test ein Signifikanzniveau unter 0,05

aufwiesen. In die multivariate Analyse miteinbezogen wurden die demographischen Parameter Alter und Geschlecht, krankheitsbezogene Merkmale (betroffenes Organsystem, Komorbiditäten), Kennzeichen der Autonomie und Mobilität des Patienten (die Fähigkeit alleine zu gehen und den Fragebogen selbst auszufüllen) sowie ernährungsspezifische Merkmale (Gewichtsverlust, Nahrungsaufnahme der letzten Woche und am Tag des nDay).

Abbildung 10 zeigt die Darstellung der Odds-Ratios und 95 % Konfidenzintervalle für 30-Tage-Krankenhausmortalität getrennt für BMI Kategorien. Normalgewicht wurde als Referenzkategorie herangezogen und entspricht einer Odds-Ratio von „1“. Eine Abweichung nach links bedeutet ein geringeres Mortalitätsrisiko, nach rechts ein höheres Mortalitätsrisiko. Die Vierecke entsprechen dem Odds-Ratio die Verlängerungen nach links und rechts den 95 % Konfidenzintervallen.

Wie in Abbildung 10 ersichtlich, gab es keinen signifikanten Unterschied der adjustierten Odds-Ratios. Untergewichtige, Übergewichtige und Adipositas Grad 1 bis 3 Patienten unterschieden sich nicht signifikant von der Gruppe der Normalgewichtigen, ein U-förmiger Zusammenhang war dennoch zu erkennen.

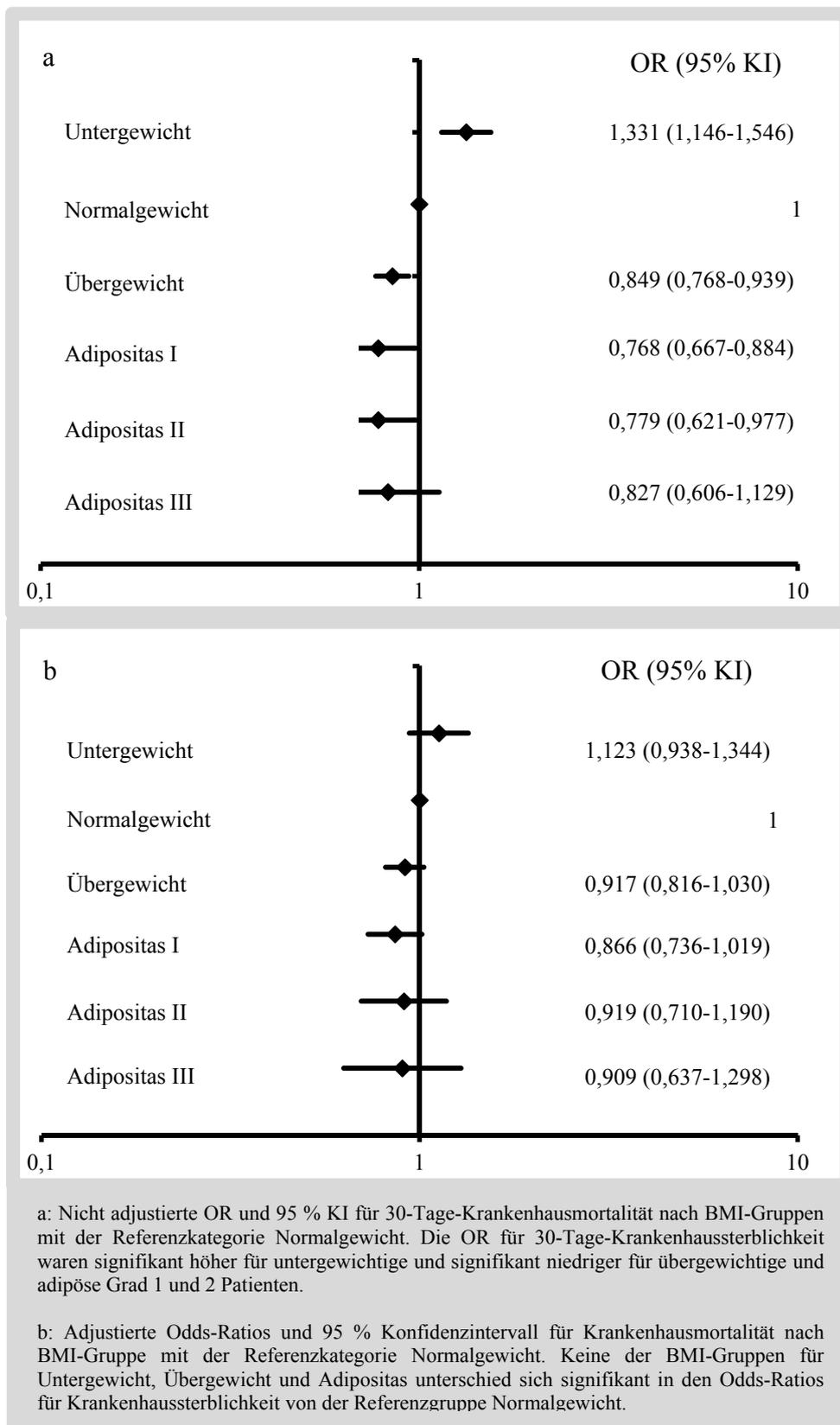


Abbildung 10: Forestplot der Odds-Ratios und 95 % KI für Krankenhausmortalität nach BMI Kategorien

Tabelle 15 zeigt die Ergebnisse der multivariaten Analyse nach dem *Generalisierten Linearen Gemischten Modell*. Bei allen kategorialen Variablen wurde die Kategorie mit dem erwarteten niedrigsten Risiko als Referenzkategorie (=1) festgelegt. Die Variable „Unit“, welche die Stationszugehörigkeit beschrieb, floss als zufällige Effektvariable in das Modell ein. Das Modell wurde mithilfe der ROC validiert. Die Fläche unter der Kurve ergab den Wert 0,819 und wurde somit als valide eingestuft (Abb.11).

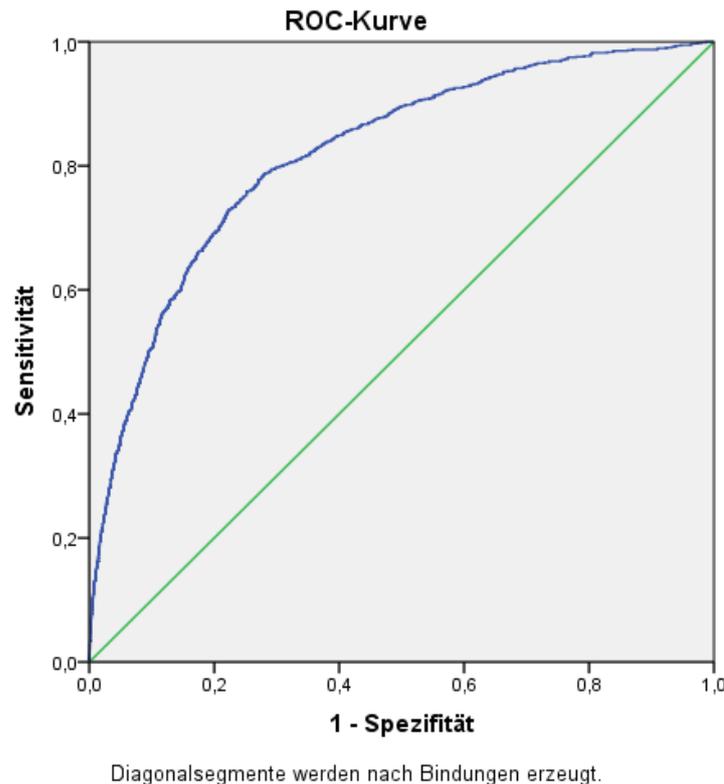


Abbildung 11: Darstellung der ROC-Kurve zur Validierung des multivariaten Modells

Das Risiko zu sterben war für Männer höher als für Frauen (OR 1,118; 95 % KI 1,014 - 1,233). Krankheitsbezogene Merkmale mit statistisch signifikantem Einfluss auf die Mortalität im Krankenhaus waren Erkrankungen der Lunge (OR 1,336; 95 % KI 1,164 - 1,537), der Leber (OR 1,326; 95 % KI 1,133 - 1,552), von Blut/Knochenmark (OR 1,273; 95 % KI 1,041 - 1,555) und Krebs (OR 1,592; 95 % KI 1,426 - 1,778). Eine Erkrankung an Skelett/Knochen/Muskeln stand in negativ signifikantem Zusammenhang mit Mortalität (OR 0,846; 95 % KI 0,728 - 0,982). Personen, die nicht in der Lage waren alleine zu gehen und Hilfe beim Ausfüllen der Fragebögen

benötigten, hatten ein signifikant höheres Mortalitätsrisiko. Unter den ernährungsspezifischen Merkmalen war eine verringerte Nahrungsaufnahme in der letzten Woche und am Tag des nDay mit erhöhtem Mortalitätsrisiko assoziiert. Wenn in der vorangegangenen Woche weniger als die Hälfte gegessen wurde, betrug das Odds-Ratio für 30-Tage-Mortalität 1,285 (95 % KI 1,110-1,486), wenn weniger als ein Viertel bis gar nichts gegessen wurde, betrug das Odds-Ratio 1,413 (95 % KI 1,217-1,640). Auch die Nahrungsaufnahme am nDay war signifikant mit dem Mortalitätsrisiko im Krankenhaus assoziiert. Wenn ein Viertel der Mahlzeit aufgenommen wurde, betrug die Odds-Ratio 1,270 (95 % KI 1,093-1,474). Wenn nichts von der Mahlzeit gegessen wurde, betrug die Odds-Ratio 1,295 (95 % KI 1,120-1,497). Die Variablen Alter (in Kategorien), Komorbiditäten, Gewichtsverlust und BMI (in Kategorien) waren im multivariaten Modell nicht mehr signifikant (Tab. 15).

Tabelle 15: Multivariate Analyse des Zusammenhangs von 30-Tage-Mortalität im Krankenhaus und Risikofaktoren

| Multivariate Analyse des Zusammenhangs von 30-Tage-Mortalität im Krankenhaus und Risikofaktoren. n=36637 (63,4%) | | |
|---|---------------------|--------|
| Variable | Odds Ratio (95% KI) | p-Wert |
| Demographische Merkmale | | |
| Alter in Kategorien | | n.s. |
| Geschlecht (männlich) | 1,114 (1,010-1,229) | 0,031 |
| Krankheitsbezogene Merkmale | | |
| <i>Betroffene Organsysteme</i> | | |
| Lunge | 1,342 (1,174-1,533) | <0,001 |
| Leber | 1,332 (1,138-1,559) | <0,001 |
| Skelett/Knochen/Muskel | 0,835 (0,719-0,970) | 0,018 |
| Blut/ Knochenmark | 1,275 (1,043-1,558) | 0,018 |
| Krebs | 1,588 (1,423-1,772) | <0,001 |
| <i>Komorbiditäten</i> | | |
| keine Komorbidität | 1 | - |
| Diabetes I/II | 0,983 (0,809-1,194) | 0,861 |
| CVA | 0,757 (0,506-1,133) | 0,177 |
| COPD | 0,960 (0,709-1,301) | 0,794 |
| Myocardinfarkt | 1,144 (0,789-1,657) | 0,478 |
| Herzinsuffizienz | 1,136 (0,924-1,396) | 0,227 |
| Anderes | 1,026 (0,913-1,154) | 0,664 |

| Multivariate Analyse des Zusammenhangs von 30-Tage-Mortalität im Krankenhaus und Risikofaktoren. n=36637 (63,4%) | | |
|---|---------------------|--------|
| Variable | Odds Ratio (95% KI) | p-Wert |
| Autonomie | | |
| <i>Können Sie alleine gehen?</i> | | |
| Ja | 1 | - |
| Nein, nur mit Hilfe | 1,358 (1,201-1,534) | <0,001 |
| Nein, ich liege nur im Bett | 2,085 (1,816-2,395) | <0,001 |
| <i>Hat Ihnen jemand beim Ausfüllen des Fragebogens geholfen?</i> | | |
| Ja | 1,182 (1,052-1,328) | 0,005 |
| Nein | 1 | - |
| keine Angabe | 1,163 (0,658-2,056) | 0,602 |
| Ernährungsspezifische Merkmale | | |
| <i>Haben Sie in den letzten drei Monaten ungewollt Gewicht verloren?</i> | | |
| Nein | 1 | - |
| Ja | 1,074 (0,958-1,205) | 0,221 |
| Nein, ich habe zugenommen | 1,127 (0,929-1,366) | 0,225 |
| Ich weiß es nicht | 1,111 (0,899-1,373) | 0,328 |
| <i>Wie haben Sie in der letzten Woche gegessen?</i> | | |
| normal | 1 | - |
| etwas weniger als normal | 1,046 (0,914-1,197) | 0,516 |
| weniger als die Hälfte | 1,291 (1,116-1,494) | 0,001 |
| weniger als ein Viertel bis fast nichts | 1,428 (1,231-1,656) | <0,001 |
| <i>Wieviel der Mahlzeit haben Sie zu Mittag gegessen?</i> | | |
| Alles | 1 | - |
| die Hälfte | 1,020 (0,896-1,162) | 0,765 |
| ein Viertel | 1,273 (1,096-1,478) | 0,002 |
| nichts | 1,295 (1,121-1,497) | <0,001 |
| BMI Kategorie | | |
| Untergewicht (<18,5 kg/m ²) | 1,123 (0,938-1,344) | 0,206 |
| Normalgewicht (18,5 - 25 kg/m ²) | 1 | - |
| Übergewicht (25 - 30 kg/m ²) | 0,917 (0,816-1,030) | 0,143 |
| Adipositas 1 (30 - 35 kg/m ²) | 0,866 (0,736-1,019) | 0,083 |
| Adipositas 2 (35 - 40 kg/m ²) | 0,919 (0,710-1,190) | 0,522 |
| Adipositas 3 (>40 kg/m ²) | 0,909 (0,637-1,298) | 0,600 |

5.7 BMI und Mortalität bei Patienten ohne Gewichtsverlust

Im nächsten Schritt wurden nur Patienten ohne Gewichtsverlust eingeschlossen. Patienten, die Gewicht verloren hatten, die es nicht wussten oder an Gewicht zugenommen hatten, wurden ausgeschlossen.

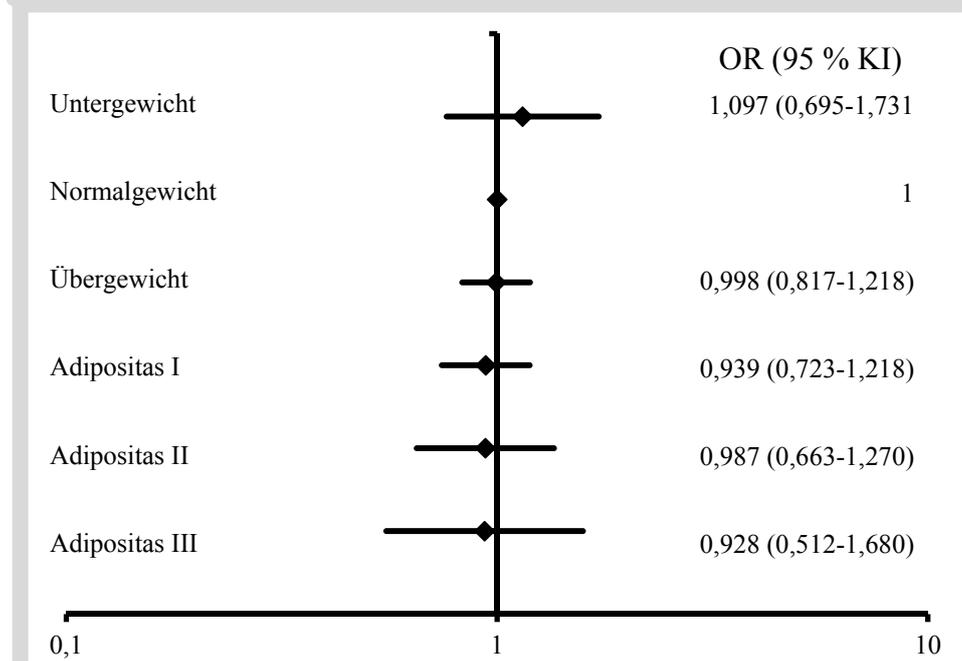
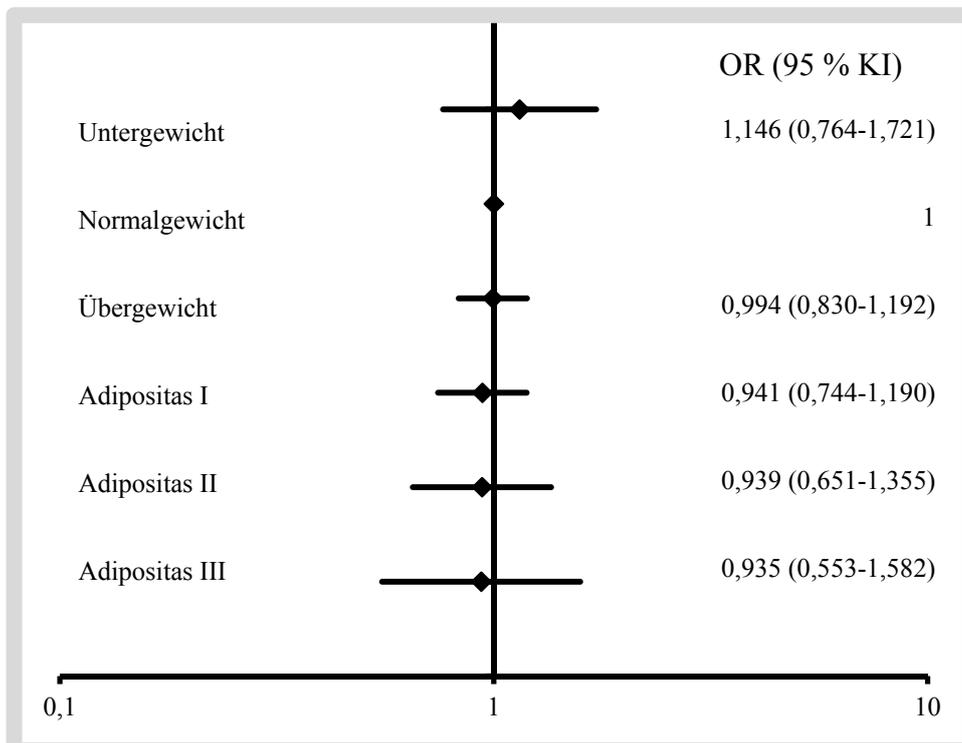
In dieser Subpopulation waren 228 (1,2 %) von 18 872 Patienten verstorben. Die Analyse der BMI Kategorien zeigte, dass der Anteil an Untergewichtigen wesentlich geringer war als in der Gesamtpopulation (3,5 % im Vergleich zu 6,8 %) (Tab. 16).

Tabelle 16: Absolute Häufigkeiten der BMI Kategorien bei Patienten ohne Gewichtsverlust

| <i>BMI Kategorien</i> | N (%) |
|-----------------------|-------------|
| Untergewicht | 659 (3,5) |
| Normalgewicht | 7361 (39,0) |
| Übergewicht | 6435 (34,1) |
| Adipositas I | 2963 (15,7) |
| Adipositas II | 998 (5,3) |
| Adipositas III | 456 (2,4) |

Die multivariate Analyse von BMI Gruppen zu Mortalität ohne Adjustierung gegen weitere Risikofaktoren zeigte keinen signifikanten Zusammenhang. Die Werte näherten sich dem Referenzwert Normalgewicht. Für Untergewicht ist eine Tendenz zu erhöhtem Risiko zu erkennen. Nach der Adjustierung gegen Risikofaktoren blieb der Zusammenhang unverändert. Einen signifikanten Zusammenhang mit erhöhtem Mortalitätsrisiko hatten Krebserkrankungen (OR 1,402; 95 % KI 1,065 – 1,887), Lungenerkrankungen (OR 1,312; 95 % KI 1,016 – 1,694) und Bettlägerigkeit (OR 1,418; 95 % KI 1,065 – 1,887).

Abbildung 12 zeigt die Darstellung der Odds-Ratios und 95 % Konfidenzintervalle für 30-Tage-Krankenhausmortalität nach BMI Kategorien in Form eines Forestblots. Wie in Abbildung 12 ersichtlich, gibt es keinen Zusammenhang von BMI Kategorie und 30-Tage-Krankenhausmortalität bei Personen ohne Gewichtsverlust.



a: Nicht adjustierte Odds-Ratios und 95 % Konfidenzintervall für Krankenhausmortalität nach BMI-Gruppe mit der Referenzkategorie Normalgewicht.

b: Adjustierte Odds-Ratios und 95 % Konfidenzintervall für Krankenhausmortalität nach BMI-Gruppe mit der Referenzkategorie Normalgewicht.

Keine der BMI-Gruppen für Untergewicht, Übergewicht und Adipositas unterschied sich signifikant in den Odds-Ratios für Krankenhaussterblichkeit von der Referenzgruppe Normalgewicht.

Abbildung 12: Forest Blot der Odds-Ratios und 95 % KI für Krankenhausmortalität bei Patienten ohne Gewichtsverlust nach BMI

5.8 Analyse der CUN-BAE Formel

Eine genauere mathematische Analyse der Formel, zeigt dass sich die Variable Alter und BMI positiv auf die Endvariable Körperfett auswirken. Für die Variable Geschlecht gilt, dass sich für Frauen ein höherer Körperfettanteil errechnet.

Das Alter hat in der Gleichung einen positiven Einfluss auf das Körperfett, das heißt je höher das Alter desto höher der Anteil an Körperfett. Bei konstantem BMI würde sich folgendes Verhältnis von Alter zu Körperfett ergeben:

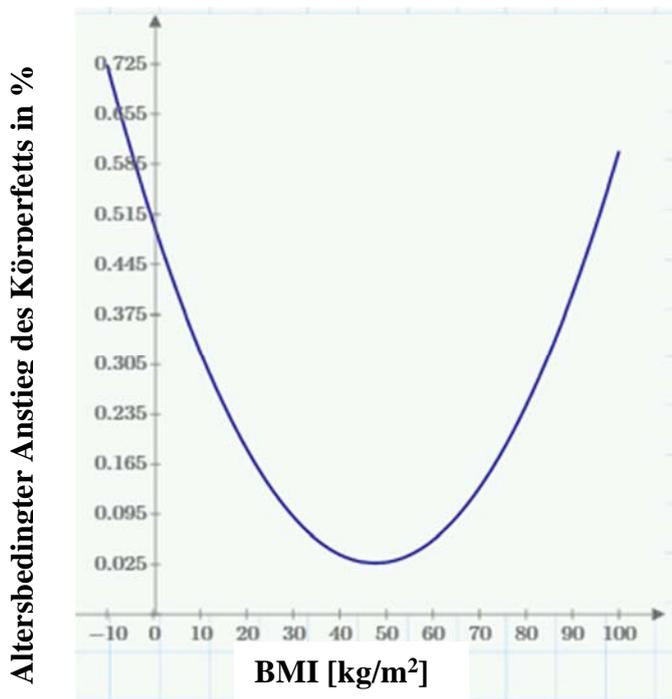


Abbildung 13: Ableitung der CUN-BAE Formel nach dem Alter.

→ Die Ableitung der Formel nach dem Alter zeigt, dass der Wert des Körperfetts mit zunehmendem Alter stets zunimmt; die Zunahme ist größer, je weiter der BMI von 47,6 kg/m^2 entfernt ist.

Um den Einfluss der Parameter Alter und BMI auf das Körperfett und die unterschiedliche Berechnung für Frauen und Männer zu erkennen, wurden die Formeln grafisch dargestellt (Abb. 14 und 15).

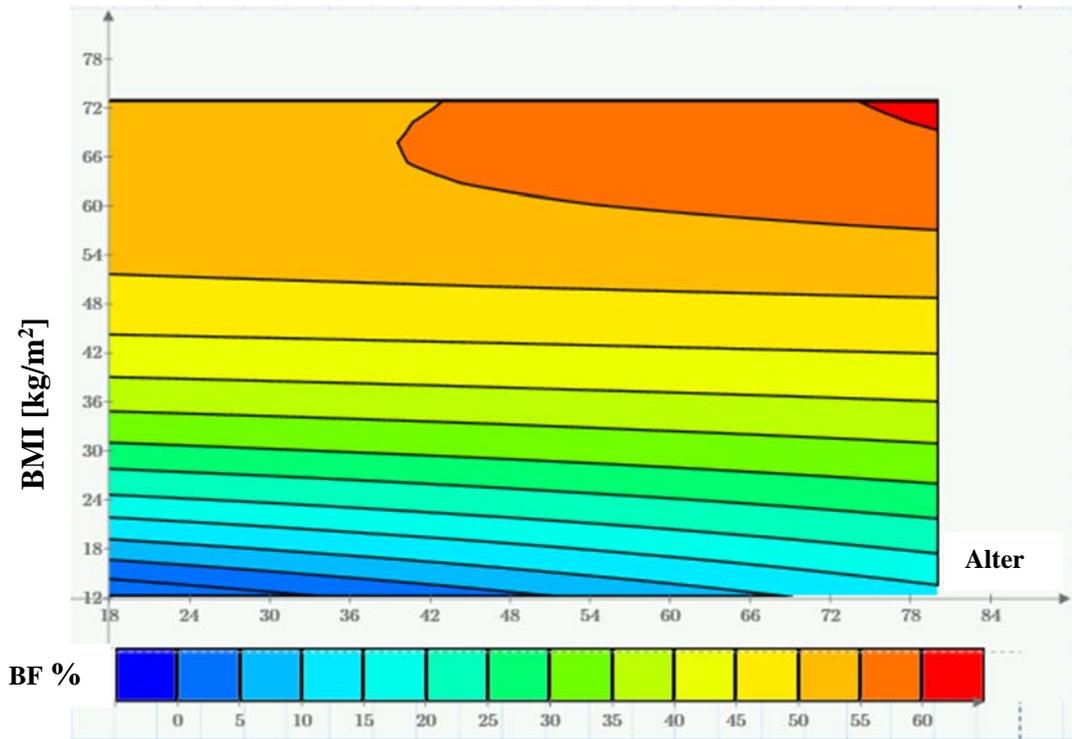


Abbildung 14: Grafische Darstellung der CUN-BAE Formel für Männer. Abszisse: Alter in Jahren von 18 bis 80. Ordinate: BMI in kg/m^2 von 12 bis 72. Farbliche Schattierung entspricht Körperfett in % von 0 bis 60 %.

→ An der Abszisse sind die Werte für Alter abzulesen, an der Ordinate für BMI. Die Werte für Körperfett in % sind im farblich schattierten Balken darunter abgebildet und in Gruppen zu je 5 % unterteilt. Anhand der farblichen Schattierung kann man den vorhergesagten Körperfettbereich bei einem gegebenen Alter und BMI ermitteln. Zum Beispiel würde für einen 54-jährigen Mann mit einem BMI von 30 kg/m^2 ein Körperfettanteil zwischen 25 und 30 % geschätzt werden. Für einen 78-jährigen Mann mit gleichem BMI würde ein Körperfettanteil zwischen 30 und 35 % geschätzt werden.

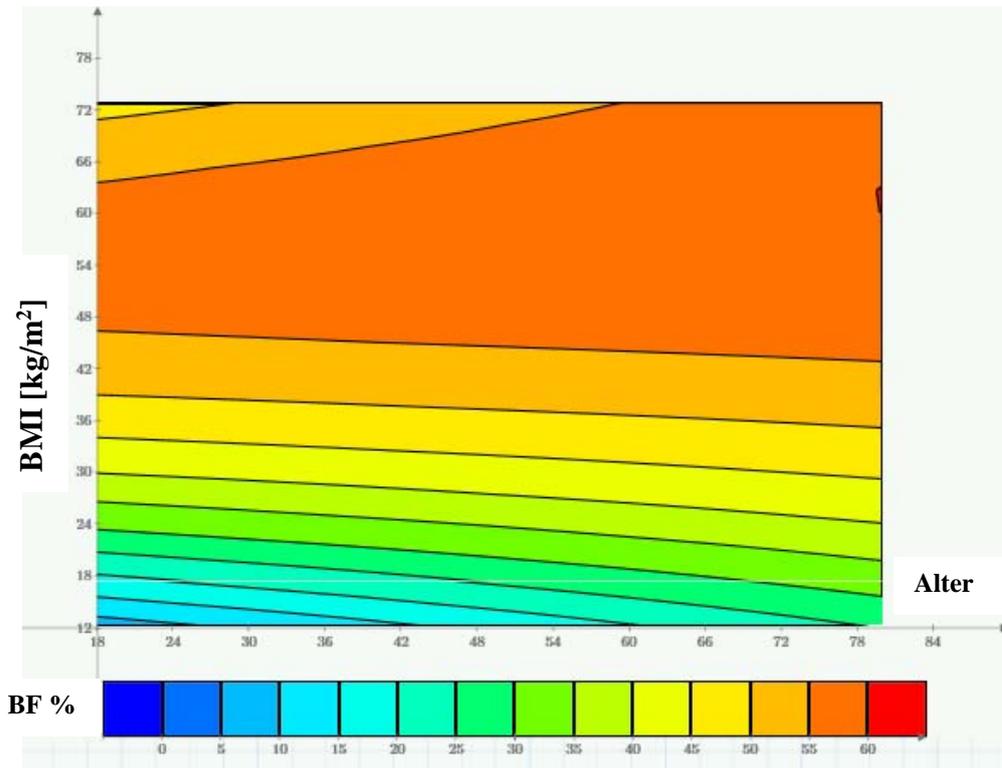


Abbildung 15: Grafische Darstellung der CUN-BAE Formel für Frauen. Abszisse: Alter in Jahren von 18 bis 80. Ordinate: BMI in kg/m^2 von 12 bis 72. Farbliche Schattierung entspricht Körperfett in % von 0 bis 60 %.

→ Für eine 54-jährige Frau mit einem BMI von $30 \text{ kg}/\text{m}^2$ würde sich ein Körperfettanteil von zwischen 40 und 45% errechnen.

Die Grafiken verdeutlichen, dass sich für eine Frau mit gleichem Alter und gleichem BMI ein höherer Körperfettgehalt errechnet als für Männer.

5.9 Körperfettanteil nach CUN-BAE

Wie in Tabelle 17 ersichtlich, stieg das mittlere Alter bis zur 5. Körperfettkategorie, das niedrigste Alter hatten Probanden in der ersten Körperfettgruppe. Mittlerer BMI und Körperfett standen in positivem Zusammenhang. Der berechnete Körperfettanteil stieg mit dem BMI.

Tabelle 17: Mittelwert und Standardabweichung für Alter und BMI unterteilt nach Körperfett Kategorien

| | | Körperfett Kategorien | | | | | |
|------------------------|-------|-----------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Männer | | % | % | % | % | % | % |
| Alter in Jahren | MW±SD | 46±17 | 57±15 | 61±14 | 64±13 | 65±12 | 63±12 |
| | Range | 18-80 | 18-80 | 18-80 | 18-80 | 18-80 | 18-80 |
| BMI | MW±SD | 19,3±2,1 | 21,8±1,8 | 23,7±1,5 | 25,6±1,4 | 28,0±1,3 | 33,7±3,9 |
| | Range | 15,0-24,4 | 17,3-26,6 | 20,3-28,4 | 22,8-30,0 | 25,1-32,7 | 28,4-50,0 |
| Frauen | | | | | | | |
| Alter in Jahren | MW±SD | 44±16 | 58±15 | 62±13 | 64±13 | 65±13 | 64±13 |
| | Range | 18-80 | 18-80 | 18-80 | 18-80 | 19-80 | 18-80 |
| BMI | MW±SD | 19,1±2,0 | 21,6±1,9 | 23,9±1,6 | 26,3±1,5 | 29,5±1,6 | 36,3±4,1 |
| | Range | 15,0-24,1 | 16,8-26,8 | 20,3-28,7 | 23,1-31,2 | 26,1-34,6 | 30,4-50,0 |

Die Abbildungen 16 und 17 zeigen die Verteilung des Alters und des BMI nach den CUN-BAE Kategorien bei Männern. Der mittlere BMI steigt konstant, das Alter steigt bis zur 5. CUN-BAE Kategorie und fällt dann wieder ab.

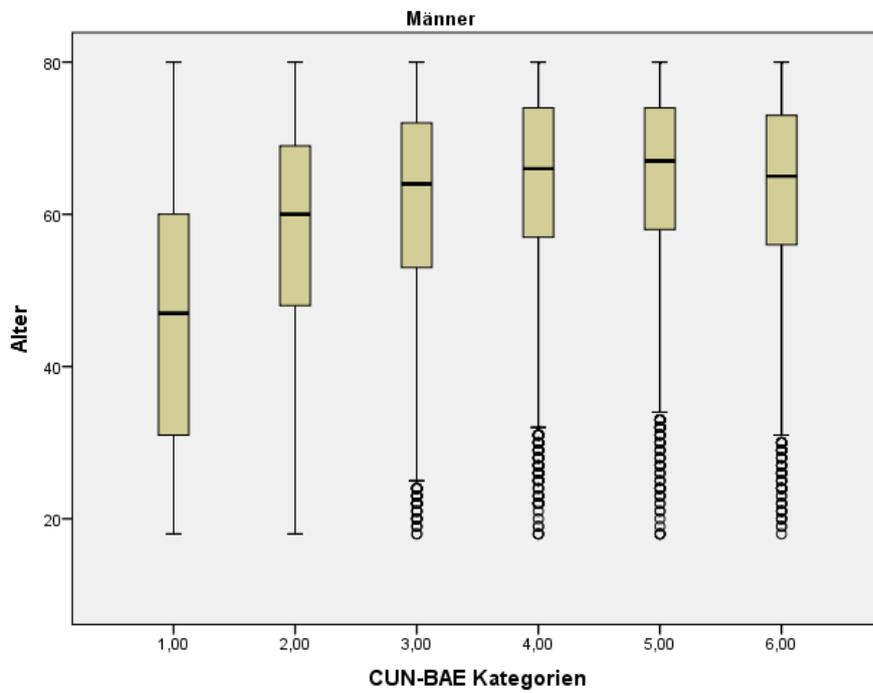


Abbildung 16: Boxplot des Alters nach Kategorien Körperfett für Männer

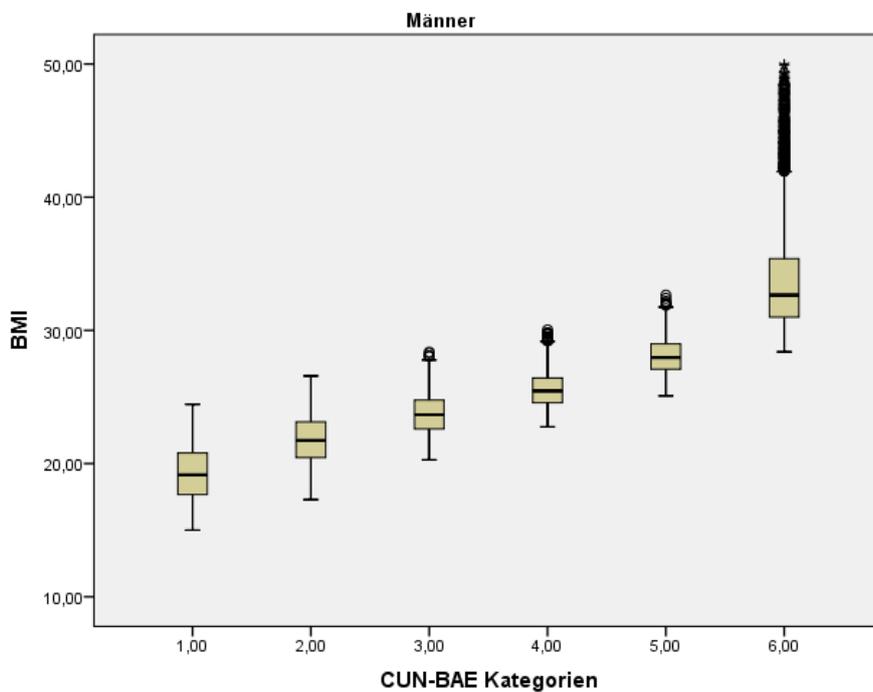


Abbildung 17: Boxplots des BMI nach Kategorien Körperfett für Männer.

Die Abbildung 18 und 19 zeigen die Verteilung von BMI und Alter nach den CUN-BAE Kategorien bei Frauen. Auch hier steigt der BMI konstant an, das Alter steigt bis zur 5. CUN-BAE Gruppe und fällt dann wieder ab.

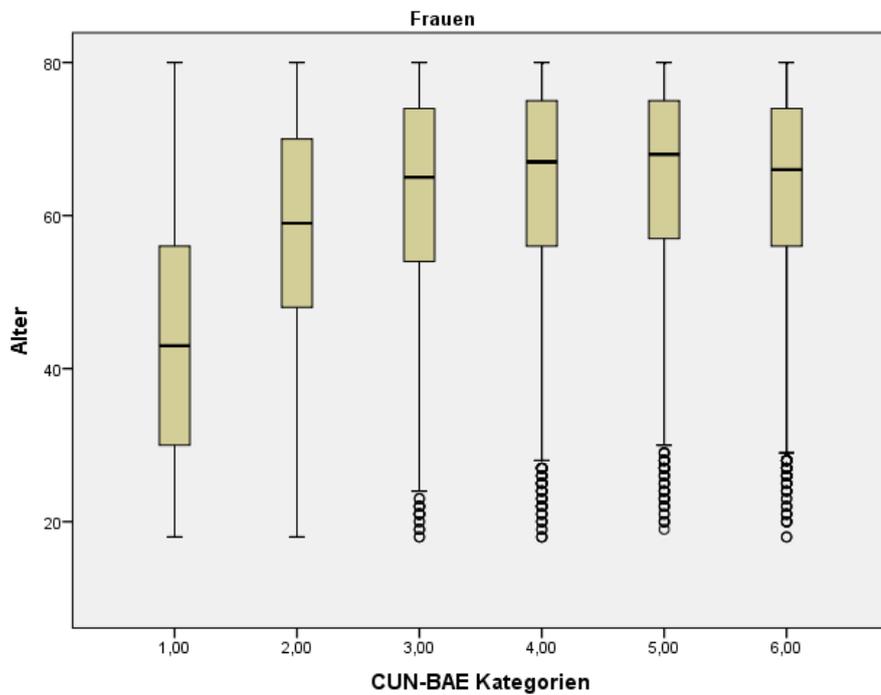


Abbildung 18: Boxplot des Alters nach Kategorien Körperfett für Frauen

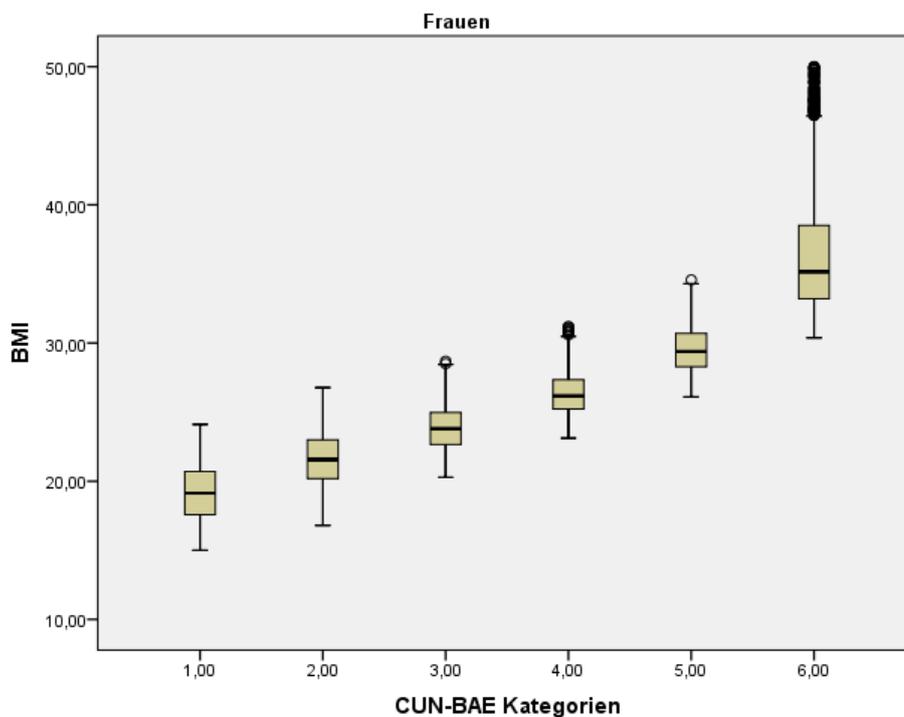


Abbildung 19: Boxplots des BMI nach Kategorien Körperfett für Frauen.

5.10 Outcome und Körperfettanteil

Bei Männern war der Anteil an Verstorbenen am höchsten bei berechneten Körperfettwerten unter 23 % (Tab. 18). Bei Frauen war die Prävalenz am höchsten bei berechneten Körperfettwerten zwischen 31 und 38 % (Tab. 19). Der Chi-Quadrat Test zeigte einen signifikanten Zusammenhang von CUN-BAE Kategorien und Outcome bei Männern und Frauen ($p < 0,001$).

Tabelle 18: Absolute Häufigkeiten des Outcome unterteilt nach Kategorien Körperfett für Männer

| Outcome | | % Körperfett Kategorien | | | | | |
|---------------------------------|-------|-------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Männer | | <20 % | 20-23 % | 23-26 % | 26-28 % | 28-32 % | >32 % |
| noch im Krankenhaus | N (%) | 622 (17,6) | 538 (14,5) | 494 (13,2) | 433 (11,5) | 363 (9,9) | 341 (9,6) |
| Transfer in anderes Krankenhaus | N (%) | 133 (3,8) | 114 (3,1) | 107 (2,9) | 102 (2,7) | 98 (2,7) | 110 (3,1) |
| in Langzeitbetreuung | N (%) | 67 (1,9) | 92 (2,5) | 88 (2,4) | 63 (1,7) | 82 (2,2) | 74 (2,1) |
| Rehabilitation | N (%) | 114 (3,2) | 111 (3,0) | 105 (2,8) | 114 (3,0) | 125 (3,4) | 112 (3,2) |
| nach Hause entlassen | N (%) | 2372 (67,1) | 2589 (69,8) | 2723 (72,7) | 2861 (76,3) | 2834 (77,4) | 2767 (78,1) |
| Tod | N (%) | 168 (4,8) | 193 (5,2) | 149 (4,0) | 127 (3,4) | 112 (3,1) | 89 (2,5) |
| anderes | N (%) | 58 (1,6) | 71 (1,9) | 77 (2,1) | 49 (1,3) | 46 (1,3) | 51 (1,4) |

Tabelle 19: Absolute Häufigkeiten des Outcome unterteilt nach Kategorien Körperfett für Frauen

| Outcome | | % Körperfett Kategorien | | | | | |
|---------------------------------|-------|-------------------------|----------------|----------------|---------------|----------------|----------------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Frauen | | <31 % | 31-35 % | 35-38 % | 38-42 % | 42-46 % | >46 % |
| noch im Krankenhaus | N (%) | 465 (15,6) | 417 (12,9) | 369 (11,5) | 323 (10,2) | 302 (9,7) | 282 (9,2) |
| Transfer in anderes Krankenhaus | N (%) | 64 (2,1) | 91 (2,8) | 84 (2,6) | 77 (2,4) | 84 (2,7) | 59 (1,9) |
| in Langzeitbetreuung | N (%) | 40 (1,3) | 78 (2,4) | 103 (3,2) | 90 (2,8) | 72 (2,3) | 100 (3,3) |
| Rehabilitation | N (%) | 75 (2,5) | 88 (2,7) | 124 (3,9) | 107 (3,4) | 97 (3,1) | 103 (3,4) |
| nach Hause entlassen | N (%) | 2185 (73,4) | 2367 (73,4) | 2373 (73,9) | 2410 (76) | 2443 (78,5) | 2408 (78,5) |
| Tod | N (%) | 95 (3,2) | 129 (4,0) | 96 (3,9) | 104 (3,3) | 74 (2,4) | 65 (2,1) |
| anderes | N (%) | 53 (1,8) | 53 (1,6) | 61 (1,9) | 61 (1,9) | 40 (1,3) | 49 (1,6) |

5.11 Körperfettanteil und 30-Tage Mortalität

Bei der logistischen Regressionsanalyse der Körperfettanteile zu 30-Tage-Mortalität wurde jeweils die letzte Körperfettgruppe als Referenzkategorie herangezogen. Das war der Bereich über 32 % bei Männern und über 46 % bei Frauen.

Die nicht-adjustierte Analyse des Körperfettanteils in Prozent berechnet nach CUN-BAE ergab ein signifikant erhöhtes Risiko bei einem Körperfettanteil von unter 23 % für Männer und von 31 bis 35 % für Frauen (Tab. 20).

Tabelle 20: Multivariate Analyse zum Zusammenhang von 30-Tage-Mortalität im Krankenhaus und Körperfettanteil

| Multivariate Analyse des Zusammenhangs von 30-Tage-Mortalität im Krankenhaus und % Körperfett bei Männern. n=26962 (100 %) Nicht adjustiert. | | |
|---|----------------------|--------|
| Variable | Odds-Ratio (95 % KI) | p-Wert |
| 1 (<20 %) | 1,331 (1,088-1,628) | 0,005 |
| 2 (20-23 %) | 1,395 (1,145-1,699) | 0,001 |
| 3 (23-26 %) | 1,215 (0,992-1,488) | 0,059 |
| 4 (26-28 %) | 1,131 (0,921-1,390) | 0,240 |
| 5 (28-32 %) | 1,075 (0,874-1,324) | 0,493 |
| 6 (>32 %) | 1 | |
| Multivariate Analyse des Zusammenhangs von 30-Tage-Mortalität im Krankenhaus und % Körperfett bei Frauen. n=23841 (100 %) Nicht adjustiert. | | |
| Variable | Odds-Ratio (95 % KI) | p-Wert |
| 1 (<31 %) | 1,146 (0,911-1,440) | 0,244 |
| 2 (31-35 %) | 1,272 (1,020-1,585) | 0,033 |
| 3 (35-38 %) | 1,120 (0,893-1,404) | 0,328 |
| 4 (38-42 %) | 1,153 (0,921-1,443) | 0,215 |
| 5 (42-46 %) | 1,026 (0,815-1,292) | 0,825 |
| 6 (>46 %) | 1 | |

Nach der Adjustierung für weitere Risikofaktoren war kein signifikanter Zusammenhang von Körperfett und 30-Tage-Mortalität vorhanden, weder für Männer noch für Frauen. Es war auch keine steigende oder sinkende Tendenz eines Zusammenhangs ersichtlich. Die statistisch nicht signifikanten Odds-Ratios waren jeweils in der Gruppe 2 am höchsten (Tab. 21).

Tabelle 21: Multivariate Analyse zum Zusammenhang von Körperfettanteil und 30-Tage-Mortalität im Krankenhaus adjustiert nach Risikofaktoren.

| Multivariate Analyse des Zusammenhangs von 30-Tage-Mortalität im Krankenhaus und % Körperfett bei Männern. N = 207323 (76,9 %) Adjustiert für Erkrankungen der Lunge, Leber, Skelett/Knochen/Muskel, Blut/Knochenmark, Krebserkrankung, Nahrungsaufnahme in der letzten Woche, Verzehr des Mittagessens, Fähigkeit alleine zu gehen, benötigte Hilfe beim Ausfüllen der Fragebögen und Gewichtsverlust bei eingeschränkter Mobilität. | | |
|---|----------------------|--------|
| Variable | Odds-Ratio (95 % KI) | p-Wert |
| 1 (<20 %) | 1,072 (0,847-1,357) | 0,562 |
| 2 (20-23 %) | 1,213 (0,967-1,523) | 0,096 |
| 3 (23-26 %) | 1,059 (0,839-1,335) | 0,631 |
| 4 (26-28 %) | 1,016 (0,805-1,284) | 0,891 |
| 5 (28-32 %) | 1,026 (0,811-1,299) | 0,829 |
| 6 (>32 %) | 1 | |
| Multivariate Analyse des Zusammenhangs von 30-Tage-Mortalität im Krankenhaus und % Körperfett bei Frauen. N=18673 (78,3 %) Adjustiert für Erkrankungen der Lunge, Leber, Skelett/ Knochen/ Muskel, Blut/Knochenmark, Krebserkrankung, Nahrungsaufnahme in der letzten Woche, Verzehr des Mittagessens, Fähigkeit alleine zu gehen, benötigte Hilfe beim Ausfüllen der Fragebögen und Gewichtsverlust bei eingeschränkter Mobilität. | | |
| Variable | Odds-Ratio (95 % KI) | p-Wert |
| 1 (<31 %) | 1,077 (0,824-1,407) | 0,588 |
| 2 (31-35 %) | 1,170 (0,906-1,511) | 0,229 |
| 3 (35-38 %) | 1,066 (0,824-1,379) | 0,626 |
| 4 (38-42 %) | 1,133 (0,878-1,462) | 0,337 |
| 5 (42-46 %) | 1,000 (0,770-1,299) | 0,998 |
| 6 (>46 %) | 1 | |

6 Diskussion

6.1 Studienpopulation und Ernährungsstatus

Die Prävalenz der Indikatoren für ein Mangelernährungsrisiko war sehr hoch in der Studienpopulation. 6,8 % der Patienten hatten einen BMI unter 18,5 kg/m². Ähnliche Ergebnisse zeigte eine Erhebung in britischen Krankenhäusern, wo 7 % der Patienten einen BMI unter 18,5 kg/m² aufwiesen [Russell and Elia, 2011]. In der österreichischen Gesamtbevölkerung haben verglichen weniger (2,6 %) BMI-Werte unter 18,5 kg/m² [Statistik Austria, 2010]. Fachgesellschaften stufen bereits BMI-Werte unter 20 bzw. 20,5 kg/m² als kritisch ein [Scott, 2008, Kondrup et al., 2003]. Bei 16,1 % der Patienten lag der BMI unter 20,5 kg/m².

43,5 % gaben an, an Gewicht verloren zu haben. Mehr als die Hälfte der Patienten hatte während der vergangenen Woche weniger gegessen. Nur 36 % hatten am Tag des nDay ihr gesamtes Mittagessen aufgegessen. 29 % waren nicht in der Lage alleine zu gehen, 10 % konnten ihr Bett nicht mehr verlassen. Die Prävalenz dieser Risikofaktoren für Mangelernährung war bei Untergewichtigen am höchsten. Schindler et al. zeigten anhand der Daten der nDay Erhebungen aus den Jahren 2007 und 2008, dass Patienten, die vom Pflegepersonal als Risikopatienten für Mangelernährung eingestuft wurden, älter waren, einen niedrigeren BMI hatten, in den letzten drei Monaten Gewicht verloren hatten und in der letzten Woche sowie am nDay weniger gegessen hatten [Schindler et al., 2010].

Die Altersverteilung nahm nach oben zu, die Hälfte der Patienten war über 63 Jahre alt. Personen, die älter als 65 Jahre sind, vor allem wenn sie stationär im Krankenhaus aufgenommen sind, zählen laut BAPEN zu den Risikopatienten für Mangelernährung (gemessen nach den MUST Kriterien: BMI < 20 kg/m², > 5 % Gewichtsverlust in den letzten 3 – 6 Monaten, akute Erkrankung) [BAPEN, 2012]. In anderen Erhebungen war die Prävalenz an über 65-jährigen höher (56 % - 59 %) [Agarwal et al., 2013, Russell and Elia, 2011], die niedrigeren Zahlen in dieser Studie sind möglicherweise auf den Ausschluss der über 80-jährigen zurückzuführen.

Jeder Fünfte war an Krebs erkrankt. Patienten mit Krebserkrankung haben ein signifikant höheres Risiko eine Mangelernährung zu entwickeln. Bei 44 % der stationär

aufgenommenen Krebserkrankten in Großbritannien wurde eine Mangelernährung (gemessen nach den MUST Kriterien) diagnostiziert [Russell and Elia, 2011]. Waitzberg et al. zeigten in ihrer Studie zu Mangelernährung (beurteilt nach dem *Subjective Global Assessment*¹) bei hospitalisierten Patienten, dass die Prävalenz bei über 60-Jährigen und bei Krebskranken signifikant erhöht ist [Waitzberg et al., 2001]. Auch die Studie von Schindler et al. ergab, dass Patienten mit Mangelernährungsrisiko häufiger an Krebs erkrankt waren [Schindler et al., 2010].

Die am häufigsten betroffenen Organsysteme waren das Gastrointestinalum (23,6 %) und Herz/Kreislauf (17,5 %). In Großbritannien waren 48 % der Patienten mit gastrointestinalen Erkrankungen von Mangelernährung (gemessen nach den MUST Kriterien) betroffen und 23 % der Patienten mit kardiovaskulären Erkrankungen. Die Prävalenz dieser Erkrankungen lag bei 15 % und 11 % [Russell and Elia, 2011].

6.2 Outcome

Das Outcome wurde 30 Tage nach dem nDay erhoben. In der Gesamtstudienpopulation waren 3,6 % der Patienten während dieser Zeit verstorben. Nachdem Patienten unter 18 bzw. über 80 Jahren ausgeschlossen wurden sowie Patienten mit ungültigen BMI-Werten und BMI-Werten unter 15 bzw. über 50 kg/m² reduzierte sich der Anteil an Verstorbenen auf 2,8 %. Im Jahr 2006 waren 3,9 % der nDay Teilnehmer verstorben [Hiesmayr et al., 2009].

Der Anteil an Verstorbenen war am höchsten bei untergewichtigen (6,6 %) und normalgewichtigen Patienten (4,0 %), diese wiesen auch die höchste Prävalenz an Risikofaktoren für Mangelernährung auf. Von Patienten mit BMI-Werten über 25 kg/m² waren 2 % verstorben. Eine Studie aus der Schweiz an kardiologischen Patienten ergab eine Krankenhaussterblichkeit von 9 % bei Untergewichtigen, 3,5 % bei Normalgewichtigen und die niedrigste Prävalenz bei Adipositas Grad 1 Patienten (2,0 %) [Witassek et al., 2014].

¹ Das Subjective Global Assessment ist ein anamnestisches Instrument zur Erhebung des aktuellen Ernährungsstatus und der vorangegangenen Entwicklung. Detsky, A. S., McLaughlin, J. P. Baker, N. Johnston, S. Whittaker, R. A. Mendelson and K. N. Jeejeebhoy (1987). "What is subjective global assessment of nutritional status?" *Journal of Parenteral and Enteral Nutrition* **11**(1): 8-13.

Correia et al. zeigten, dass mangelernährte Patienten ein um 2,6-fach höheres Mortalitätsrisiko haben als Patienten, die nicht mangelernährt sind [Correia and Waitzberg, 2003]. Hiesmayr et al. fanden einen Anstieg der Mortalität von 1 % bei Personen, die am nDay alles gegessen hatten, auf 9 % bei Personen, die nichts gegessen hatten [Hiesmayr et al., 2009]. Agarwal et al. berichteten einen fast doppelt so hohen Anstieg der Odds für 90-Tage-Krankenhausmortalität bei mangelernährten Patienten [Agarwal et al., 2013].

9,8 % der Studienpopulation waren 30 Tage nach dem nDay noch im Krankenhaus, bei Untergewichtigen waren es 20 %, bei Normalgewichtigen 13,6 %. Wie in anderen Studien gezeigt wurde, ist Mangelernährung ein unabhängiger Risikofaktor für längeren Krankenhausaufenthalt [Correia and Waitzberg, 2003, Agarwal et al., 2013] und erhöht das Risiko für Komplikationen während des Krankenhausaufenthalts um das 1,6-fache bzw. 2,5-fache bei schwerer Mangelernährung [Correia and Waitzberg, 2003].

6.3 Das Adipositas-Paradoxon und Confounding

Die vorliegende Studie konnte zeigen, dass ein scheinbares Adipositas-Paradoxon bei hospitalisierten Patienten zumindest zu einem Teil durch Confounding erklärbar ist. Die deskriptive Analyse ergab eine U-förmige Verteilung der Krankenhausmortalität über die BMI-Gruppen mit der geringsten Mortalität bei Adipositas Grad 1 Patienten (2 %).

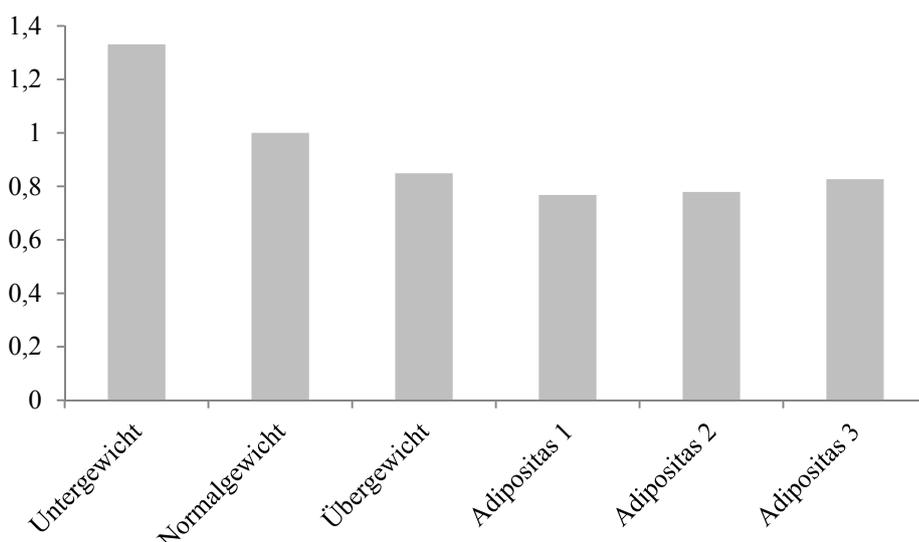


Abbildung 20: Relativer Anteil in % der Verstorbenen in den einzelnen BMI-Kategorien. Die Balken entsprechen dem Prozentanteil der Verstorbenen innerhalb der BMI-Kategorie.

In der nicht-adjustierten logistischen Regressionsanalyse hatten Adipositas Grad 1 Patienten das geringste Mortalitätsrisiko. Auch bei übergewichtigen und Adipositas Grad 2 Patienten war die Wahrscheinlichkeit im Krankenhaus zu sterben signifikant geringer als bei normalgewichtigen. Lediglich untergewichtige Patienten wiesen ein höheres Mortalitätsrisiko auf. Das Risiko für Untergewichtige war um 33 % höher als für Normalgewichtige. Adipöse wiesen ein um 23 % niedrigeres Risiko auf.

Wurde das Modell nach den Indikatoren für Mangelernährung und Erkrankung adjustiert, so war kein signifikanter Zusammenhang der einzelnen BMI-Gruppen zu Mortalität vorhanden. Die Unterschiede zwischen den BMI-Gruppen schwächten ab. Selbst wenn ein U-förmiger Zusammenhang bestehen blieb und Adipositas Grad 1 Patienten die besten Überlebenschancen im nicht-adjustierten Modell zeigten, so bleibt es unklar, inwieweit der BMI direkt zu diesem protektiven Effekt beigetragen hat. Es konnte gezeigt werden, dass zumindest ein Teil des Adipositas-Paradoxons durch andere Einflussvariablen erklärt werden konnte (siehe Abb. 10).

Den stärksten Zusammenhang mit erhöhter Mortalität zeigten Erkrankungen der Lunge, der Leber und Krebserkrankungen sowie eine um mehr als die Hälfte verminderte Nahrungsaufnahme und Bettlägerigkeit (siehe Tabelle 14). Der Zusammenhang von verminderter Nahrungsaufnahme und höherer Krankenhaussterblichkeit wurde auch in anderen Studien bestätigt. Bei Agarwal et al. war das Risiko für 30-Tage-Krankenhausmortalität um mehr als das 2,5-fache erhöht, wenn weniger als 25 % der Mahlzeit gegessen wurde [Agarwal et al., 2013], bei Hiesmayr verdoppelte sich das Risiko [Hiesmayr et al., 2009]. Die Prävalenz dieser Risikofaktoren war bei Untergewichtigen am höchsten, zwei Drittel hatten am Tag der Erhebung weniger als die Hälfte gegessen, davon hatten 18 % nur ein Viertel der Mahlzeit gegessen und 21,3 % gaben an, gar nichts gegessen zu haben. 14,8 % der Untergewichtigen konnten ihr Bett nicht mehr verlassen. Hiesmayr et al. fanden einen über 3-fachen Anstieg des Mortalitätsrisikos bei Bettlägerigkeit. Die hohe Prävalenz an Risikofaktoren bei Untergewichtigen und auch Normalgewichtigen könnte zu verfälschten, d.h. besseren Prognosen für Übergewichtige und Adipöse geführt haben.

70 % der Untergewichtigen und 53 % der Normalgewichtigen hatten an Gewicht verloren. Gewichtsverlust ist ein Indikator für Mangelernährung [Kondrup et al., 2003] und ein unabhängiger Prädiktor für erhöhte Mortalität bei verschiedenen Personengruppen, z.B. bei älteren Menschen [Newman et al., 2001], bei Personen mit chronischer Herzinsuffizienz [Anker et al., 2003] und Krebserkrankungen [Huhmann and Cunningham, 2005]. Krankheitsbedingter Gewichtsverlust erfüllt die Kriterien eines Confounders, da er die Exposition, das Gewicht, beeinflusst und sich auf das Outcome, die Mortalität, auswirkt. Schließt man Daten von Personen ein, die einen krankheitsbedingten Gewichtsverlust erfahren haben, so könnte es zu einer Abschwächung des beobachteten Zusammenhangs von Übergewicht oder Adipositas und Mortalität führen, aufgrund der erhöhten Mortalität bei niedrigeren BMI-Werten [Stevens et al., 2001].

6.3.1 Subgruppenanalyse

Um diese potenzielle Quelle des Confoundings zu berücksichtigen, wurde eine Subgruppenanalyse an Patienten, die angaben, kein Gewicht verloren zu haben, durchgeführt. Wie zu erwarten, waren in dieser Subgruppe weniger Probanden untergewichtig oder normalgewichtig. Die logistische Regressionsanalyse ergab keinen signifikanten Zusammenhang von BMI und Krankenhaussterblichkeit. Ein Trend für erhöhtes Risiko bei Untergewichtigen und keinem erhöhten Risiko ab BMI-Werten über 25 kg/m^2 blieb bestehen. Signifikante Prädiktoren für Mortalität waren Lungenerkrankungen, Krebs und Bettlägerigkeit.

Viele Studien bestätigen ein erhöhtes Mortalitätsrisiko bei BMI-Werten im Bereich des Untergewichts und unterem Bereich des Normalgewichts auch nachdem Confounder berücksichtigt wurden. Die Prospective Studies Collaboration untersuchte die Assoziation von BMI und Mortalität anhand von Daten aus 57 prospektiven Studien, die insgesamt 900 000 Personen einschlossen. Sie kamen zu dem Ergebnis, dass sowohl niedrige als auch hohe BMI-Werte das Mortalitätsrisiko erhöhten. Das geringste Risiko wurde bei Werten zwischen $22,5$ und 25 kg/m^2 gefunden, für beide Geschlechter und in allen Altersgruppen. Unter dem optimalen Bereich von $22,5$ bis 25 kg/m^2 fand man einen inversen Zusammenhang zu Mortalität, vor allem aufgrund von respiratorischen Erkrankungen und Krebserkrankungen [Prospective Studies Collaboration, 2009]. Die

Ergebnisse der vorliegenden Studie deuten auf ähnliche Zusammenhänge hin, Lungen- und Krebserkrankungen erhöhten das Mortalitätsrisiko am stärksten und hatten die höchste Prävalenz bei normal und untergewichtigen. In der Studie der Prospective Studies Collaboration blieb das erhöhte Mortalitätsrisiko bei BMI-Werten im unteren Normalbereich auch nach Ausschluss von Rauchern und den ersten 5 Jahren des Follow-Up bestehen [Prospective Studies Collaboration, 2009].

Adams et al. untersuchten den Zusammenhang von Übergewicht, Adipositas und Mortalität an Personen zwischen 50 und 71 Jahren aus der National Institutes of Health-AARP Kohorte. Die Analyse der Rohdaten zeigte, dass das Risiko sowohl bei der niedrigsten als auch höchsten BMI-Kategorie am höchsten war, ein BMI zwischen 23,5 und 24,9 kg/m² wurde als Referenzkategorie herangezogen. Nach Einschränkung der Analyse auf gesunde Personen, die nie geraucht hatten, Zensur der ersten fünf Jahre des Follow-up und Analyse des BMI im Alter von 50 Jahren, blieb das erhöhte Risiko bei niedrigen BMI-Werten bestehen, wenn auch abgeschwächt. Das Risiko für übergewichtige Personen stieg an [Adams et al., 2006].

Eine Untersuchung, die Daten aus 19 prospektiven Studien und insgesamt 1,46 Millionen Menschen einschloss, zeigte, dass Untergewicht und niedriges Normalgewicht mit erhöhter Gesamtmortalität korrelierten. Das niedrigste Risiko hatten Probanden mit BMI Werten von 22,5 bis 24,9 kg/m². Wenn die Analyse auf gesunde Personen, die nie geraucht hatten eingeschränkt wurde, war das Risiko unter einem BMI von 20 kg/m² erhöht. Das erhöhte Risiko bei Untergewicht war schwächer nach 15 Jahren Follow-up als nach 5 Jahren. Der Zusammenhang von Untergewicht und Mortalität war schwächer bei Personen, die sportlich aktiv waren [De Gonzalez et al., 2010].

30 % der Untergewichtigen waren an Krebs erkrankt, 16,7 % waren von Lungenerkrankungen betroffen. Die hohe Prävalenz an Krebs und Lungenerkrankungen bei Untergewichtigen wird auch in anderen Studien bestätigt [Romero-Corral et al., 2006]. Krebs und Lungenerkrankungen sind die häufigste Todesursache bei Personen mit niedrigen BMI-Werten [Prospective Studies Collaboration, 2009].

Die Gesundheitsrisiken von Untergewicht sind im Vergleich zu Übergewicht und Adipositas wenig erforscht. Studien zeigten, dass untergewichtige Personen häufig gesundheitsgefährdendes Verhalten aufwiesen. Eine Querschnittserhebung an der Allgemeinbevölkerung in Großbritannien ergab, dass untergewichtige Probanden häufiger rauchten und weniger körperlich aktiv waren. Eine höhere Prävalenz an physischen Erkrankungen wurde nicht gefunden [Kelly et al., 2010]. Eine Studie aus der Schweiz zeigte, dass das Mortalitätsrisiko für Untergewichtige im Vergleich zu Normalgewichtigen unabhängig vom Raucherverhalten erhöht war. Die erhöhte Mortalität war hauptsächlich auf äußere Ursachen zurückzuführen (wie Unfälle oder Selbstmord) und nicht auf Krebserkrankungen, kardiovaskulären oder respiratorischen Erkrankungen [Roh et al., 2014].

Ob Untergewicht zu erhöhter Morbidität führte oder Untergewicht krankheitsbedingt aufgetreten war, kann hier nicht geklärt werden. Auffällig ist, dass Untergewichtige am häufigsten Gewicht verloren hatten. Möglicherweise waren sie ursprünglich in höheren BMI-Klassen angesiedelt. Damit könnte der von Stevens beschriebene Fall des Confoundings [Stevens et al., 2001] den Zusammenhang von BMI und Mortalität beeinflusst haben. Trotz Vorliegen des Confoundings kann ein kausaler Zusammenhang von BMI und Mortalität jedoch nicht ausgeschlossen werden. Der hohen Prävalenz an Krebs und Lungenerkrankungen, die auch in anderen Studien bestätigt wurde, könnten kausale Zusammenhänge zugrunde liegen.

6.4 Das Adipositas-Paradoxon und Körperzusammensetzung

Studien, bei denen ein Adipositas-Paradoxon beobachtet wurde, bezogen sich auf den BMI. Da der BMI keine Aussage über die Körperzusammensetzung liefert, könnte es zu falschen Klassifizierungen gekommen sein. Obwohl der BMI mit Körperfettmasse korreliert, korreliert er auch mit Muskelmasse. Eine muskulöse Person könnte nach dem BMI als übergewichtig oder sogar adipös eingestuft werden. Gleichzeitig könnte eine normalgewichtige Person sehr hohe Körperfettwerte bzw. eine ungünstige Körperfettverteilung aufweisen. Ein hoher Körperfettmasseindex und niedriger Index der fettfreien Masse waren unabhängige Prädiktoren für Mortalität in der dänischen „Diet, Cancer and Health“ Studie [Bigaard et al., 2004].

6.4.1 Anwendung der CUN-BAE Formel

Da keine Messungen der Körperzusammensetzung der Studienteilnehmer vorlagen, wurde mithilfe der CUN-BAE Formel ein Schätzwert für die Körperfettmasse in % berechnet. Die Annahmen aus der Formel, dass der Körperfettanteil mit dem Alter zunimmt, höherer BMI mit höherem Körperfettanteil korreliert und Frauen ein höheres Gesamtkörperfett haben, stimmt mit den biologischen Beobachtungen überein [Kyle et al., 2001, Genton et al., 2011]. Der mittlere berechnete Körperfettanteil lag bei 26,2 % bei Männern und 38,8 % bei Frauen, bei mittleren BMI-Werten von 25,4 kg/m² bei Männern und 26,1 kg/m² bei Frauen. Ähnliche Werte wurden bei Studien mit Körperfettmessungen gefunden. Gallagher et al. fanden durchschnittliche Körperfettwerte von 22 bis 25 % bei Männern im Alter von 40 bis 79 Jahren mit BMI-Werten von 25 bis 30 kg/m². Für Frauen in derselben Alters- und BMI-Kategorie ergaben sich Körperfettwerte im Bereich von 34 bis 36 % [Gallagher et al., 2000]. Bei Flegal et al. hatten Männer mit mittleren BMI-Werten von 27,9 kg/m² ein durchschnittliches Körperfett von 28,1 % und Frauen mit mittleren BMI-Werten von 28,2 kg/m² ein entsprechend höheres durchschnittliches Körperfett von 39,9 % [Flegal et al., 2009].

6.4.2 CUN-BAE und Mortalität

In der logistischen Regressionsanalyse wurde jeweils die höchste Körperfettkategorie als Referenz herangezogen. Bei Hämodialyse-Patienten korrelierte hohes Körperfett mit besseren Überlebenschancen [Noori et al., 2010, Kalantar-Zadeh et al., 2006].

Die logistische Regressionsanalyse ergab keinen signifikanten Zusammenhang von berechneten Körperfettwerten und 30-Tage-Mortalität. Dennoch war eine Tendenz für erhöhtes Risiko jeweils in der Körperfettgruppe 2 bei Männern und Frauen erkennbar. Betrachtet man die Altersverteilung über die einzelnen Gruppen, so ist deutlich zu sehen, dass es einen Alterssprung von erster CUN-BAE Gruppe zu zweiter CUN-BAE Gruppe gab. Männer in der ersten Gruppe waren im Durchschnitt 46 Jahre alt, in der zweiten Gruppe 57 Jahre, der mittlere BMI von erster zu zweiter Gruppe stieg von 19,3 auf 21,8 kg/m². Frauen in der ersten Gruppe waren im Durchschnitt 44 Jahre alt, in der zweiten Gruppe 58 Jahre, der mittlere BMI stieg von 19,1 auf 21,6 kg/m². Das Alter stieg deutlich stärker an als der BMI. Die Kombination von höherem Alter und

niedrigeren BMI-Werten in der CUN-BAE Gruppe 2 ist möglicherweise die Erklärung für das erhöhte Mortalitätsrisiko in dieser Gruppe.

Die CUN-BAE Gleichung liefert realistische Durchschnittswerte für den Körperfettmasseanteil bei einem bestimmten Alter und Gewicht getrennt für beide Geschlechter. Die Anwendung der Formel könnte als Orientierungshilfe dienen, da sie die altersbedingte Zunahme an Körperfettmasse widerspiegelt und auch den Einfluss des Geschlechts berücksichtigt. Weitere Aufschlüsse über Zusammenhänge der Körperzusammensetzung zu Mortalität konnte sie jedoch nicht liefern. Wie in Abbildung 14 und 15 zu sehen ist, ergibt sich ein konstanter Zusammenhang von Alter und BMI zu Körperfettmasse. Bei gesunden Personen mit gleichem Alter und Geschlecht unterscheidet sich die Körperzusammensetzung nicht wesentlich [Elmadfa and Leitzmann, 2015]. Erkrankungen und Gewichtsverlust, die zu einer Veränderung der Körperzusammensetzung führen, können jedoch nicht erfasst werden. Da die Studienpopulation von diesen Einflüssen betroffen war, muss angenommen werden, dass der berechnete Schätzwert der Körperfettmasse von der tatsächlichen Körperfettmasse der Patienten abweicht.

In einer Studie von Kyle et al. konnte gezeigt werden, dass Patienten zum Zeitpunkt der Krankenhausaufnahme einen signifikant niedrigeren Anteil an fettfreier Masse (< der 10. Perzentile der gesunden Referenzpopulation) aufwiesen als die gesunde Kontrollgruppe. 31 % der Patienten hatten einen Anteil an fettfreier Masse unter der 10. Perzentile, in der Kontrollgruppe traf dies auf 10,1 % zu. Weitere Analysen zeigten, dass 72,9 % der Patienten mit BMI < 20 kg/m² eine reduzierte fettfreie Masse hatten. Bei den gesunden Kontrollen mit BMI < 20 kg/m² war die Prävalenz der reduzierten fettfreien Masse im Vergleich deutlich geringer (31,1 %). 31,2 % der Patienten mit einem BMI zwischen 20 und 24,9 kg/m² verglichen mit 12 % der gesunden Kontrollen und 13,1 % der Patienten mit einem BMI zwischen 25 und 29,9 kg/m² verglichen mit 2,7 % der Kontrollen fielen unter die 10. Perzentile des Anteils an fettfreier Masse [Kyle et al., 2001]. Die Studie von Kyle et al. verdeutlicht die Unterschiede der Körperzusammensetzung bei Patienten im Vergleich zur gesunden Kontrollgruppe. Trotz gleicher BMI-Werte war der Unterschied in der Körperzusammensetzung signifikant.

In dieser Untersuchung liegen zwar keine Messungen der Körperzusammensetzung vor, die hohe Prävalenz an Gewichtsverlust und eingeschränkter Mobilität, vor allem bei Patienten mit niedrigem BMI, lässt jedoch auf einen Mangel an Muskelmasse schließen. Gewichtslust ist mit einem Verlust an fettarmer Masse assoziiert [Newman et al., 2005], eine verminderte Muskelmasse ist mit einem erhöhten Risiko für eingeschränkte Mobilität assoziiert [Visser et al., 2005].

Allison et al, Pischon et al. und Kalantar-Zadeh et al. fügten in ihren Studien zu Körperzusammensetzung und Mortalität an, dass das erhöhte Mortalitätsrisiko bei niedrigem BMI auf einen Mangel an Muskelmasse zurückzuführen sein könnte [Allison et al., 2002, Pischon et al., 2008, Kalantar-Zadeh et al., 2010]. Eine Metaanalyse zum Einfluss von BMI und körperlicher Aktivität auf Mortalität lieferte Hinweise, dass ein Adipositas-Paradoxon nur bei Personen mit schlechter kardiorespiratorischer Fitness vorhanden ist [Barry et al., 2014]. Die Subgruppenanalyse an Patienten ohne Gewichtsverlust zeigte keinen Unterschied der Odds für Mortalität zwischen den einzelnen BMI-Gruppen. Diese Subgruppe wies weniger Risikofaktoren für Mangelernährung auf und damit auch möglicherweise weniger Verluste an fettfreier Masse. Wie Kyle et al. erkannten, haben Patienten bei gleichem BMI weniger fettfreie Masse als Gesunde. Die Verschiebung des Nadirs der BMI-Mortalitäts-Kurve nach rechts, das heißt die bessere Überlebenschance in höheren BMI-Bereichen bei Patienten, könnte durch den Mangel an fettfreier Masse entstanden sein. Wenn höheres Gewicht mit höherer Muskelmasse korreliert, würde dies den protektiven Effekt von Übergewicht, das Adipositas-Paradoxon, erklären.

In der Studie von Kyle et al. (2003) ergab sich folgender Zusammenhang:

Tabelle 22: Prävalenz von verminderter fettfreier Masse bei Gesunden und Patienten nach BMI-Gruppen nach [Kyle et al., 2003].

| BMI (kg/m ²) | Anteil an Personen mit reduzierter fettfreier Masse | |
|--------------------------|---|-----------|
| | Gesunde | Patienten |
| < 20 | 31,1 % | 72,9 % |
| 20-24,9 | 12 % | 31,2 % |
| 25-30 | 2,7 % | 13,1 % |

Das heißt, Patienten haben erst in höheren BMI Klassen einen ausreichenden Anteil an fettfreier Masse im Vergleich zu Gesunden. Fettfreie Masse korreliert negativ mit Mortalität, je höher die fettfreie Masse, desto besser die Überlebenschancen [Allison et al., 1997]. Eine Studie zur Assoziation von kardiorespiratorischer Fitness und der Entwicklung von kardiovaskulären Risikofaktoren zeigte, dass ein hoher Fitness-Level das Risiko für Hypertonie, Diabetes und das metabolische Syndrom senkt. Adipositas hatte eine modifizierende Wirkung auf diesen Effekt. Ein niedriger Fitness-Level erhöhte das Risiko für Diabetes und das metabolische Syndrom nur bei Probanden, die zur Baseline einen BMI $< 30\text{kg/m}^2$ hatten [Carnethon et al., 2003]. Eine verminderte fettfreie Masse war ein unabhängiger Risikofaktor für Mortalität bei älteren Personen (> 65 Jahren), die zum Zeitpunkt der Messung der Körperzusammensetzung noch gesund waren [Genton et al., 2013].

Mangelernährung und der damit verbundene Verlust an fettfreier Körpermasse ist ein großer Risikofaktor und stellt möglicherweise bei älteren und chronisch kranken Menschen ein größeres Risiko für erhöhte Mortalität dar als Übergewicht und Adipositas. Eine differenzierte Analyse des Ernährungsstatus, die über das Screening nach dem BMI hinausgeht, ist für diese Risikogruppen notwendig. Untersuchungen, die lediglich den BMI erfassen, können bei älteren Menschen und Patienten das tatsächliche Risiko nicht erfassen und könnten zu kontroversen Zusammenhängen von BMI und Mortalität führen.

7 Schlussbetrachtung

Die Untersuchung zeigte, dass es einen U-förmigen Zusammenhang zwischen BMI und Krankenhausmortalität gibt. Patienten mit Adipositas Grad 1 wiesen das geringste Mortalitätsrisiko auf. Dieser Zusammenhang schwächte nach der Adjustierung für weitere Einflussfaktoren ab. Die hohe Prävalenz an Risikofaktoren für Mangelernährung bei Patienten mit BMI-Werten im Bereich von Untergewicht und Normalgewicht dürfte das Adipositas-Paradoxon zumindest zu einem Teil erklären. Die Anwendung der CUN-BAE Formel konnte keine zusätzlichen Aufschlüsse über den Einfluss der Körperzusammensetzung auf das Mortalitätsrisiko liefern. Aus anderen Studien ist allerdings bekannt, dass hospitalisierte Patienten oft einen Mangel an

fettfreier Masse aufweisen. Die erhobenen Indikatoren zu Mobilität und Nährstoffstatus würden diese Annahme unterstützen. Eine verminderte fettarme Körpermasse ist ein unabhängiger Risikofaktor für erhöhte Mortalität bei älteren Personen. Insgesamt unterstreichen die Ergebnisse der Untersuchung die Wichtigkeit der Prävention und Therapie von Mangelernährung. Dem Erhalt und Aufbau der Muskelmasse sollte besondere Beachtung zukommen.

8 Zusammenfassung

HINTERGRUND: Das Adipositas-Paradoxon beschreibt das Phänomen, dass übergewichtige und adipöse Personen bei verschiedenen Erkrankungen bessere Überlebenschancen haben als normalgewichtige. Die Ursachen für die kontroversen Ergebnisse sind noch nicht eindeutig geklärt. Aspekte der Mangelernährung, wie Gewichtsverlust und veränderte Körperzusammensetzung, werden häufig als zu berücksichtigende Faktoren genannt. Ziel dieser Arbeit war die Analyse des Adipositas-Paradoxons unter Berücksichtigung der Indikatoren für Mangelernährung. Weiteres wurde die Anwendung der CUN-BAE Formel, die einen Schätzwert für den Körperfettgehalt liefert, getestet. **METHODEN:** Im Rahmen der nDay Studie wurde der Ernährungsstatus von stationären Patienten erhoben. Die Daten aus den Jahren 2006 bis 2012 wurden hinsichtlich des Zusammenhangs Mortalitätsrisiko im Krankenhaus innerhalb 30 Tage und BMI bzw. CUN-BAE untersucht. Für die Analyse der Zusammenhänge von Risikofaktoren und Krankenhaussterblichkeit wurde die binär logistische Regressionsanalyse im generalisierten linearen gemischten Modell angewandt. **ERGEBNISSE:** Insgesamt gab es einen signifikanten Zusammenhang zwischen BMI-Gruppen und Krankenhausmortalität. Das niedrigste Mortalitätsrisiko wiesen Patienten mit Adipositas Grad 1 auf (OR 0,768; 95 % KI 0,667-0,884). Nach Adjustierung für Risikofaktoren der Mangelernährung schwächte dieser Zusammenhang ab und war nicht mehr signifikant (OR 0,866; 95 % KI 0,736-1,019). Die Analyse der Körperfettgehalte nach der CUN-BAE Formel zu Krankenhausmortalität zeigte ein signifikant erhöhtes Risiko bei Körperfettwerten unter 23 % bei Männern und bei Werten zwischen 31 und 35 % Körperfett bei Frauen. Nach der Adjustierung für Risikofaktoren der Mangelernährung gab es keinen Zusammenhang zwischen Körperfettwerten und Krankenhausmortalität. **CONCLUSIO:** Die Studie konnte zeigen, dass ein scheinbares Adipositas-Paradoxon bei hospitalisierten Patienten zumindest zu einem Teil durch Indikatoren der Mangelernährung erklärbar ist. Die Anwendung der CUN-BAE Formel konnte keine zusätzlichen Aufschlüsse über den Einfluss der Körperzusammensetzung auf das Mortalitätsrisiko liefern. Insgesamt unterstreichen die Ergebnisse der Untersuchung die Wichtigkeit der Prävention und Therapie von Mangelernährung.

9 Summary

BACKGROUND: The obesity paradox describes the phenomenon that obese patients have a survival advantage to normal weight patients under certain disease conditions. These controversial results have been differently discussed and are not fully understood yet. Aspects of malnutrition, such as weight loss and changes in body composition, have been mentioned to be important factors in the relationship of body weight and mortality. The objective of the study was to investigate the impact of malnutrition on the observed association between body mass index (BMI) and mortality. Further, the usefulness of the *Clinica Universidad de Navarra-Body Adiposity Estimator* (CUN-BAE) - an equation for estimating percentage body fat - was tested. **METHODS:** The nDay study is a multicentre cross-sectional audit on nutrition status in hospitals. Data from the years 2006 to 2012 were analysed towards the association of 30-day in-hospital mortality and BMI or CUN-BAE. Mixed effects logistic regression model was used to estimate the odds-ratios for 30-day in-hospital mortality. **RESULTS:** There was an overall association between mortality and BMI with the lowest risks in obesity class 1 patients (OR 0.768, 95 % CI 0.667-0.884). After adjusting for risk factors the association attenuated and was not significant anymore (OR 0.887, 95 % CI 0.736-1.019). The analysis of body fat percentage according to CUN-BAE showed a significant increased risk for men with less than 23 % body fat and women with 31 % and 35 % body fat. After adjusting for risk factors there was no association between body fat and 30-day in-hospital mortality. **CONCLUSION:** The study showed that an apparent obesity paradox in hospitalized patients can be, at least partly, explained by indicators of malnutrition. Using the CUN-BAE equation did not give any further insight on the relationship between mortality and body composition. Finally, the study underlines the importance of preventing and treating malnutrition.

10 Literaturverzeichnis

Adams, K. F., A. Schatzkin, T. B. Harris, V. Kipnis, T. Mouw, R. Ballard-Barbash, A. Hollenbeck and M. F. Leitzmann (2006). "Overweight, obesity, and mortality in a large prospective cohort of persons 50 to 71 years old." N Engl J Med **355**(8): 763-778.

Agarwal, E., M. Ferguson, M. Banks, M. Batterham, J. Bauer, S. Capra and E. Isenring (2013). "Malnutrition and poor food intake are associated with prolonged hospital stay, frequent readmissions, and greater in-hospital mortality: results from the Nutrition Care Day Survey 2010." Clin Nutr **32**(5): 737-745.

Alberino, F., A. Gatta, P. Amodio, C. Merkel, L. Di Pascoli, G. Boffo and L. Caregaro (2001). "Nutrition and survival in patients with liver cirrhosis." Nutrition **17**(6): 445-450.

Allison, D. B., M. S. Faith, M. Heo and D. P. Kotler (1997). "Hypothesis concerning the U-shaped relation between body mass index and mortality." Am J Epidemiol **146**(4): 339-349.

Allison, D. B., S. K. Zhu, M. Plankey, M. S. Faith and M. Heo (2002). "Differential associations of body mass index and adiposity with all-cause mortality among men in the first and second National Health and Nutrition Examination Surveys (NHANES I and NHANES II) follow-up studies." Int J Obes Relat Metab Disord **26**(3): 410-416.

Anker, S. D., A. Negassa, A. J. S. Coats, R. Afzal, P. A. Poole-Wilson, J. N. Cohn and S. Yusuf (2003). "Prognostic importance of weight loss in chronic heart failure and the effect of treatment with angiotensin-converting-enzyme inhibitors: an observational study." The Lancet **361**(9363): 1077-1083.

Arbeitsgemeinschaft Klinische Ernährung. "AKE Screening für Mangelernährung." Internet: <http://ake-nutrition.at/uploads/media/ScreeningAllg.pdf> (Stand: 10.1.2015)

BAPEN (2012). "Introduction to Malnutrition." Internet: <http://www.bapen.org.uk/about-malnutrition/introduction-to-malnutrition?showall=&start=1> (Stand: 18.02.2015)

Barry, V. W., M. Baruth, M. W. Beets, J. L. Durstine, J. Liu and S. N. Blair (2014). "Fitness vs. Fatness on All-Cause Mortality: A Meta-Analysis." Progress in Cardiovascular Diseases **56**(4): 382-390.

Bastow, M. D., J. Rawlings and S. P. Allison (1983). "Benefits of supplementary tube feeding after fractured neck of femur: a randomised controlled trial." Br Med J (Clin Res Ed) **287**(6405): 1589-1592.

Benn, R. T. (1971). "Some mathematical properties of weight-for-height indices used as measures of adiposity." Br J Prev Soc Med **25**(1): 42-50.

Bigaard, J., K. Frederiksen, A. Tjønneland, B. L. Thomsen, K. Overvad, B. L. Heitmann and T. I. A. Sørensen (2004). "Body Fat and Fat-Free Mass and All-Cause Mortality." Obesity Research **12**(7): 1042-1049.

Carnethon, M. R., S. S. Gidding, R. Nehgme, S. Sidney, D. R. Jacobs, Jr. and K. Liu (2003). "Cardiorespiratory fitness in young adulthood and the development of cardiovascular disease risk factors." JAMA **290**(23): 3092-3100.

Chang, S. H., T. S. Beason, J. M. Hunleth and G. A. Colditz (2012). "A systematic review of body fat distribution and mortality in older people." Maturitas. **72**(3): 175-191. doi: 110.1016/j.maturitas.2012.1004.1004 . Epub 2012 May 1016.

Childers, D. K. and D. B. Allison (2010). "The 'obesity paradox': a parsimonious explanation for relations among obesity, mortality rate and aging?" Int J Obes (Lond) **34**(8): 1231-1238.

Correia, M. I. and D. L. Waitzberg (2003). "The impact of malnutrition on morbidity, mortality, length of hospital stay and costs evaluated through a multivariate model analysis." Clin Nutr **22**(3): 235-239.

De Gonzalez, A. B., P. Hartge, J. R. Cerhan, A. J. Flint, L. Hannan, R. J. MacInnis, S. C. Moore, G. S. Tobias, H. Anton-Culver, L. B. Freeman, W. L. Beeson, S. L. Clipp, D. R. English, A. R. Folsom, D. M. Freedman, G. Giles, N. Hakansson, K. D. Henderson, J. Hoffman-Bolton, J. A. Hoppin, K. L. Koenig, I. M. Lee, M. S. Linet, Y. Park, G. Pocobelli, A. Schatzkin, H. D. Sesso, E. Weiderpass, B. J. Willcox, A. Wolk, A. Zeleniuch-Jacquotte, W. C. Willett and M. J. Thun (2010). "Body-mass index and mortality among 1.46 million white adults." New England Journal of Medicine **363**(23): 2211-2219.

Degoulet, P., M. Legrain, I. Réach, F. Aimé, C. Devriés, P. Rojas and C. Jacobs (1982). "Mortality risk factors in patients treated by chronic hemodialysis. Report of the Diaphane collaborative study." Nephron **31**(2): 103-110.

Detsky, A. S., McLaughlin, J. P. Baker, N. Johnston, S. Whittaker, R. A. Mendelson and K. N. Jeejeebhoy (1987). "What is subjective global assessment of nutritional status?" Journal of Parenteral and Enteral Nutrition **11**(1): 8-13.

Elia, M., L. Zellipour and R. J. Stratton (2005). "To screen or not to screen for adult malnutrition?" Clin Nutr **24**(6): 867-884.

Elmadfa, I. and C. Leitzmann. Ernährung des Menschen

Ulmer, Stuttgart, 2015.

Flegal, K. M., B. K. Kit, H. Orpana and B. I. Graubard (2013). "Association of all-cause mortality with overweight and obesity using standard body mass index categories a systematic review and meta-analysis." JAMA - Journal of the American Medical Association **309**(1): 71-82.

Flegal, K. M., J. A. Shepherd, A. C. Looker, B. I. Graubard, L. G. Borrud, C. L. Ogden, T. B. Harris, J. E. Everhart and N. Schenker (2009). "Comparisons of percentage body fat, body mass index, waist circumference, and waist-stature ratio in adults." Am J Clin Nutr **89**(2): 500-508.

Fleischmann, E., N. Teal, J. Dudley, W. May, J. D. Bower and A. K. Salahudeen (1999). "Influence of excess weight on mortality and hospital stay in 1346 hemodialysis patients." Kidney Int **55**(4): 1560-1567.

Forbes, G. B. (1999). "Longitudinal changes in adult fat-free mass: influence of body weight." Am J Clin Nutr **70**(6): 1025-1031.

Gallagher, D., S. B. Heymsfield, M. Heo, S. A. Jebb, P. R. Murgatroyd and Y. Sakamoto (2000). "Healthy percentage body fat ranges: an approach for developing guidelines based on body mass index." Am J Clin Nutr **72**(3): 694-701.

Gariballa, S. E., S. G. Parker, N. Taub and C. M. Castleden (1998). "Influence of nutritional status on clinical outcome after acute stroke." Am J Clin Nutr **68**(2): 275-281.

Genton, L., C. E. Graf, V. L. Karsegard, U. G. Kyle and C. Pichard (2013). "Low fat-free mass as a marker of mortality in community-dwelling healthy elderly subjects." Age Ageing **42**(1): 33-39.

Genton, L., V. L. Karsegard, T. Chevalley, M. P. Kossovsky, P. Darmon and C. Pichard (2011). "Body composition changes over 9 years in healthy elderly subjects and impact of physical activity." Clin Nutr **30**(4): 436-442.

Gomez-Ambrosi, J., C. Silva, V. Catalan, A. Rodriguez, J. C. Galofre, J. Escalada, V. Valenti, F. Rotellar, S. Romero, B. Ramirez, J. Salvador and G. Fruhbeck (2012). "Clinical usefulness of a new equation for estimating body fat." Diabetes Care **35**(2): 383-388.

Gómez-Ambrosi, J., C. Silva, J. C. Galofré, J. Escalada, S. Santos, D. Millán, N. Vila, P. Ibañez, M. J. Gil, V. Valentí, F. Rotellar, B. Ramírez, J. Salvador and G. Frühbeck (2012). "Body mass index classification misses subjects with increased cardiometabolic risk factors related to elevated adiposity." International journal of obesity (2005) **36**(2): 286.

Guigoz, Y., S. Lauque and B. J. Vellas (2002). "Identifying the elderly at risk for malnutrition. The Mini Nutritional Assessment." Clin Geriatr Med **18**(4): 737-757.

Hiesmayr, M., K. Schindler, E. Pernicka, C. Schuh, A. Schoeniger-Hekele, P. Bauer, A. Laviano, A. D. Lovell, M. Mouhieddine, T. Schuetz, S. M. Schneider, P. Singer, C. Pichard, P. Howard, C. Jonkers, I. Grecu, O. Ljungqvist and N. A. Team (2009). "Decreased food intake is a risk factor for mortality in hospitalised patients: the NutritionDay survey 2006." Clin Nutr **28**(5): 484-491.

Huhmann, M. B. and R. S. Cunningham (2005). "Importance of nutritional screening in treatment of cancer-related weight loss." The Lancet Oncology **6**(5): 334-343.

Janssen, I. and A. E. Mark (2007). "Elevated body mass index and mortality risk in the elderly." Obes Rev **8**(1): 41-59.

Kalantar-Zadeh, K., N. Kuwae, D. Y. Wu, R. S. Shantouf, D. Fouque, S. D. Anker, G. Block and J. D. Kopple (2006). "Associations of body fat and its changes over time with quality of life and prospective mortality in hemodialysis patients." Am J Clin Nutr **83**(2): 202-210.

Kalantar-Zadeh, K., E. Streja, C. P. Kovesdy, A. Oreopoulos, N. Noori, J. Jing, A. R. Nissenson, M. Krishnan, J. D. Kopple, R. Mehrotra and S. D. Anker (2010). "The obesity paradox and mortality associated with surrogates of body size and muscle mass in patients receiving hemodialysis." Mayo Clin Proc **85**(11): 991-1001.

Kelly, S. J., J. M. Lilley and J. Leonardi-Bee (2010). "Associations of morbidity in the underweight." Eur J Clin Nutr **64**(5): 475-482.

Kelly, T. L., K. E. Wilson and S. B. Heymsfield (2009). "Dual energy X-Ray absorptiometry body composition reference values from NHANES." PLoS One **4**(9): e7038.

Kondrup, J., S. P. Allison, M. Elia, B. Vellas and M. Plauth (2003). "ESPEN guidelines for nutrition screening 2002." Clin Nutr **22**(4): 415-421.

Kruizenga, H. M., J. C. Seidell, H. C. de Vet, N. J. Wierdsma and M. A. van Bokhorst-de van der Schueren (2005). "Development and validation of a hospital screening tool for malnutrition: the short nutritional assessment questionnaire (SNAQ)." Clin Nutr **24**(1): 75-82.

Kyle, U. G., L. Genton, D. O. Slosman and C. Pichard (2001). "Fat-free and fat mass percentiles in 5225 healthy subjects aged 15 to 98 years." Nutrition **17**(7-8): 534-541.

Kyle, U. G., A. Morabia, D. O. Slosman, N. Mensi, P. Unger and C. Pichard (2001). "Contribution of body composition to nutritional assessment at hospital admission in 995 patients: a controlled population study." British Journal of Nutrition **86**(06): 725-731.

Kyle, U. G., M. Pirlich, T. Schuetz, H. J. Luebke, H. Lochs and C. Pichard (2003). "Prevalence of malnutrition in 1760 patients at hospital admission: a controlled population study of body composition." Clin Nutr **22**(5): 473-481.

Lavie, C. J., R. V. Milani and H. O. Ventura (2009). "Obesity and Cardiovascular Disease: Risk Factor, Paradox, and Impact of Weight Loss." Journal of the American College of Cardiology **53**(21): 1925-1932.

Lawson, J. A., R. Lazarus and J. J. Kelly (2001). "Prevalence and prognostic significance of malnutrition in chronic renal insufficiency." J Ren Nutr **11**(1): 16-22.

Leavey, S. F., K. McCullough, E. Hecking, D. Goodkin, F. K. Port and E. W. Young (2001). "Body mass index and mortality in 'healthier' as compared with 'sicker' haemodialysis patients: results from the Dialysis Outcomes and Practice Patterns Study (DOPPS)." Nephrol Dial Transplant **16**(12): 2386-2394.

Manson, J. E., M. J. Stampfer, C. H. Hennekens and W. C. Willett (1987). "Body weight and longevity: A reassessment." JAMA **257**(3): 353-358.

McWhirter, J. P. and C. R. Pennington (1994). "Incidence and recognition of malnutrition in hospital." BMJ **308**(6934): 945-948.

Meijers, J. M., M. A. van Bokhorst-de van der Schueren, J. M. Schols, P. B. Soeters and R. J. Halfens (2010). "Defining malnutrition: mission or mission impossible?" Nutrition **26**(4): 432-440.

Newman, A. B., J. S. Lee, M. Visser, B. H. Goodpaster, S. B. Kritchevsky, F. A. Tylavsky, M. Nevitt and T. B. Harris (2005). "Weight change and the conservation of lean mass in old age: the Health, Aging and Body Composition Study." Am J Clin Nutr **82**(4): 872-878; quiz 915-876.

Newman, A. B., D. Yanez, T. Harris, A. Duxbury, P. L. Enright, L. P. Fried and G. for the Cardiovascular Study Research (2001). "Weight Change in Old Age and its Association with Mortality." Journal of the American Geriatrics Society **49**(10): 1309-1318.

Noori, N., C. P. Kovesdy, R. Dukkipati, Y. Kim, U. Duong, R. Bross, A. Oreopoulos, A. Luna, D. Benner, J. D. Kopple and K. Kalantar-Zadeh (2010). "Survival predictability of lean and fat mass in men and women undergoing maintenance hemodialysis." Am J Clin Nutr **92**(5): 1060-1070.

nutritionDay worldwide (2006). "NutritionDay in European Hospitals." Internet: www.nutritionday.org (Stand: 20.2.2014, 2014)

Okorodudu, D. O., M. F. Jumean, V. M. Montori, A. Romero-Corral, V. K. Somers, P. J. Erwin and F. Lopez-Jimenez (2010). "Diagnostic performance of body mass index to identify obesity as defined by body adiposity: a systematic review and meta-analysis." Int J Obes (Lond) **34**(5): 791-799.

Oreopoulos, A., R. Padwal, K. Kalantar-Zadeh, G. C. Fonarow, C. M. Norris and F. A. McAlister (2008). "Body mass index and mortality in heart failure: a meta-analysis." Am Heart J **156**(1): 13-22.

Pirlich, M., T. Schutz, K. Norman, S. Gastell, H. J. Lubke, S. C. Bischoff, U. Bolder, T. Frieling, H. Guldenzoph, K. Hahn, K. W. Jauch, K. Schindler, J. Stein, D. Volkert, A. Weimann, H. Werner, C. Wolf, G. Zurcher, P. Bauer and H. Lochs (2006). "The German hospital malnutrition study." Clin Nutr **25**(4): 563-572.

Pirlich, M. S. A., Müller M.J. (2003). "DGEM-Leitlinie Enterale Ernährung: Ernährungsstatus." Aktuel Ernaehr Med **28**(Supplement 1): 10-25.

Pischon, T., H. Boeing, K. Hoffmann, M. Bergmann, M. B. Schulze, K. Overvad, Y. T. van der Schouw, E. Spencer, K. G. M. Moons, A. Tjønneland, J. Halkjaer, M. K. Jensen, J. Stegger, F. Clavel-Chapelon, M.-C. Boutron-Ruault, V. Chajes, J. Linseisen, R. Kaaks, A. Trichopoulou, D. Trichopoulos, C. Bamia, S. Sieri, D. Palli, R. Tumino, P. Vineis, S. Panico, P. H. M. Peeters, A. M. May, H. B. Bueno-de-Mesquita, F. J. B. van Duijnhoven, G. Hallmans, L. Weinehall, J. Manjer, B. Hedblad, E. Lund, A. Agudo, L. Arriola, A. Barricarte, C. Navarro, C. Martinez, J. R. Quirós, T. Key, S. Bingham, K. T. Khaw, P. Boffetta, M. Jenab, P. Ferrari and E. Riboli (2008). "General and abdominal adiposity and risk of death in Europe." N Engl J Med **359**(20): 2105-2120.

Prospective Studies Collaboration (2009). "Body-mass index and cause-specific mortality in 900 000 adults: collaborative analyses of 57 prospective studies." The Lancet **373**(9669): 1083-1096.

Roh, L., J. Braun, A. Chioloro, M. Bopp, S. Rohrmann, D. Faeh and f. t. S. N. C. S. Group (2014). "Mortality risk associated with underweight: a census-linked cohort of 31,578 individuals with up to 32 years of follow-up." BMC Public Health **14**(1): 371.

Romero-Corral, A., V. M. Montori, V. K. Somers, J. Korinek, R. J. Thomas, T. G. Allison, F. Mookadam and F. Lopez-Jimenez (2006). "Association of bodyweight with total mortality and with cardiovascular events in coronary artery disease: a systematic review of cohort studies." Lancet. **368**(9536): 666-678.

Romero-Corral, A., V. K. Somers, J. Sierra-Johnson, Y. Korenfeld, S. Boarin, J. Korinek, M. D. Jensen, G. Parati and F. Lopez-Jimenez (2010). "Normal weight obesity: a risk factor for cardiometabolic dysregulation and cardiovascular mortality." Eur Heart J **31**(6): 737-746.

Rothman, K. J. Epidemiology : an introduction. Oxford University Press, New York, NY, 2012.

Russell, C. and M. Elia (2011). Nutrition screening survey in the UK and Republic of Ireland in 2010. Worcester, BAPEN.

Sanagou, M., R. Wolfe, A. Forbes and C. M. Reid (2012). "Hospital-level associations with 30-day patient mortality after cardiac surgery: a tutorial on the application and interpretation of marginal and multilevel logistic regression." BMC Medical Research Methodology **12**: 28-28.

Saunders, J. and T. Smith (2010). "Malnutrition: causes and consequences." Clin Med **10**(6): 624-627.

Schindler, K., E. Pernicka, A. Laviano, P. Howard, T. Schütz, P. Bauer, I. Grecu, C. Jonkers, J. Kondrup, O. Ljungqvist, M. Mouhieddine, C. Pichard, P. Singer, S. Schneider, C. Schuh, M. Hiesmayr and N. A. Team (2010). "How nutritional risk is assessed and managed in European hospitals: a survey of 21,007 patients findings from the 2007-2008 cross-sectional nutritionDay survey." Clin Nutr **29**(5): 552-559.

Scott, A. (2008). "Screening for malnutrition in the community: the MUST tool." Br J Community Nurs **13**(9): 406, 408, 410-402.

Skrondal, A. and S. Rabe-Hesketh (2003). "Some applications of generalized linear latent and mixed models in epidemiology: repeated measures, measurement error and multilevel modeling." Norsk epidemiologi **13**(2).

Soeters, P. B., P. L. Reijven, M. A. van Bokhorst-de van der Schueren, J. M. Schols, R. J. Halfens, J. M. Meijers and W. G. van Gemert (2008). "A rational approach to nutritional assessment." Clin Nutr **27**(5): 706-716.

Statistik Austria (2010). "Body Mass Index 2006/2007." Internet: http://www.statistik.at/web_de/statistiken/gesundheit/gesundheitsdeterminanten/bmi_body_mass_index/ (Stand: 02.03., 2015)

Steen, B. (1988). "Body Composition and Aging." Nutr Rev **46**(2): 45-51.

Stevens, J., Juhaeri and J. Cai (2001). "Changes in body mass index prior to baseline among participants who are ill or who die during the early years of follow-up." Am J Epidemiol **153**(10): 946-953.

Suttman, U., J. Ockenga, O. Selberg, L. Hoogestraat, H. Deicher and M. J. Muller (1995). "Incidence and prognostic value of malnutrition and wasting in human immunodeficiency virus-infected outpatients." J Acquir Immune Defic Syndr Hum Retrovirol **8**(3): 239-246.

Uretsky, S., F. H. Messerli, S. Bangalore, A. Champion, R. M. Cooper-Dehoff, Q. Zhou and C. J. Pepine (2007). "Obesity paradox in patients with hypertension and coronary artery disease." Am J Med **120**(10): 863-870.

Van Cutsem, E. and J. Arends (2005). "The causes and consequences of cancer-associated malnutrition." European Journal of Oncology Nursing **9, Supplement 2(0)**: S51-S63.

Vestbo, J., E. Prescott, T. Almdal, M. Dahl, B. G. Nordestgaard, T. Andersen, T. I. A. Sørensen and P. Lange (2006). "Body Mass, Fat-Free Body Mass, and Prognosis in Patients with Chronic Obstructive Pulmonary Disease from a Random Population Sample." American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine **173(1)**: 79-83.

Visser, M., B. H. Goodpaster, S. B. Kritchevsky, A. B. Newman, M. Nevitt, S. M. Rubin, E. M. Simonsick and T. B. Harris (2005). "Muscle mass, muscle strength, and muscle fat infiltration as predictors of incident mobility limitations in well-functioning older persons." J Gerontol A Biol Sci Med Sci **60(3)**: 324-333.

Waitzberg, D. L., W. T. Caiaffa and M. I. T. D. Correia (2001). "Hospital malnutrition: the Brazilian national survey (IBRANUTRI): a study of 4000 patients." Nutrition **17(7)**: 573-580.

White, J. V., P. Guenter, G. Jensen, A. Malone and M. Schofield (2012). "Consensus statement of the Academy of Nutrition and Dietetics/American Society for Parenteral and Enteral Nutrition: characteristics recommended for the identification and documentation of adult malnutrition (undernutrition)." J Acad Nutr Diet **112(5)**: 730-738.

WHO (1995). "Physical status: the use and interpretation of anthropometry. Report of a WHO Expert Committee." World Health Organ Tech Rep Ser **854**: 1-452.

WHO (2000). "Obesity: preventing and managing the global epidemic. Report of a WHO consultation." World Health Organ Tech Rep Ser **894**: i-xii, 1-253.

WHO (2013). "Obesity and Overweight.", Internet: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs311/en/> (Stand: 12.01.2015)

Witassek, F., M. Schwenkglenks, P. Erne and D. Radovanovic (2014). "Impact of Body Mass Index on mortality in Swiss hospital patients with ST-elevation myocardial infarction: does an obesity paradox exist?" Swiss Med Wkly **144**: w13986.

Zou, K. H., A. J. O'Malley and L. Mauri (2007). "Receiver-Operating Characteristic Analysis for Evaluating Diagnostic Tests and Predictive Models." Circulation **115(5)**: 654-657.

11 Lebenslauf

Persönliche Daten

Name: Teresa Spreitzer
Geburtsdatum: 13.02.1986
e-mail: teresa.spreitzer@gmx.at

Ausbildung:

04/2011 – 03/2015 **Masterstudium Ernährungswissenschaften, Universität Wien, Wien.** Spezialisierung: Public Health Nutrition
02/2012 – 06/2012 **Erasmus Auslandssemester (Public Health Epidemiology), Karolinska Institutet, Stockholm.**
10/2007 – 04/2011 **Bakkalaureatsstudium Ernährungswissenschaften, Universität Wien, Wien.**
09/2000 – 06/2004 **Bundesoberstufenrealgymnasium mit Schwerpunkt Sport, Wr. Neustadt.** Reifeprüfung am 18. Juni 2004

Berufserfahrung:

10/2012 - 02/2015 **Tutorin, Department für Ernährungswissenschaften, Universität Wien, Wien.**
03/2014 - 12/2014 **Wissenschaftliche Mitarbeiterin, Ludwig Boltzmann Institute für COPD und Pneumologische Epidemiologie, Wien**
12/2009 - 01/2012 **Laborantin, Symrise Vertriebs GmbH, Wien.**
05/2010 - 07/2010 **Labormitarbeiterin, Konrad Lorenz Institute for Ethology, Wien.**
04/2007 - 01/2008 **Chemisch-Technische-Assistentin, Gregor Mendel Institut, Wien.**
09/2004 - 04/2007 **Chemisch-Technische-Assistentin, Department für Chromosomenbiologie, Universität Wien, Wien**

Praktika:

11/2013 - 12/2013 **nutritionDay worldwide, Medizinische Universität Wien, Wien.**
09/2013 - 10/2013 **Institut für Sozialmedizin, Zentrum für Public Health, Medizinische Universität Wien, Wien.**
02/2013 - 03/2013 **Institut für Sportwissenschaften, Universität Wien, Wien.**
06/2012 - 06/2012 **European Population Conference 2012, Stockholm.**
07/2009 - 08/2009 **Pensionsversicherungsanstalt, SKA-RZ Hohegg, Grimmenstein.**