Modifikation des Risikoprofils durch Adipositas in der Herzchirurgie

- Hat Adipositas ein isoliertes Risiko für Patienten nach einer Herzoperation?

Inaugural – Dissertation
zur Erlangung des Grades eines Doktors der Humanmedizin
des Fachbereichs Medizin
der Justus-Liebig-Universität Gießen

vorgelegt von Woll, Eva-Maria
aus Neunkirchen Saar

Gießen (2024)

Modifikation des Risikoprofils durch Adipositas in der Herzchirurgie

- Hat Adipositas ein isoliertes Risiko für Patienten nach einer Herzoperation?

Inaugural – Dissertation
zur Erlangung des Grades eines Doktors der Humanmedizin
des Fachbereichs Medizin
der Justus-Liebig-Universität Gießen

vorgelegt von Woll, Eva-Maria
aus Neunkirchen Saar

Gießen (2024)

Aus dem Fachbereich Medizin der Justus-Liebig-Universität Gießen
Abteilung für Herz-, Kinderherz und Gefäßchirurgie
Leitung: Prof. Dr. Andreas Böning

Gutachter: Prof. Dr. med. Bernd Niemann
Gutachter: Prof. Dr. med. Andreas Schäffler
Betreuer: Prof. Dr.med. Bernd Niemann

Tag der Disputation: 13.06.2024

Für

EMMA

Inhaltsverzeichnis

1 EINLEITUNG 1

1.1 Definition von Adipositas 1

1.2 Ursachen von Übergewicht und Adipositas 1

1.3 Klassifizierungsarten des Fettgewebes 2

1.4 Pathophysiologie Fettgewebe 3

1.5 Das metabolische Syndrom 3

1.6 Mortalität und Lebenserwartung 3

1.7 Adipositas-Paradoxon 4

1.8 Bedeutung und Messverfahren 5
1.8.1 Body-Mass-Index 6
1.8.2 Taillenumfang 6
1.8.3 Waist-to-Hip-Ratio 7

2 ZIEL DER ARBEIT 8

3 MATERIAL UND METHODEN 9

3.1 Studiendesign und Ethikvotum 9

3.2 Patientendaten 9

3.3 Art der Operation 10

3.4 Methodik 11
3.4.1 Fragebogen 11

4 STATISCHE ANALYSE 12

5 ERGEBNISSE 14

5.1 BMI-Klassen 14

5.2 Kardiovaskuläre Risikofaktoren der Kohorte 15

5.3 Vorerkrankungen der Patienten 17

5.4 Präoperative Interventionen 20

5.5 Klassifizierung der verschiedenen Herzoperationen in BMI-Subgruppen 20

5.6 Ergebnisse der Waist-to-Hip Ratio 21

5.7 Laborparameter nach BMI-Klassen 23

5.8 Blutdruckwerte nach BMI-Klassen 24

5.9 Krankenhausverweildauer und Intensivaufenthalt 25
5.9.1 Krankenhausverweildauer 25
5.9.2 Intensivaufenthalt 26
5.9.3 Beatmungsstunden 27

5.10 Postoperative Komplikationen 28
5.10.1 Schrittmacher 28
5.10.2 Pneumothorax 29
5.10.3 Pneumonie 30
5.10.4 Pleuraerguss 31
5.10.5 Perikarderguss 32
5.10.6 Vorhofflimmern 33
5.10.7 Intraaortale Ballonpumpe 34
5.10.8 Reanimation 35
5.10.9 Tod 36

5.11 Auswertung Morbiditäts- und Lebensqualitäts-Fragebogen nach einem Monat vs. sechs Monaten 37
5.11.1 Postoperative Kardiologie 37
5.11.2 Postoperativer Herzinfarkt 38
5.11.3 Postoperative Rhythmusstörungen 39
5.11.4 Postoperative Dialysepflicht 40
5.11.5 Belastbarkeit 41
5.11.6 Dyspnoe 42
5.11.7 Gesundheitszustand 43
5.11.8 Gesundheitszustand im Trend 44
5.11.9 Postoperativer Apoplex 46
5.11.10 Empfehlung für eine Herz-Operation 47
5.11.11 Erneute Herzoperation 48
5.11.12 Tod 49

5.12 Prä- und postoperative Eingriffe im Vergleich 50
5.12.1 Belastbarkeit der verschiedenen BMI-Gruppen im zeitlichen Verlauf 50
5.12.2 Belastbarkeit prä- zu postoperativ 51
5.12.3 Dyspnoe in den verschiedenen BMI-Gruppen und im zeitlichen Verlauf 56
5.12.4 Dyspnoe prä- zu postoperativ 57

6 DISKUSSION 62

6.1 Präoperative Daten 63
6.1.1 Patientendaten 63

6.2 Vorerkrankungen und metabolisches Syndrom 64
6.2.1 Präoperative Laborparameter 66

6.3 Art der OP und Mortalität 67

6.4 Postoperativ 68
6.4.1 Krankenhaustage, Intensivaufenthalt und postoperative Komplikationen .. 68

6.5 Fragebogen 69

6.6 Anthropometrische Mittel 73
6.6.1 Adipositas Paradoxon 73

7 ZUSAMMENFASSUNG 76

8 ABSTRACT 78

8.1 Deutsche Version 78

8.2 Englische Version 79

9 LITERATURVERZEICHNIS 80

10 ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS 89

11 ABBILDUNGSVERZEICHNIS 90

12 TABELLENVERZEICHNIS 92

13 ERKLÄRUNG 93

14 DANKSAGUNG 94

1 Einleitung

1.1 Definition von Adipositas

Adipositas wird von der Fachgesellschaft definiert, als eine Vermehrung der Körpermaße, die über das Normalmaß hinausgeht (Deutsche Adipositas Gesellschaft (DAG) e.V.). Ein Bericht der Weltgesundheitsorganisation mit Zahlen aus dem Jahr 2016 stuft 1,9 Milliarden Menschen weltweit als übergewichtig und 650 Millionen als adipös ein. Geschlechtsspezifisch handelt es sich dabei um 39 % der volljährigen Frauen und 40 % der volljährigen Männer. Der Body-Mass-Index (BMI) dient hierbei als Klassifizierungssystem und wird gemessen in kg/m^2.
Im Zeitraum von 1975 bis 2016 hat sich die weltweite Prävalenz nahezu verdreifacht (Weltgesundheitsorganisation, 2021). Dadurch wird das öffentliche Gesundheitssystem in Europa vor eine immense Herausforderung gestellt (Maurer, 2016). Mittlerweile ist Adipositas mit jährlich 2,8 Millionen Todesfällen laut der Weltgesundheitsorganisation (WHO) die fünfthäufigste Todesursache weltweit im Erwachsenenalter (Leung et al., 2017). Adipositas gilt zudem als einer der Hauptrisikofaktoren für die Entstehung von Herz-Kreislauf-Erkrankungen und die damit verbundene Morbidität und Mortalität. Außerdem steht es im Zusammenhang mit der Entstehung von Diabetes Mellitus und einigen Krebserkrankungen (Rey-López et al., 2014).

1.2 Ursachen von Übergewicht und Adipositas

Die Ätiologie von Übergewicht und Adipositas ist multifaktoriell. Sie lässt sich durch psychosoziale Faktoren klassifizieren, die sich durch einen niedrigen ökonomischen Status, einen Lebenswandel mit ungenügender Bewegung und eine Fehlernährung auszeichnen. Die Deutsche Gesellschaft für Ernährung hat in ihren Veröffentlichungen folgende Richtwerte für eine gesunde und ausreichende Nährstoffzusammensetzung festgelegt: Der tägliche Kalorienbedarf soll aus 60 % Kohlenhydraten, 30 % Fetten und 10 % Proteinen gedeckt werden. Eine erhöhte Zufuhr von Fett führt unabhängig der Gesamtaufnahme zur Entstehung von Übergewicht, das im weiteren Verlauf in Adipositas münden kann (Deutsche Adipositas-Gesellschaft (DAG) e.V. et al., 2014). Weitere Faktoren sind biologische Aspekte, worunter familiäre Disposition und genetische Ursachen fallen. Umweltbedingt werden oft Stress und Schlafmangel als Faktoren aufgeführt (Deutsche Adipositas-Gesellschaft (DAG) e.V. et al., 2014).

1.3 Klassifizierungsarten des Fettgewebes

Um das Ausmaß von Übergewicht und Adipositas genauer definieren zu können, reicht der BMI-Wert nicht aus. Alter, Geschlecht, Fettverteilung und Fettzusammensetzung müssen mitbeurteilt werden. Fettgewebe gehört histologisch zum retikulären Bindegewebe und besteht aus einzelnen Fettzellen, den Adipozyten. Es ist ein metabolisch aktives Organ und besitzt die Fähigkeit, große Mengen an Fetten und Fettsäuren an verschiedenen Stellen im Körper einzulagern. Unterteilen lässt sich dieses Gewebe in zwei verschiedene Arten: in univakuoläres Fettgewebe, welches auch als weißes Fettgewebe bezeichnet wird, und plurivakuoläres Fettgewebe, dem sogenannten braunen Fettgewebe. Funktionell ist weißes Fettgewebe äußerst stoffwechselaktiv, vor allem in der Bauchregion. Es dient als Fettspeicher für Neutralfette, erfüllt Schutz- und Füllfunktionen und bietet einen Kälteschutz. Braunes Fettgewebe kommt vorrangig bei Neugeborenen vor und dient der Thermoregulation. Im Verlauf der Entwicklung verringert sich sein Anteil auf ungefähr 10 %, sodass der adulte Körper letztendlich zu 90 % aus weißem Fettgewebe besteht (Merkel et al., 2019). Es ist möglich, weißes Fettgewebe in braunes umzuwandeln.

Ernährungsbedingt lagert sich Speicherfett in den Adipozyten ab; wird mehr Nahrung zugeführt als der Körper benötigt, hypertrophieren die Adipozyten. Eine weitere Zuführung von überschüssigen Kalorien begünstigt eine Hyperplasie der Zellen (Iwen et al., 2011).

Anatomisch unterteilt sich das Gewebe in subkutane- und viszerale Fettdepots. Die jeweilige Verteilung ist alters- und geschlechtsabhängig: Männer neigen mit 10–20 % zu viszeralem Fett, Frauen zu 5–8 %. Der Anteil steigt bei beiden Geschlechtern mit dem Alter. Viszerales Fett (engl. visceral adipose tissue = VAT) kommt vor allem in der Bauchhöhle vor, während subkutanes Fettgewebe (engl. subcutaneous adipose tissue = SCAT) in der Subkutis liegt und mit 80 % die meisten Kompartimente des Körpers bedeckt (Shen et al., 2012).

Eine androide Fettverteilung, der sogenante Apfeltyp, bildet das viszerale Fettgewebe. Diese Form findet sich laut Wissenschaft vorwiegend bei Männern und ist mit einem erhöhten kardiovaskulären Risiko verbunden. Bei Frauen wird von einer gynoiden Fettverteilung (Birnentyp) gesprochen. Das Fettgewebe sammelt sich vor allem in der Gluteal- und Hüftregion an. Diese Verteilung wird als prognostisch günstiger angesehen. Beide Formen können beim jeweils anderen Geschlecht auftreten (Schleinitz et al., 2014). „Fett“ und „Fettgewebe“ sind dabei nicht synonym zu verwenden. Der Begriff „Fett“ wird von der WHO zur Risikoeinschätzung bezüglich Adipositas verwendet. Das „Fettgewebe“ hingegen ist ein endokrines Organ, welches zahlreiche Stoffwechselprozesse reguliert (Blüher, 2014).

1.4 Pathophysiologie Fettgewebe

Das Fettgewebe besteht aus 80 % Lipiden. Die restlichen Anteile bilden Wasser, Peptide und Mineralstoffe. Funktional ist es in der Lage, verschiedene Peptithormone zu produzieren. Diese werden als Adipokine bezeichnet. Sie fungieren als Botenstoffe und stellen Kontakt zu anderen Gewebetypen her. Leptin gilt als eines der erstbeschriebenen Adipokine.
Eine Steigerung der Fettmasse führt zur Modulation der Produkton von Adipokinen. Physiologisch reguliert dieses Hormon den Appetit, die Sättigung, die Endothelfunktion, die Hämostase, den Blutdruck und die Insulinsensititvität. Adipositas führt zu einer Störung der Produktion und steigert das Risiko für die Entstehung einer Insulinresistenz, die in einen Diabetes Mellitus Typ 2 müden kann. Weitere Folgen können die Entstehung von Bluthochdruck, einer endotheliale Dysfunktion oder dem metabolischen Syndrom sein (Blüher, 2014).

1.5 Das metabolische Syndrom

Das metabolische Syndrom ist mittlerweile eine häufige Stoffwechselstörung. Es handelt sich dabei um eine Kombination aus stammbetonter Adipositas, einem Taillenumfang von mehr als 80 cm bei Frauen und von mehr als 94 cm bei Männern, gepaart mit zwei der folgenden vier Faktoren: (1) einer erhöhten Triglyceridämie (≥ 150 mg/dL), (2) einem niedrigeren HDL-Cholesterin (bei Frauen unter 50 mg/dL, bei Männern kleiner 40 mg/dL), (3) einem systolischen Bluthochdruck > 130 mmHg oder diastolisch > 80 mmHg, und (4) die Nüchternblutzuckerwerte müssen über 100 mg/dL sein oder ein Diabetes Mellitus Typ 2 sollte diagnostiziert sein. Studien belegen Übergewicht als unabhängigen Risikofaktor für die Entstehung von kardiovaskulären Erkrankungen (Després, 2006).

1.6 Mortalität und Lebenserwartung

Die Mortalität in Bezug auf Übergewicht und Adipositas wurde in den folgenden Studien untersucht. Eine Studie des The New England Journal of Medicine mit dem Titel „Body-Mass-Index and Mortal among 1.46 Million White Adults“ verglich die Hazard Ratios zwischen der Referenzgruppe mit einem BMI zwischen 22,5 bis 24,9 kg/m^2 und Gruppen mit einem höherem BMI-Werten. Die Untersuchung stellte eine Kausalität zwischen Übergewicht und Adipositas mit einer erhöhten Gesamtmortalität fest und benannte einen BMI-Bereich zwischen 20,0 und

24,9 kg/m^2 als optimalen Wert in Bezug auf die Gesamtmortalitä (Berrington de Gonzalez et al., 2010).

Die Metaanalyse „Body-mass Index and cause-specific mortality in 900 000 adults: collaborative analyses of 57 prospective studies“ , veröffentlicht im Jahr 2009 im Fachmagazin The Lancet, bestätigt die Korrelation zwischen BMI und Mortalität und untersucht die Auswirkungen auf die mittlere Überlebenszeit. Die Ergebnisse betonen eine niedrige Mortalität in der BMI-Gruppe 22,5 bis 25 kg/m^2 bei beiden Geschlechtern. Wurde eine Abweichung des optimalen BMI-Wert von 22,5 bis 25 kg/m^2 um 5 kg/m^2 in der Studie erfasst, so stieg das Mortalitätsrisiko durchschnittlich um 30 %. In der Studie wurden Gefäßerkrankungen mit 40 Prozent zu einem Großteil als Ursache der progressiven Übersterblichkeit bei Überschreiten des optimalen BMI´s genannt. Ein BMI von 30–35 kg/m^2 verkürzt die mittlere Überlebenszeit um zwei bis vier Jahre. Am dramatischsten sind die Auswirkungen auf die Gruppe von Menschen mit einem BMI von 40–45 kg/m^2, deren Leben im Schnitt um acht bis zehn Jahre verkürzt wurde (Whitlock et al., 2009).

Eine weitere Studie aus dem Jahr 2016 mit dem Titel „Body-mass index and all-cause mortality: individual- participant- data meta- analysis of 239 prospective studies in four continents” veröffentlicht in The Lancet assozierte Übergewicht und Adipositas mit einer höheren Gesamtmortalität auf vier verschiedenen Kontinenten. Die Primäranalyse betrachtete nur Probanden, die Nie-Raucher ohne Vorerkrankungen waren und mindestens 5 Jahre überlebten um Verzerrungen zu vermeiden (Global BMI Mortality Collaboration et al., 2016).

Die Ergebnisse der Metaanalyse „Association of All-Cause Mortality With Oberweight and Obesity Using Standard Body Mass Index Categories” stimmen mit den obengenannten Studienergebnissen in Bezug auf die Mortalität zwischen allen Graden der Adipositas im Vergleich zum Normalgewicht überein, allerdings liefern ihre Daten eine signifikant niedrigere Gesamtmortalität bei Probanden mit Übergewicht (Mahmood et al., 2014). Diese Erkenntnis wurden von anderen Forschern untersucht und unter dem Begriff „Adipositas-Paradoxon“ (*obesity paradox)* zusammengefasst.

1.7 Adipositas-Paradoxon

Die Framingham-Herz-Studie (Mahmood et al., 2014) beschreibt sehr ausführlich schon seit 1948 einen Zusammenhang zwischen Übergewicht/Adipositas als Risikofaktor für eine erhöhte

Mortalität bei Patienten mit Erkrankungen des Herz-Kreislaufsystems. Diese These wurde von Autoren in zahlreichen Studien infrage gestellt. Ihre Forschungsergebnisse zeigten, dass Übergewicht ein protektiver Faktor für das Überleben bei chronischen Krankheiten oder Patienten mit Herz-Kreislauf-Leiden ist. Diese These wurde als „Obesity Paradoxon“ bezeichnet (Vaduganathan et al., 2012) (Amundson et al., 2010; Carbone et al., 2019; Csige et al., 2018).
Mehrere relevante Aspekte finden im Kontext mit dem Adipositas-Paradoxon oftmals weniger Beachtung. In der Regel werden bei adipösen Patienten relevante Herz-Kreislauf-Erkrankungen früher diagnostiziert und aggressiver therapiert als bei Normosomen (Akin et al., 2012).
Das Patientenalter spielt eine große Rolle, im Schnitt sind Patienten mit Übergewicht oder Adipositas jünger als Patienten mit einem normalen BMI mit einer ähnlichen Krankheitsgeschichte (Niemann et al., 2011).
Das Verhältnis zwischen Adipositas und dem Langzeitüberleben stellt sich als eine U-förmige Kurve dar. Die Sterblichkeit steigt bei extremen BMI-Werten sowohl in Richtung Untergewicht als auch bei starkem Übergewicht vermehrt an (Habbu et al., 2006). Ein erhöhter Serumlipoproteinspiegel, der mit Adipositas vergesellschaftet sein kann, ermöglicht eine Neutralisierung von bakteriellen Toxinen und zirkulierenden Zytokinen.

1.8 Bedeutung und Messverfahren

Verschiedene Messmethoden erlauben eine Klassifikation von Übergewicht und Adipositas. Sie haben einen hohen Stellenwert im klinischen Setting oder in der Wissenschaft. Einheitliche Verfahren erlauben es, verschiedene Sachverhalte signifikant miteinander zu vergleichen. Für die nicht-invasive Diagnostika von Fettleibigkeit und zur Risikoeruierung sind der Body-Mass-Index (BMI), die Waist-to-Hip-Ratio (WHR) oder die Messung des Bauchumfangs gedacht (Gažarová et al., 2019).
Trotz aller Einheitlichkeit darf man den Aspekt der Individualität eines jeden Menschen nicht außer Acht lassen. Das Verteilungsmuster der Körpermasse und die Art des Köperfettes spielen eine wichtige Rolle in Bezug auf das metabolische und kardiovaskuläre Risiko (Deutsche Adipositas-Gesellschaft (DAG) e.V. et al., 2014) (Zylka-Menhorn, 2008). In der Framing-Heart-Studie wurden acht verschiedene Fettdepots im menschlichen Körper an verschiedenen anatomischen Stellen untersucht. Ein erhöhtes Risiko für kardiometabolische Ereignisse entsteht durch eine vermehrte Ansammlung von viszeralem Fettgewebe. Subkutanes Fettgewebe erfüllt vorrangig Schutzfunktionen und reagiert auf Temperaturschwankungen. Die metabolische Aktivität ist gering und weniger risikobehaftet (Lee et al., 2018).

1.8.1 Body-Mass-Index

Der Body-Mass-Index (BMI), welcher nach seinem Entwickler auch als Quetele-Index bezeichnet wird, fungiert als Maß für den Ernährungszustand bei Erwachsen. Er ist definiert „als das Gewicht einer Person in Kilogramm dividiert durch das Quadrat der Körpergröße der Person in Metern (kg/m^2)“ (World Health Organization Europe). Übergewicht liegt vor bei einem BMI zwischen 25-29.9 kg/m^2 und Adipositas wird ab einem BMI von über 30 kg/m^2 in verschiedene Schweregrade eingeteilt. Die Klassifizierung in sechs Gruppen spiegelt die Korrelation von BMI zu dem Risiko für zahlreiche kardiovaskuläre oder metabolische Erkrankungen wider.

Tabelle 1

Klassifikation von Adipositas bei Erwachsenen nach BMI

Kategorie	*BMI in kg/m^2*	*Risiko für Folgeerkrankungen*
Untergewicht	< 18,5	niedrig
Normalgewicht	18,6-24,9	durchschnittlich
Übergewicht	25-29,9	gering erhöht
Adipositas Grad I	30-34,9	erhöht
Adipositas Grad II	35-39,9	hoch
Adipositas Grad III	≥ 40	sehr hoch

Anmerkung: in Anlehnung an die Definition der WHO 2000 und der aktuellen Leitlinie (Deutsche Adipositas-Gesellschaft (DAG) e.V. et al., 2014)

Der Vorteil des Body-Mass-Index liegt in seiner Einfachheit, sodass die Weltgesundheitsorganisation ihn als anthropometrisches Standardinstrument verwendet. Eine eingeschränkte Aussagekraft ist Resultat seiner Primitivität, denn Parameter wie Alter, Geschlecht und die Köperzusammensetzung werden nicht individuell berücksichtigt (Fauziana et al., 2016). Fettleibigkeit wird dadurch nicht zuverlässig detektiert, da der Body-Mass-Index keinen Unterschied zwischen einem hohen Fettanteil, einem hohen Muskelanteil oder einem hohen Magermassewert bei einzelnen Personen feststellen kann (Woo et al., 1998). Um einige dieser Parameter berücksichtigen zu können, wurden im Laufe der Zeit zusätzliche Messinstrumente wie etwa der Taillenumfang oder die Waist-to-Hip-Ratio entwickelt und in den klinischen Alltag etabliert.

1.8.2 Taillenumfang

Metabolische Folgen der Adipositas lassen sich mit der Messung des Taillenumfangs präziser als nur mit der BMI-Klassifikation darstellen. Am stehenden Patienten wird in Atemmittellage

mittels Messband auf Höhe zwischen Rippenunterrand und oberem Rippenkamm der Umfang bestimmt (Herperz et al., 2015). Übersteigt der Umfang bei Frauen 88 cm und bei Männern 102 cm, spricht man von abdomineller (viszeraler) Adipositas und es besteht ein deutlich erhöhtes Risiko für Adipositas-assoziierte metabolische Komplikationen (Deutsche Adipositas-Gesellschaft (DAG) e.V. et al., 2014).

Tabelle 2

Risikowerte des Taillenumfang von Männern und Fragen

Risiko für metabolische/kardi-ovaskuläre Folgen	*Männer*	*Frauen*
erhöht	*≥ 94 cm*	*≥ 80 cm*
deutlich erhöht	*≥ 102 cm*	*≥ 88 cm*

Anmerkung: Anlehnung an „Handbuch Essstörungen und Adipositas Springer Medizin 215“ (Herperz et al., 2015)

1.8.3 Waist-to-Hip-Ratio

Die Waist-to-Hip-Ratio (WHR) ergänzt den Taillenumfang um den Hüftumfang. Damit ist die WHR dem BMI bezüglich der Vorhersagekraft des kardiovaskulären Risikos im Kontext mit zentraler Adipositas überlegen. Erklären lässt sich dies durch den Zusammenhang der Fettverteilung und dem damit verbundenen gestörten Stoffwechsel. Eine Ansammlung von Fett am Bauch vermindert die Glukosetoleranz und Insulinsensitivität des Körpers und wirkt sich ungünstig auf das Lipidprofil aus. Diese Faktoren begünstigen die Entstehung von kardiovaskulären Risikofaktoren und fördern Adipositas (Huxley et al., 2010). Gemessen werden die Werte für den Taillenumfang an der schmalsten Stelle des Bauches zwischen der letzten Rippe und der höchsten Stelle des Darmbeinkammes. Der horizontale maximale Umfang des Gefäßes stellt den Hüftumfang dar. Aus beiden Werten wird dann der Quotient gebildet und das Verhältnis ist ohne Einheit interpretierbar (Neuhauser et al., 2013).

Tabelle 3

Waist to Hip Ration mit Gesundheitsrisiko bei Männern und Frauen

Gesundheitsrisiko	*Frauen in cm*	*Männer in cm*
niedrig	≤ 0, 80	≤ 0, 95
mittelgradig	0,81-0,85	0,96-0,99
hoch	≥ 0,86	≥ 1,0

Anmerkung: WHR-Werte in Anlehnung an Fauziana R. et al. „ Body mass index, waist-hip ratio and risk of chronic medical condition in the elderly population: results from the Well-being of the Singapore Elderly (WiSE) Study. BMC Geriatr. 2016 Jun 18“ (Fauziana et al., 2016)

2 Ziel der Arbeit

Übergewicht und Adipositas entwickeln sich mittlerweile zu einer weltweiten Epidemie. Alle Bereiche der medizinischen Versorgung werden dadurch vor neue Herausforderungen gestellt. Aufgrund der steigenden Anzahl an kardiovaskulären Erkrankungen und der damit verbundenen möglichen chirurgischen Intervention wird prognostisch die Fallzahl an übergewichtigen und adipösen Patienten in den nächsten Jahren ansteigen. Ein Zusammenhang zwischen Adipositas und einer damit einhergehenden erhöhten Morbidität und Mortalität ist durchaus gut erforscht. Diese Ergebnisse beziehen sich vermehrt auf die Ursachen der Adipositas und deren Folgeerkrankungen, spezielle Interventionen wie beispielsweise herzchirurgische Eingriffe und deren Verläufe und Risiken werden kaum auf Unterschiede in Bezug auf den BMI berücksichtigt.

In der vorliegenden Arbeit soll ermittelt werden, ob Adipositas als Risikofaktor innerhalb der Herzchirurgie einen signifikanten Einfluss auf die Morbidität oder Mortalität hat. Der postoperative Verlauf nach einer Herzoperation soll bei Patienten in unterschiedlichen BMI-Gruppen gegeneinander verglichen werden. Eine weitere Fragstellung der Arbeit untersucht die Belastbarkeit, die Lebensqualität und Dyspnoe in den jeweiligen BMI-Klassen in einem Follow-up nach jeweils einem Monat und sechs Monate nach dem Eingriff. Die vorliegenden Daten dieser Dissertation untersuchen die Therorie des Adipositas Paradoxons und dem damit beschriebenen Überlebensvorteil von Patienten mit einem höheren BMI.

Das Patientenkollektiv wird an einem Klinikum mit Maximalversorgung durch verschiedene kardiochirurgische Eingriffe versorgt. Der Herzbypass bildet den größten Anteil der Operationen ab, steht aber nicht im Fokus. Die relevanten Daten werden prä- und postoperativ erfasst und nach WHO-Definition in eine von vier BMI-Gruppen eingeteilt. Schlussendlich soll ausgewertet werden, ob es sich um einen isolierten Risikofaktor für dieses Fachgebiet handelt.

3 Material und Methoden

3.1 Studiendesign und Ethikvotum

In einer retrospektiven Datenauswertung, die Daten aus dem Zeitraum vom 01. Januar 2013 bis zum 30. Juni 2014 beinhaltet wurden Daten aus einer prospektiven, monozentrischen und rein deskriptiven Kohortenstudie analysiert. Die Durchführung dieses Projektes (Aktenzeichen 85/11 vom 09.03.2011) wurde durch die Ethik-Kommission der Justus-Liebig-Universität Gießen in ihrer Sitzung am 14.04.2011 genehmigt.

3.2 Patientendaten

Das Patientenkolletiv besteht aus Patienten, die im oben genannten Zeitraum in der Klinik für Herz-, Kinderherz- und Gefäßchirurgie am Universitätsklinikum Gießen aufgrund von herzchirurgischen Operationen stationär behandelt wurden. Ausgeschlossen wurden Schwangere oder Stillende, Notfälle und alle Patienten, die einer Einwilligung in diese Forschungsarbeit nicht zustimmten. Ebenfalls war eine bestehende Infektionskrankheit wie beispielsweise HIV oder Hepatitis ein Ausschlusskriterium.
Patientendaten und operationsbezogene Daten wurden mithilfe des hausinternen Datenverarbeitungssystem KAOS® und der intensivmedizinischen Datenbank IMESO® generiert. Die Anzahl der Patienten betrug 497. Studienrelevante Daten wurden präoperativ und postoperativ erhoben. Zusätzlich erfolgte ein zweimaliges Follow-up nach einem und nach sechs Monaten nach dem stationären Aufenthalt. Dazu wurden die Patienten in einem Telefoninterview mittels einem standardisierten Fragebogen befragt.
Nach digitaler Analyse und Sichtung wurden nachfolgende präoperative Parameter ausgewertet:

- Alter der Patienten
- der Body-Mass-Index
- die Waist-to-Hip-Ratio
- Blutdruckparameter
- Laborparameter (Blutfette, Blutzucker, HbA1c)
- Kardiovaskulären Risiken (Rauchen, Alkohol, Hyperlipoproteinämie)
- relevante Vorerkrankungen (KHK, Myokardinfarkt, Hypertonie, instabile Angina pectoris, Herzrhythmusstörungen, eingeschränkte Linksventrikuläre Funktion)

- frühere herzchirurgische Eingriffe oder Operation am Herzen
- präoperative Dialysepflichtigkeit
- Diabetes Mellitus

Die Daten wurden postoperativ auf Basis der nachfolgenden Kriterien analysiert:

- Mortalität
- Postoperative Komplikationen (Schrittmacher, Pneumothorax, Pneumonie, Pleuraerguss, Perikarderguss, Vorhofflimmern, IABP)
- Reanimation
- Erneute Herzoperation und Empfehlung zur Herzoperation
- Krankenhausaufenthalt (Beatmungsstunden, Krankenhaustage, Intensivtage)
- Lebensqualität (Gesundheitszustand, Belastbarkeit und Dyspnoe präoperativ, nach jeweils 1 Monat und 6 Monaten danach)

Alle oben genannten Parameter wurden nach den durch die WHO festgelegten Kriterien in vier BMI-Gruppen eingeteilt und statistisch analysiert. Aufgrund der statischen Signifikanz wurde keine expliziete Unterteilung zwischen normosomen und untergewichtigen Patienten vorgenommen. In der nachfolgenden Arbeit wird diese Gruppe als normalgewichtig bezeichnet.

3.3 Art der Operation

Die Behandlung sämtlicher Patienten fand am Uniklinikum der Justus-Liebig-Universität in Gießen statt. Die Art der Eingriffe wurde in sechs Operationstechniken klassifiziert.

1. Bypassoperationen am Herzen
2. Aortenklappenoperation
3. Mitralklappenoperation
4. Operationen an der Aorta
5. Kombinationsoperation
6. Sonstige herzchirurgische Eingriffe

3.4 Methodik

3.4.1 Fragebogen

Nach dem stationären Aufenthalt wurden die Patienten in einem Turnus von einem und sechs Monaten im Rahmen eines Follow-ups mittels eines Fragebogens zu ihrer aktuellen Lebenssituation befragt. Berücksichtigt wurde dabei, ob sich die Patienten nach dem stationären Aufenthalt in kardiologischer Behandlung oder anderweitiger stationärer Versorgung befinden, ob sie postoperativ einen Herzinfarkt oder Apoplex erlitten hatten, oder ob Herzrhythmusstörungen auftraten. Eine nachstationäre Dialysepflichtigkeit wurde ebenfalls erfasst. Die postoperative Belastbarkeit und Dyspnoe sollten von den Patienten subjektiv eingeschätzt werden. Der subjektive Gesundheitszustand wurde im Verlauf dokumentiert und evaluiert. Weitere Fragen zielten auf die Empfehlung von Herzoperationen und eine erneute Herzoperation des Patienten ab. Das Kriterium Tod wurde berücksichtig.

4 Statische Analyse

Für die Datenverarbeitung, Auswertung sowie grafische Darstellung wurden die Programme Microsoft Office Excel (Microsoft Corp., USA) und IBM SPSS Statistics (SPSS Inc., USA) verwendet.
Die Präoperativen metrischen Daten wurden mittels Varianzanalyse in vier BMI-Klassen eingeteilt. Analysiert wurde, ob die Verteilung der Basischarakteristika des Patientenkollektivs über die BMI-Gruppen hinweg identisch ist. Dazu wurde ein Kruskal-Wallis-Test durchgeführt. Die Zahl der betrachteten Patienten betrug 497.

Für nicht-metrische präoperative und postoperative Daten wurde der exakte Fisher-Test bzw. Chi-Quadrat-Test auf Verteilungsunabhängigkeit durchgeführt, um die Frage zu beantworten, ob die abhängigen Variablen Einfluss auf die BMI-Gruppen nehmen. Der Fisher-Exakt-Test wird gewählt, wenn die absolute Häufigkeit des Auftretens der abhängigen Variablen in mindestens einer BMI-Gruppe 5 oder weniger beträgt. Andernfalls wird der Chi-Quadrat-Test durchgeführt. Die Zahl der betrachteten Patienten lag zwischen 494 und 497.
Werden in der Varianzanalyse (ANOVA) der postoperativen metrischen Daten signifikante Gruppenunterschiede gefunden, so dient ein Levene-Test zur Überprüfung der Varianzgleichheit. Da diese in keinem Fall vorhanden war, wurden alle Post-hoc-Gruppenvergleiche mittels Games-Howell-Test durchgeführt. Die Zahl der betrachteten Probanden liegt zwischen 488 und 497. Um die Frage zu beantworten, ob sich die genannten abhängigen Variablen innerhalb der einzelnen BMI-Gruppen sowie über alle BMI-Gruppen hinweg im Zeitverlauf von vor der Operation bis zu einem Monat und sechs Monate nach der Operation unterscheiden, wurde eine einfaktorielle Varianzanalyse mit Messwiederholung durchgeführt. Hierzu wurden die betrachteten Stichproben zunächst innerhalb der gemessenen Zeitpunkte auf Sphärizität geprüft. Lag diese nicht vor, wurde eine Greenhouse-Geisser-Korrektur durchgeführt.
Bei vorliegender Sphärizität sind die Differenzen aller Stufen der unabhängigen Variablen gleich, es liegt demnach eine Homoskedastizität zwischen den Stufen vor. Mittels des Mauchly-Tests wurde die Varianzgleichheit überprüft. Lag ein P-Wert < 0,05 vor, musste die Sphärizität als nicht vorhanden angenommen werden und es wurde die Greenhouse-Geisser-Korrektur durchgeführt.
Signifikante Gruppenunterschiede in der rmANOVA werden anhand von Post-hoc-Gruppenvergleichen und mittels Bonferroni-Korrektur korrigiert. Die Zahl der betrachteten Probanden lag hier zwischen 488 und 497.

Die Belastbarkeit und Dyspnoe wurden mittels einer Mixed-Model-ANOVA mehrmals bei jedem Probanden zu verschiedenen Zeitpunkten bestimmt; lag keine Sphärizität vor, erfolgte eine Greenhouse-Geisser-Korrektur.
Für alle durchgeführten statistischen Tests wurde ein Signifikanzniveau von $\alpha = 0,05$ zugrunde gelegt.

5 Ergebnisse

5.1 BMI-Klassen

Die Patienten wurden in Abhängigkeit von ihrem BMI in vier Gruppen eingeteilt.

- 1. Gruppe n= 113 Patienten (22,74 %) mit einem BMI < 25 kg/m^2
- 2. Gruppe n= 231 Patienten (46,48 %) mit einem BMI < 30 kg/m^2
- 3. Gruppe n= 116 Patienten (23,32 %) mit einem BMI < 35 kg/m^2
- 4. Gruppe n= 37 Patienten (7,44 %) mit einem BMI ≥ 35 kg/m^2

Tabelle 4 zeigt die Verteilung der Daten in Bezug auf die Klassifizierung nach ihrem Body-Mass-Index. Die Unterteilung erfolgt in vier Gruppen. Aufgrund der statistischen Signifikanz wurde auf eine explizite Unterscheidung zwischen kachektischen und normalgewichtigen Probanden verzichtet. In der vorliegenden Dissertation werden Teilnehmer aus dieser Gruppe als normalgewichtig bezeichnet und der Aspekt der Unterernährung wird nicht als potenzieller Risikofaktor ausgewertet. Prozentual kristallisiert sich die zweite Gruppe mit Werten zwischen 25–29,9 kg/m^2 als die größte Gruppe in dieser Studie heraus; dieses Patientenkollektiv gilt laut WHO-Definition als übergewichtig. Die Gruppe mit Adipositas Grad I und die Gruppe mit einem BMI unter 25 kg/m^2 liegen prozentual sehr nahe beieinander. Patienten mit Adipositas Grad II stellen den kleinsten Anteil der Probanden dar.

Tabelle 4
Demografie der Patientendaten

BMI-Klassen in kg/m^2	*Median*	*1. Quartil*	*3.Quartil*	*Prozent*
Gruppe 1 BMI <25	23,40	21,86	24,45	22,74%
Gruppe 2 BMI 25-30	27,49	26,41	28,73	46,48%
Gruppe 3 BMI 30-35	32,48	30,79	33,23	23,34%
Gruppe 4 BMI >35	35,01	35,74	38,97	7,44%

Anmerkung: Aufschlüsselung der BMI-Gruppen in Median, 1. und 3. Quartil gemessen in kg/m^2 und Prozent

Im Zeitraum vom 1. Januar 2013 bis 30. Juni 2014 (18 Monate) wurden 497 Patienten durch herzchirurgische Eingriffe in der Klinik für Herz-, Kinderherz- und Gefäßchirurgie in Gießen versorgt. Davon waren 133 weiblich (26,8 %) und 364 (73,2 %) männlich.

Das Medianalter der Patienten beträgt in der BMI-Klasse unter 25 kg/m^2 72 Jahre (63–76 Jahre), in der zweiten Klasse im Median 71 Jahre (64–77 Jahre). Die jüngsten Teilnehmer der Studie waren durchschnittlich in den höheren BMI-Klassen anzutreffen. In der dritten Klasse mit einem BMI von unter 35 kg/m^2 liegt das durchschnittliche Alter bei 68 Jahren (61–75 Jahre) und in der vierten Gruppe mit BMI-Werten deutlich über 35 kg/m^2 ebenfalls bei 68 Jahren (60–74 Jahre). Diese Assoziation lässt darauf schließen, dass jüngere Teilnehmer mit Übergewicht oder Adipositas zu einer vorzeitigen Herzalterung neigen und sich somit eine Indikation für eine chirurgische Intervention schon im jüngeren Lebensalter stellen könnte. (Niemann et al., 2011) Die Altersverteilung ist über die BMI-Gruppen hinweg nicht identisch (p= 0,047).

5.2 Kardiovaskuläre Risikofaktoren der Kohorte

Tabelle fünf zeigt eine Auflistung der gängigsten Risikofaktoren, die mit der Entstehung von kardiovaskulären Erkrankungen assoziiert werden. Die Auswahl der Risikofaktoren entstammt der Leitlinie Prävention von Herz-Kreislauf-Erkrankungen aus dem Jahr 2012 der Deutschen Gesellschaft für Kardiologie – Herz- und Kreislaufforschung e.V (Gielen et al., 2021).

Diese könnten letztendlich die Indikation zur einer herzchirurgischen Versorgung stellen. Von Diabestes Mellitus sind prozentual die meisten Patienten (59,46 %) aus der Gruppe mit einem BMI über 35 kg/m^2 betroffen. Am geringsten ist diese Erkrankung mit 19,39 % bei normosomen Probanden vertreten. Diabetes Mellitus ist signifikant in den einzelnen Body-Mass-Index Einteilungen verteilt ($p < 0,001$). 64,86 % der Patienten aus der vierten BMI-Kohorte gaben bei der Befragung an, jemals geraucht zu haben. Dieser Wert lag bei Probanden mit einem BMI zwischen 25–30 kg/m^2 mit 46,57 % am niedrigsten. Über die verschiedenen BMI-Werte hinweg stellte sich kein signifikanter Unterschied ein ($p = 0,062$). Der Alkoholkonsum lag ebenfalls in der Gruppe mit Patienten, die an starker Adipositas leiden, am höchsten (67,57 %). Den geringsten Alkoholkonsum beschrieben an Adipositas Grad I Erkrankte (56,52 %). Dieser Parameter war nicht signifikant über die BMI-Verteilung ($p = 0,502$).

Hyperlipoproteinämie bildet eine signifikante Abhängigkeit durch die verschiedenen BMI-Gruppen ab ($p < 0,001$). Heruntergebrochen auf die einzelnen Klassen liegt Gruppe vier mit 89,19 % an der Spitze und Gruppe eins (60,53 %) am Ende der einzelnen Betrachtung bezüglich

dieses Laborparameters. Patienten mit Adipositas Grad I sind zu 96,52 % zusätzlich Hypertoniker. Normalgewichtige Patienten stehen mit 83,33 % ebenfalls stark in Verbindung mit Bluthochdruck. Betrachtet man jedoch die gesamte Population, sind sie prozentual am niedrigsten. Ein signifikanter Unterschied über die Gewichtsverteilung konnte errechnet werden ($p < 0,001$).

Tabelle 5

Kardiovaskuläres Risikoprofil aufgeschlüsselt nach BMI-Klassen

Risikofaktoren	*N*	*BMI <25 kg/m2*		*BMI <30 kg/m2*		*BMI <35 kg/m2*		*BMI >35 kg/m2*		*p-Wert*
		n		*n*		*n*		*n*		
Diabetes	497	114	22 (19,39%)	231	66 (28,57%)	115	43 (37,39%)	37	22 (59,46%)	<0,001
Raucher	500	117	61 (52,14%)	231	108 (46,57%)	115	68 (59,13%)	37	24 (64,86%)	0,062
Alkohol	497	114	74 (64,91%)	231	141 (61,04%)	115	65 (56,52%)	37	25 (67,57%)	0,502
Hyperlipoproteinämie	494	114	69 (60,53%)	229	171 (74,67%)	114	94 (82,46%)	37	33 (89,19%)	<0,001
Hypertonie	497	114	95 (83,33%)	231	209 (90,48%)	115	111 (96,52%)	37	35 (94,59%)	0,006

Anmerkung: berechnet in absoluten und relativen Werten. P-Wert mittels Chi-Quadrat

5.3 Vorerkrankungen der Patienten

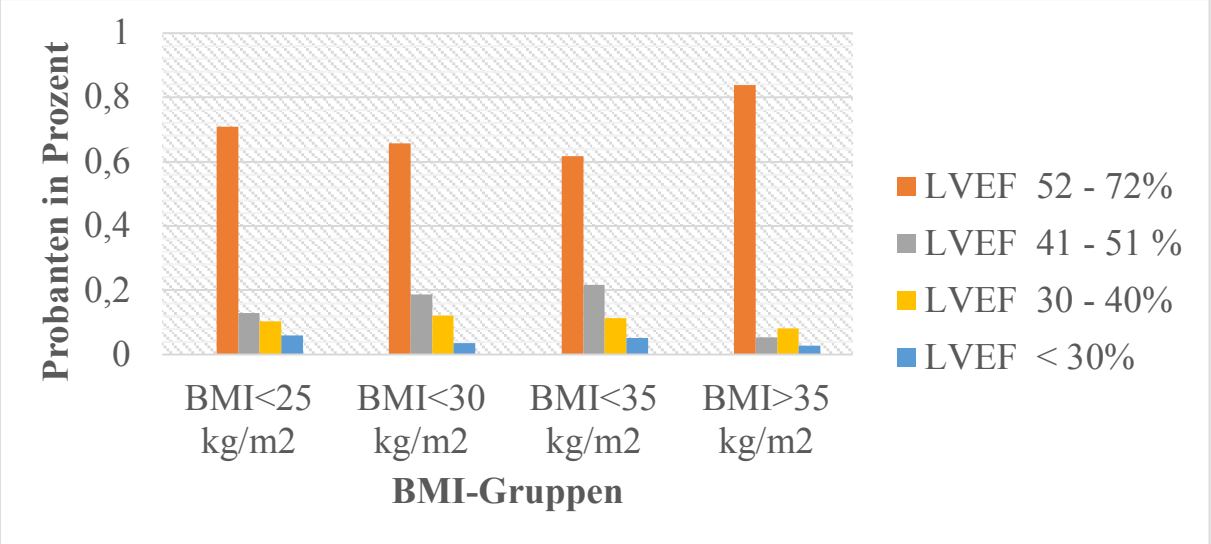
In der nachfolgenden Tabelle sind alle relevanten Vorerkrankungen der Patienten erfasst. An einer koronaren Herzerkrankung (KHK) litten von insgesamt 497 Patienten 388 Probanden. Am häufigsten (81,74 %) war diese Erkrankung in der Gruppe mit Adipositas Grad I zu finden. Am niedrigsten war die Korrelation zu den Normalgewichtigen (69,39 %). Alle anderen Teilnehmer der Studie waren prozentual gesehen ebenfalls häufig betroffen, ein signifikanter Unterschied in Bezug auf den BMI ist nicht zu verzeichnen (p= 0,064).

Die Herzinsuffizienz ist eine oft vertretene Vorerkrankung. Sie wird definiert als ein klinisches Syndrom mit verschiedenen Symptomen wie beispielsweise Dyspnoe in Ruhe oder Belastung je nach Stadium. Vermehrte Müdigkeit, periphere Ödeme und gestaute Jugularvenen zählen ebenfalls zu diesem Krankheitsbild. Alle Symptome beruhen entweder auf einem strukturellen Defekt am Herzen oder einer Funktionseinschränkung der Pumpleistung. Die Folgen davon sind entweder ein erhöhter intrakardialer Druck oder eine eingeschränkte Herzleistung, die sich in Ruhe oder unter Belastung bemerkbar machen. Auf eine Klassifizierung der Herzinsuffizienz in die vier verschiedenen Stadien nach der New York Heart Association (NYHA-Klassifikation) wurde übersichtshalber verzichtet; alle unten geannten Probanten mit einer Herzinsuffizienz leiden mindestens an Grad I NYHA oder höher (Deutsche Gesellschaft für Kardiologie – Herz-und Kreislaufforschung e.V., 2021). Ein insuffizientes Herz schränkte 67,83 % Probanden mit Adipositas Grad I ein, während nur 54,39 % aus Gruppe eins davon betroffen waren. Im Chi-Quadrat-Test (p = 0,194) fand sich keine Signifikanz. Im Vorfeld der Operation erlitt ein Teil der Probanden einen Myokardinfarkt. In der ersten Gruppe ereigneten sich die wenigsten Herzinfarkte (11,40 %). Die meisten Infarkte waren in der höchsten BMI-Klasse mit 26,22 % zu verzeichnen. Ein Zusammenhang mit dem BMI besteht jedoch nicht (p = 0,788). Eine instabile Angina pectoris zählt nicht zu den häufigen Krankheitsbildern, die präoperativ bereits bestanden. Es zeigte sich keine Abhängigkeit (Fisher Exakt p = 0,662 und Chi-Quadrat p = 0,677). Präoperative ventrikuläre Rhytmusstörungen betrafen 24,32 % der Patienten mit einem BMI über 35 kg/m^2; Normalgewichtige litten mit 15,58 % am wenigsten unter einem veränderten Herzrhytmus. BMI-Gruppen-spezifische Unterschiede gab es keine (Chi-Quadrat p =0,500).

Die Linksventrikuläre Funktion (LVEF) wurde klassifiziert. Eine nornale LVEF liegt laut Echokardiografie vor, wenn die Auswurffraktion zwischen 72 - 52 % liegt. Eine leicht eingeschränkte Ejektionsfraktion bilden Werte zwischen 41- 51 % ab. Prozentwerte zwischen 30 und 40 definieren eine mittelgradige Einschränkung. Die stärkste Einschränkung der linksventrikulären Auswurfleistung stellen Werte unter 30 % dar (Ateet et al., 2022; Ponikowski et al., 2016).

Abbildung 1 zeigt die Verteilung der unterschiedlichen präoperativen linksventrikulären Funktionen. Am häufigsten wurde bei den Probanden aus allen vier BMI-Klassen eine normale LVEF gemessen. Es gab keinen signifikanten Unterschied aufgrund des BMI-Wertes (p=0,314).

Abbildung 1
Präoperative linksventrikuläre Funktion nach BMI-Gruppen



Anmerkung: Standardwerte für Männer in Anlehnung an die Leitlinien (Ponikowski et al., 2016) BMI in kg/m^2

An einer chronischen Niereninsuffizienz litten die meisten Teilnehmer (13,78 %) mit Adipositas Grad I. Zwei Personen aus dieser Gruppe wurden präoperativ dialysiert. Es konnte kein signifikanter Zusammenhang gemessen werden zwischen der Verteilung des BMIs und einer chronischen Niereninsuffizienz oder der Notwendigkeit zur präoperativen Dialyse (Fisher Exakt p = 0,569 und p = 0,777, Chi-Quadrat p = 0,565 und p = 0,744). Die höchste Apoplexrate vor der Operation mit 10,81 % hatten Patienten aus der letzten BMI-Gruppe. Es gab keinen statistischen Zusammenhang der einzelnen Gruppen (Fisher Exakt p = 0,757, Chi-Quadrat p = 0,809).

Tabelle 6

Vorerkrankungen nach BMI-Klassen

	N	*BMI<25 kg/m²*		*BMI<30 kg/m²*		*BMI<35 kg/m²*		*BMI>35 kg/m²*		*P-Wert*	
		n		*n*		*n*		*n*		*Fisher Exakt*	*Chi Quad-rat*
KHK	497	114	79 (69,39%)	231	187 (80,95%)	115	94 (81,74%)	37	28 (75,68%)		0,064
Herzinsuf-fizienz	497	114	62 (54,39%)	231	138 (59,74%)	115	78 (67,83%)	37	24 (64,86%)		0,194
Myokardi-nfarkt	497	114	13 (11,40%)	231	32 (13,85%)	115	18 (15,65%)	37	6 (16,22%)		0,788
Instabile Angina pectoris	497	114	4 (3,51%)	231	14 (6,06%)	115	6 (5,22%)	37	3 (8,11%)	**0,662**	0,677
Ventriku-läre Arrhyth-mie	497	114	23 (20,18%)	231	36 (15,58%)	115	22 (19,13)	37	9 (24,32%)		0,500
LV-Hypertro-phie	496	114	29 (25,44%)	230	49 (21,30%)	115	17 (14,78%)	37	7 (18,92%)		0,246
LVEF 52-72%	500	117	83 (70,94%)	231	152 (65,80%)	115	71 (61,74%)	37	31 (83,78%)	**0,315**	0,315
LVEF 41-51%			15 (12,84)		43 (18,61%)		25 (21,74%)		2 (5,41%)		
LVEF 30-40%			12 (10,26)		28 (12,12%)		13 (11,30%)		3 (8,11%)		
LVEF < 30%			7 (5,98%)		8 (3,46%)		6 (5,22%)		1 (2,70%)		
Chronische Niereninsuffizienz	497	114	10 (8,77%)	231	27 (11,69%)	115	17 (13,78%)	37	4 (10,81%)	**0,569**	0,565
Dialyse Präoperativ	497	114	2 (1,75%)	231	2 (0,87%)	115	2 (1,74%)	37	0 (0%)	**0,777**	0,744
Apoplex Präoperativ	497	114	8 (7,02%)	231	16 (6,93%)	115	7 (6,09%)	37	4 (10,81%)	**0,757**	0,809

Anmerkung: berechnet in absoluten und relativen Werten. Analysiert mit Chi-Quadrat und Fisher Exact Test, *BMI in kg/m²*

5.4 Präoperative Interventionen

Für 23 Patienten von insgesamt 497 stellte der herzchirurgische Eingriff aus dieser Studie nicht die erste Herzoperation dar. Die Gruppe der Adipositas-Grad-I-Patienten hatte mit 6,09 % die meisten vorherigen Herzoperationen; Probanden mit einem noch größeren BMI waren nicht am Herzen voroperiert, hatten allerdings mit 43,24 % die meisten präoperativen kardialen Interventionen. Es wurde eine signifikante Abhängigkeit für das Vorliegen früherer kardialer Interventionen in den BMI-Gruppen gefunden (Chi-Quadrat p = 0,048). Bei den Herzoperationen konnte keine Abhängigkeit zur BMI-Gruppe nachgewiesen werden (Fisher Exakt p = 0,548, Chi-Quadrat p = 0,498).

Tabelle 7

Frühere Intenventionen am Herzen in den verschiedenen BMI-Klassen

	An-zahl	*BMI < 25 kg/m²*		*BMI < 30 kg/m²*		*BMI < 35 kg/m²*		*BMI > 35Kg/m²*		*P-Wert*	
		n		*n*		n		*n*		Fisher Exakt	Chi Quad-rat
Herz-Op	497	114	5 (4,39 %)	231	11 (4,76%)	115	7 (6,09%)	37	0 (0%)	0,548	0,498
Kardiale Interven-tion	497	114	26 (22,81%)	231	53 (22,94%)	115	33 (28,70%)	37	16 (43,24)		0,048

Anmerkung: berechnet in absoluten und relativen Werten, BMI in kg/m²

5.5 Klassifizierung der verschiedenen Herzoperationen in BMI-Subgruppen

Untersucht wurden sechs verschiedene Arten von herzchirurgischen Eingriffen. Diese wurden in vier BMI-Klassen eingeteilt. Die zweite BMI-Gruppe mit übergewichtigen Patienten (25-29,9 kg/m²) hatte in absoluten Zahlen mit n = 231 die meisten Probanden mit einer herzchirurgischen Versorgung. An der Spitze der Behandlung stehen n = 122 Bypassoperationen. Dieses Verfahren machte prozentual mehr als die Hälfte (52,81 %) der Interventionen aus. 34 % der Patienten in dieser Subpopulation hatten eine Kombinationsoperation. Prozentual sind die Gruppen mit den normalgewichtigen Patienten fast identisch mit der mit Adipositas Grad I. In beiden Gruppen werden im Schwerpunkt Bypass-Operationen mit 49 % in Gruppe 1 und 53,91 % in Gruppe 3 durchgeführt. Lediglich 37 Probanden mit einem BMI-Wert über 35 kg/m² bil-

deten die vierte Gruppe, die ebenfalls eine Bypassversorgung erhielten. Keine der sechs verschiedenen Operationsarten stand in Abhängigkeit mit den unterschiedlichen BMI-Gruppen (Fisher Exakt und Chi-Quadrat p = 0,077).

Tabelle 8

Klassifikation der Operationen nach BMI-Gruppen

OP	*N*	*BMI <25 kg/m²*	*BMI <30 kg/m²*	*BMI <35 kg/m²*	*BMI >35 kg/m²*	P-Wert
	497	n 114	n 231	n 115	n 37	
Op 1		49 (42,98%)	122 (52,81%)	62 (53,91%)	20 (54,05%)	
Op 2		17 (14,91%)	22 (9,52%)	12 (10,43%)	4 (10,81%)	
Op 3		2 (1,75%)	1 (0,43%)	3 (2,61%)	1 (2,70%)	0,077
Op 4		0 (0%)	0 (0%)	2 (1,74%)	1 (2,70%)	
Op 5		46 (40,35%)	79 (34,20%)	36 (31,30%)	10 (27,30%)	
Op 6		0 (0%)	7 (3,03%)	0 (0%)	1 (2,70%)	

Anmerkung: berechnet in absoluten und relativen Werten. Analysiert mit Fisher Exakt und Chi-Quadrat

Op 1 = Herzbypass

Op 2 = Aortenklappenoperation

Op 3= Mitralklappenoperation

Op 4 = Operationen an der Aorta

Op 5 = Kombinationsoperation

Op 6 = sonstige Herzchirurgie

5.6 Ergebnisse der Waist-to-Hip Ratio

Alle Personen der vier BMI-Gruppen hatten im Median eine zu hohe Waist-to-Hip-Ratio (WHR). Aufgrund der Signifikanz wurde bei der Berechnung auf eine Geschlechterverteilung verzichtet. Im Durchschnitt haben Frauen bei einem Wert über 0,86 und Männer ab 1,0 ein deutlich erhöhtes Risiko für Adipositas-assoziierte Erkrankungen. Der niedrigste Median war bei den normosomen Patienten zu verzeichnen. Der größte Umfang im Median korrelierte mit einem BMI zwischen 30-35 kg/m².

Tabelle 9

Waist to Hip Ration der unterschiedlichen BMI-Klassen

Waist-to-Hip Ratio	*N*	*BMI < 25 kg/m2*	*BMI 25-30 kg/m2*	*BMI > 30 kg/m2*	*BMI≥35 kg/m2*	*Kruskal-Wallis-Test*
						p
	497	1,01	1,02	1,03	1,02	<0,001

Anmerkung: Werte beziehen sich auf den Median, BMI in kg/m^2

5.7 Laborparameter nach BMI-Klassen

Die gemessenen Glucosewerte lagen erst ab einem BMI von über 30 kg/m^2 außerhalb des Referenzbereiches für Erwachsene (nüchtern, Plasma/Serum 70–99 mg/dl). Die Langzeitblutzuckerwerte gemessen am HbA1C-Wert waren nur bei Patienten mit einem Body-Mass-Index von über 35 kg/m^2 mit 6,3 % außerhalb der Norm (4,2 %–6,2 %). Der Insulinspiegel im Blut spiegelt ein ähnliches Bild wider. Erst ab Adipositas Grad I wird die normale Obergrenze von 10,8 mU/l bei den Medianwerten 13,7 mU/l bzw. 18,6 mU/l bei einem BMI über 35 kg/m^2 überschritten. Die Verteilung von Glucose, Insulin, HDL und Triglyceriden ist über die BMI-Gruppen hinweg nicht identisch. Der HbA1c verteilte sich über die unterschiedlichen BMI-Klassen nicht gleich (Kruskal-Wallis-Test p = 0,004).

Die Verteilung des Gesamt-Cholesterin und LDL war über die einzelnen BMI-Klassen identisch (Kruskal-Wallis-Test p = 0,756 bzw. 0,368) und in keiner Gruppe überstieg der Median die Grenzwerte von 140-200 mg/dl. Der LDL-Wert blieb in der Kohorte < 130 mg/dl. Anders war die Verteilung von HDL und den Triglyceriden über die BMI-Klassifikation. Die HDL-Werte lagen in den vier Gruppen im Normbereich (Frauen > 42, Männer > 35 mg/dl). Die Werte nahmen mit steigendem BMI-Wert ab. Dies spricht für ein erhöhtes kardiovaskuläres Risiko. Die Patienten der dritten Gruppe wiesen mit 151 mg/dl im Median die höchsten Triglyceridwerte auf, überschritten damit aber nicht den Referenzbereich von 140–200 mg/dl (Deutsche Adipositas-Gesellschaft (DAG) e.V. et al., 2014).

Tabelle 10

Laborwerte klassifiziert nach den Unterschiedlichen BMI-Gruppen

Blutwerte	*N*	*BMI < 25 kg/m^2*	*BMI 25-30 kg/m^2*	*BMI > 30 kg/m^2*	*BMI ≥ 35 kg/m^2*	*Kruskal-Wallis-Test*
						p
Glucose	497	92 mg/dl	99 mg/dl	105 mg/dl	113 mg/dl	<0,001
HbA1c	497	5,80%	5,90%	6,10%	6,30%	0,004
Insulin	497	7,8 mU/l	10,5 mU/l	13,7mU/l	18,6 mUl/l	<0,001
Cholesterin ges.	497	159 mg/dl	162 mg/dl	157 mg/dl	174 mg/dl	0,756
HDL	497	46,5 mg/dl	41 mg/dl	37 mg/dl	37 mg/dl	<0,001
LDL	497	98 mg/dl	98 mg/dl	97 mg/dl	112 mg/dl	0,368
Triglyceride	497	102,5mg/dl	133 mg/dl	151 mg/dl	148 mg/dl	<0,001

Anmerkung: Werte berechnet im Median, BMI in kg/m^2

5.8 Blutdruckwerte nach BMI-Klassen

Laut Definition lag bei allen Teilnehmern zum Zeitpunkt der Messung ein hochnormaler systolischer Blutdruck (130–139 mmHg) vor (Gielen et al., 2021). Die höchsten Messwerte hatten Patienten aus der Gruppe mit einem BMI über 30 und über 35 kg/m^2. Die Verteilung der systolischen Blutdruckwerte berechnete sich im Kruskal-Wallis-Test p = 0,250 als nicht identisch in den verschiedenen BMI-Klassen.
Die Verteilung der diastolischen Blutdruckwerte bildete keinen statistischen Unterschied in den verschiedenen Klassifizierungen.

Tabelle 11
Blutdruckwerte Klassifiziert nach BMI-Gruppen

	N	*BMI < 25 kg/m^2*	*BMI 25-30 kg/m^2*	*BMI > 30 kg/m^2*	*BMI ≥ 35 kg/m^2*	*Kruskal-Wallis-Test*
Systole	497	134 mmHg	135 mmHg	138 mmHg	138 mmHg	p = 0,250
Diastole	497	76 mmHg	76 mmHg	79 mmHg	76 mmHg	p = 0,100

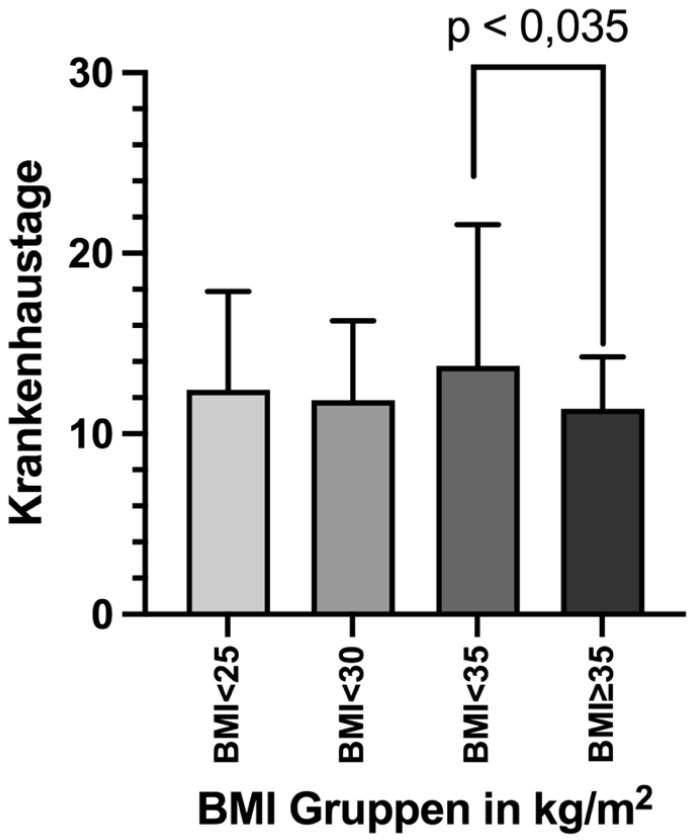
Anmerkung: berechnet im Median, BMI in kg/m^2

5.9 Krankenhausverweildauer und Intensivaufenthalt

5.9.1 Krankenhausverweildauer

Es wurden signifikante Gruppenunterschiede in Bezug auf die Krankenhaustage mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von p = 0,016 gefunden. Konkret lagen die Krankenhaustage der Gruppe BMI < 35kg/m^2 mit im Mittel 13,76 Tagen mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von p= 0,035 signifikant höher als in der Gruppe BMI ≥ 35 kg/m^2 mit durchschnittlich 11,38 Tagen. Zwischen allen anderen BMI-Gruppen konnte in Bezug auf die Krankenhaustage kein signifikanter Unterschied gefunden werden.

Abbildung 2
Krankenhaustage im Vergleich mit den BMI-Gruppen

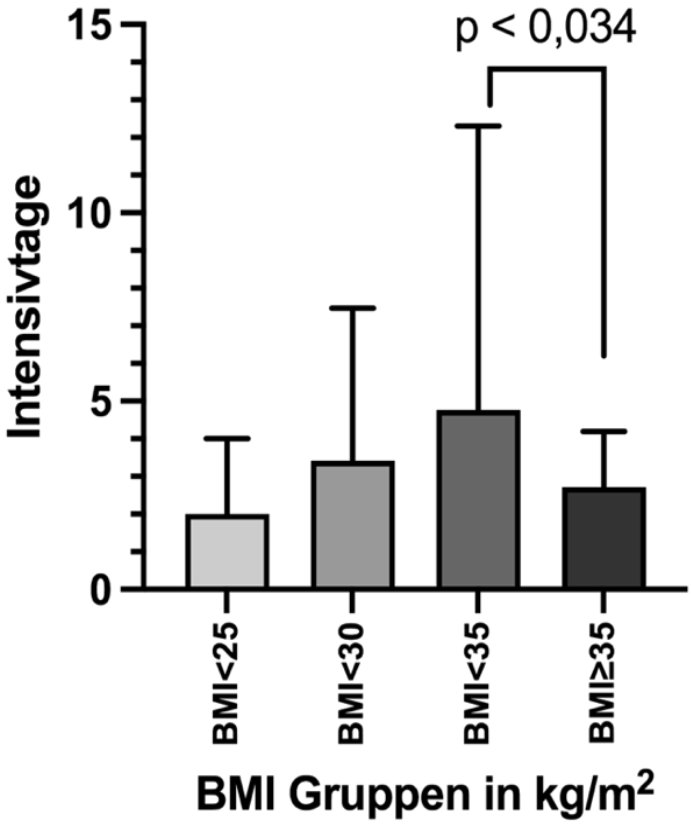


Anmerkung: signifikant mit Games Howell Test, BMI in in kg/m^2

5.9.2 Intensivaufenthalt

Die Behandlung auf Intensivstation unterschieden sich mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von p = 0,045. Die Intensivtage der Gruppe BMI <35 kg/m^2 waren im Mittel mit 4,77 Tagen mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von p = 0,034 signifikant höher als in der Gruppe BMI ≥ 35 kg/m^2 mit im Mittel 2,72 Tagen. Zwischen allen anderen BMI-Gruppen konnte in Bezug auf die Intensivtage kein signifikanter Unterschied gefunden werden.

Abbildung 3
Intensivaufenthalt im Vergleich mit den BMI- Gruppen

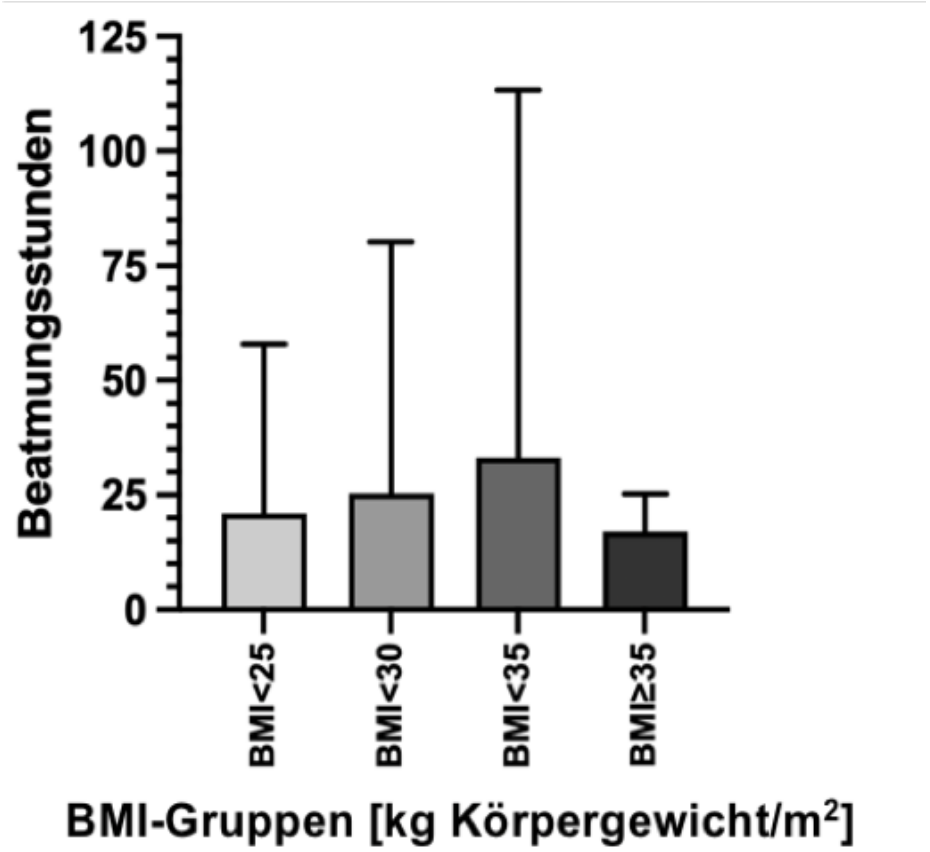


Anmerkung: Signifikant im Games Howell Test, BMI in kg/m2

5.9.3 Beatmungsstunden

In Bezug auf die Beatmungsstunden konnten keine signifikanten Unterschiede zwischen den BMI-Gruppen festgestellt werden. Anhand der Mittelwerte wurden Adipositas-Grad-I-Patienten mit 33,19 Stunden im Vergleich zu Patienten mit Adipositas Grad II (17,03 Stunden) deutlich länger postoperativ nachbeatmet.

Abbildung 4
Beatmungsstunden in Bezug auf BMI- Gruppen



Anmerkung: keine signifikanten Unterschiede, BMI in kg/m²

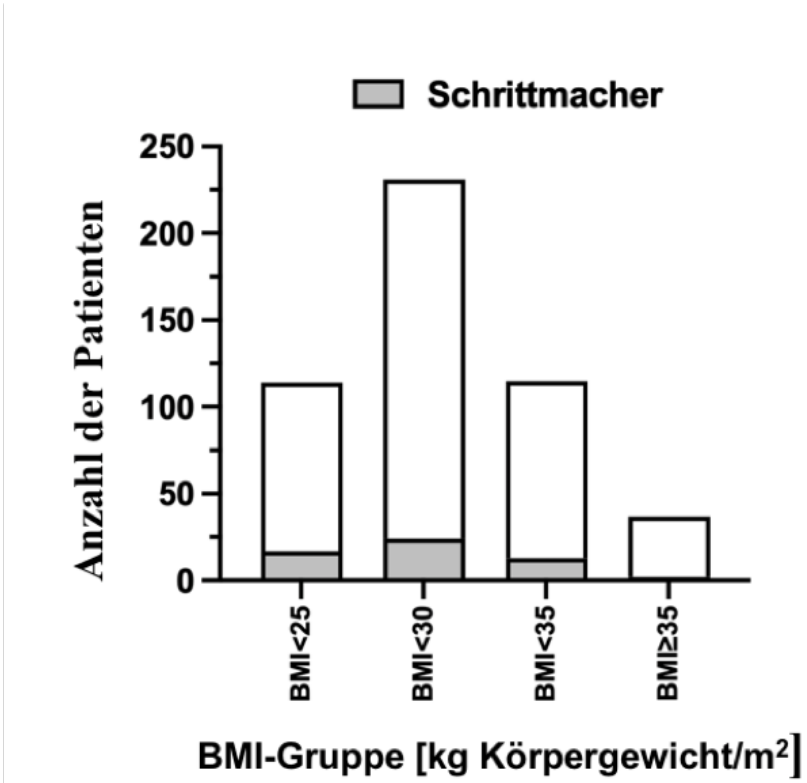
5.10 Postoperative Komplikationen

5.10.1 Schrittmacher

Nach einer Herzoperation hatten insgesamt 56 Patienten eine Indikation für einen Herzschrittmacher. Nach BMI aufgeschlüsselt ergab sich kein signifikanter Unterschied. Auf die einzelnen Gruppen gerechnet erhielten in der ersten Gruppe 17 Patienten (14,91 %) einen Schrittmacher, 24 Probanden (10,39 %) in Gruppe 2. Patienten mit Adipositas Grad I erhielten 13 Mal (11,30 %) diese Intervention. Lediglich zwei Teilnehmer (5,41 %) mit einem BMI über 35 kg/m^2 waren davon betroffen.

Abbildung 5

Schrittmacherindikation postoperativ für die vier BMI-Gruppen



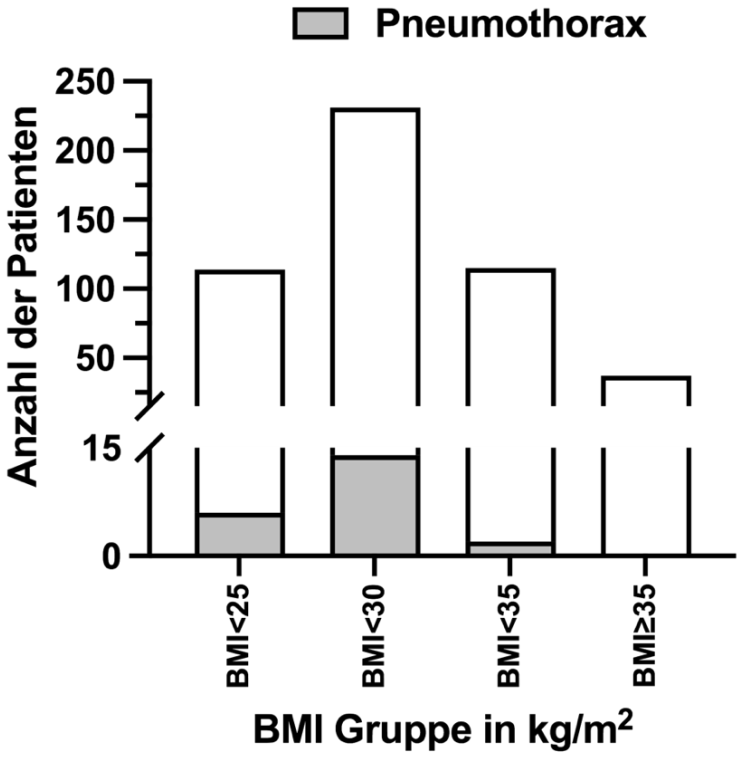
Anmerkung: keine Signifikanz, BMI in kg/m^2

5.10.2 Pneumothorax

Postoperativ zeigten 22 Patienten einen Pneumothorax; 5,26 % normalgewichtige Patienten, 6,06 % übergewichtigen und zwei Patienten in der dritten Gruppe waren betroffen. Es konnte keine Abhängigkeit zu den BMI-Gruppen nachgewiesen werden.

Abbildung 6

Pneumothorax postoperativ im Vergleich der BMI-Gruppen



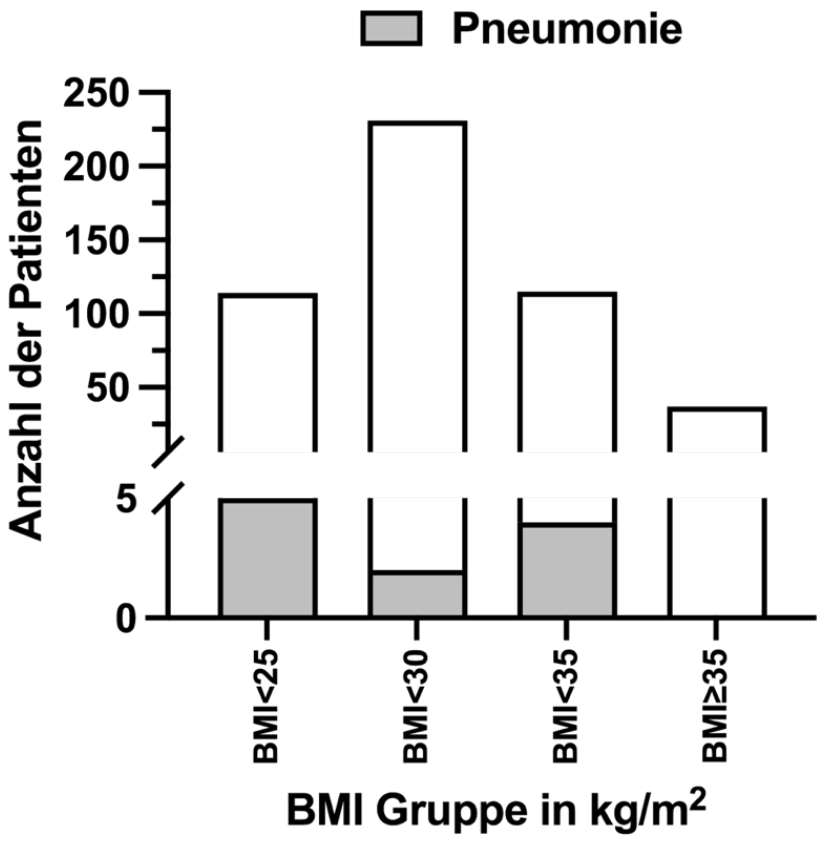
Anmerkung: keine Signifikanz, BMI in kg/m²

5.10.3 Pneumonie

Nach herzchirurgien Eingriffen zeigten 11 Patienten postoperativ eine Pneumonie. Davon kamen fünf (4,39 %) aus der ersten BMI-Gruppe, zwei hatten einen BM-Wert unter 30 kg/m^2 und vier Teilnehmer Adipositas Grad I. Eine Signifikanz konnte bei dieser Komplikation in Bezug auf den BMI-Wert nicht festgestellt werden.

Abbildung 7

Pneumonie postoperativ im Vergleich der BMI-Gruppen



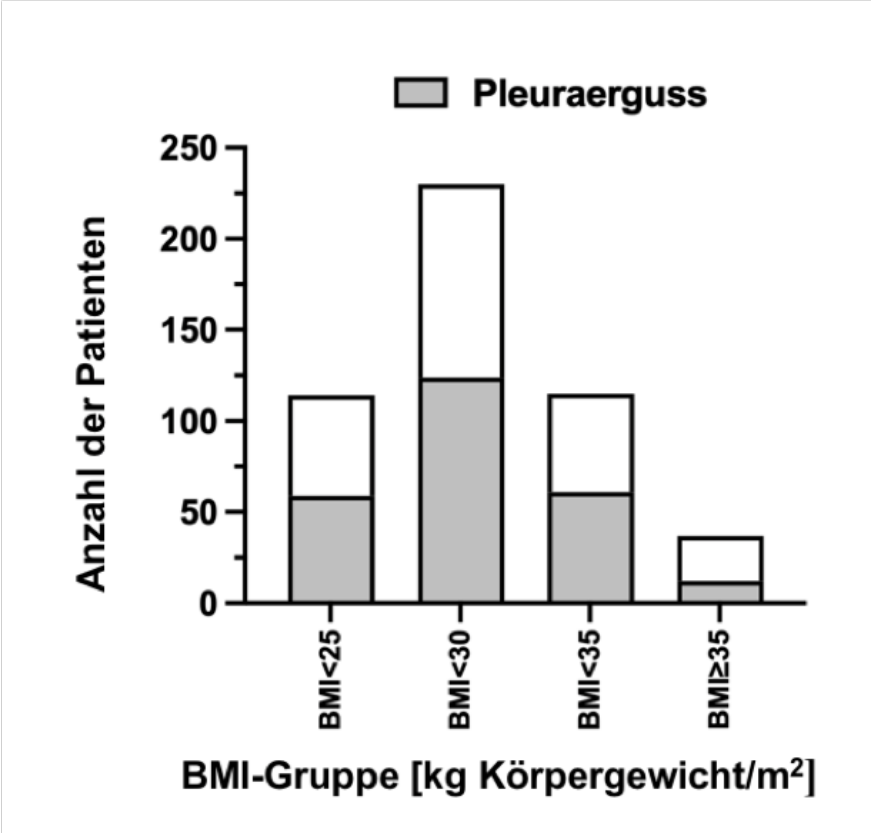
Anmerkung: keine Signifikanz, BMI in kg/m^2

5.10.4 Pleuraerguss

Die häufigste postoperative Komplikation mit 256 Fällen war der Pleuraerguss. In der ersten BMI-Gruppe litten 59 Patienten (51,57 %) daran, 124 Probanden (53,91 %) in Gruppe 2, 61 Teilnehmer (53,04 %) mit einem BMI unter 35 kg/m^2 und 12 (32,43 %) in der letzten Gruppe. Ein signifikanter Unterschied auf die Body-Mass-Index-Klassifikation zeigte sich nicht.

Abbildung 8

Pleuraerguss postoperativ im Vergleich der BMI-Gruppen



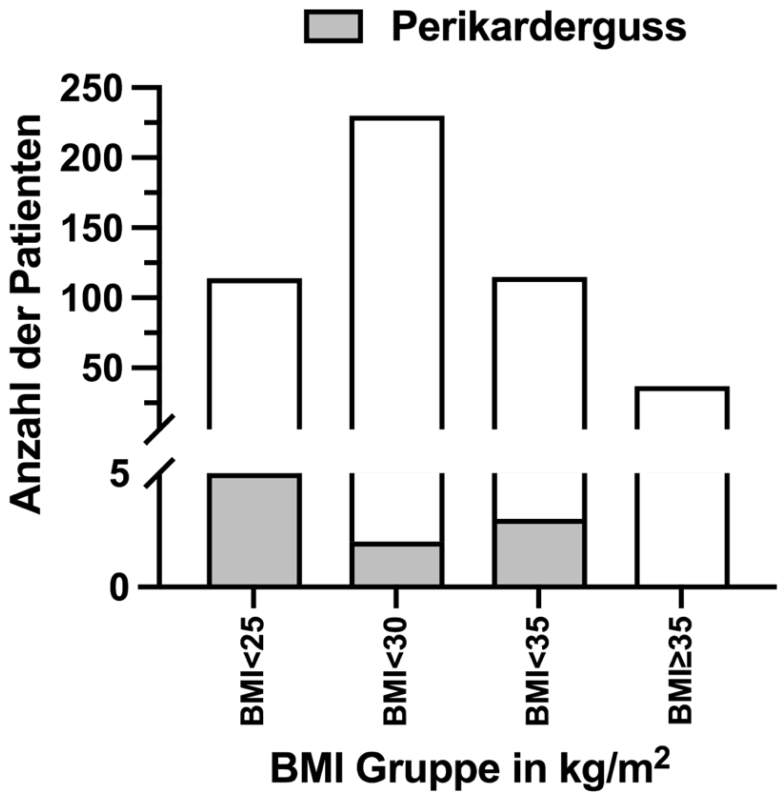
Anmerkung: keine Signifikanz, BMI in kg/m^2

5.10.5 Perikarderguss

Gemessen an absoluten Zahlen gab es 10 Perikadergüsse bei insgesamt 496 Untersuchten. Dabei handelte es sich nicht um eine BMI-abhängige Komplikation.

Abbildung 9

Perikarderguss postoperativ im Vergleich der BMI-Gruppen



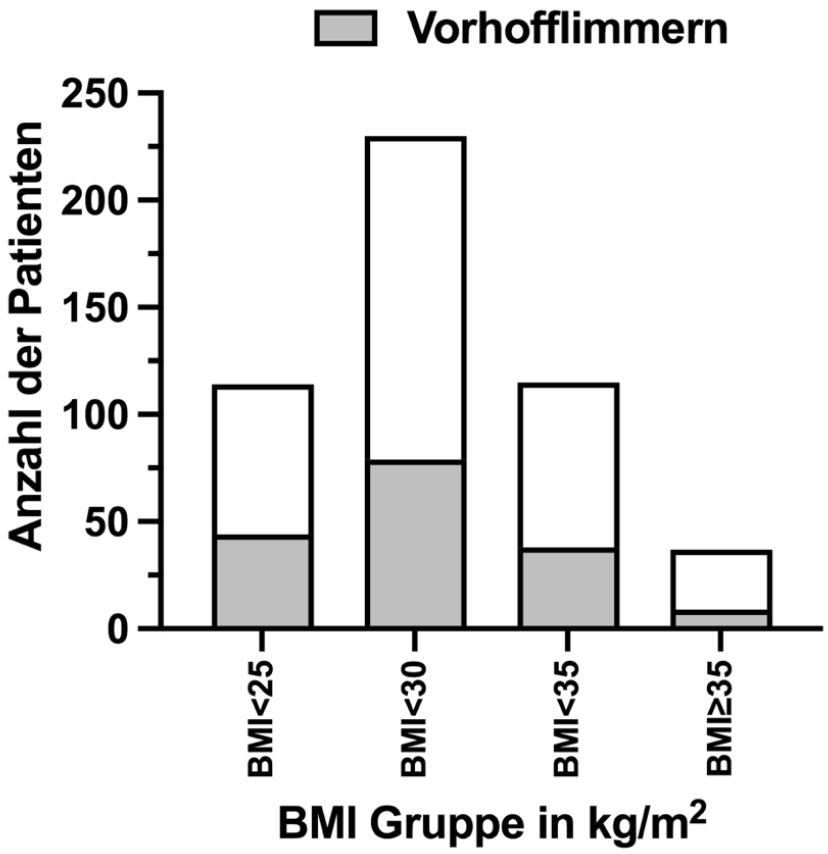
Anmerkung: keine Signifikanz, BMI in kg/m²

5.10.6 Vorhofflimmern

Nach dem chirurgischen Eingriff am Herzen trat bei 170 Patienten ein Vorhofflimmern auf. Es ließ sich keine Signifikanz feststellen.

Abbildung 10

Vorhofflimmern postoperativ im Vergleich der BMI-Gruppen



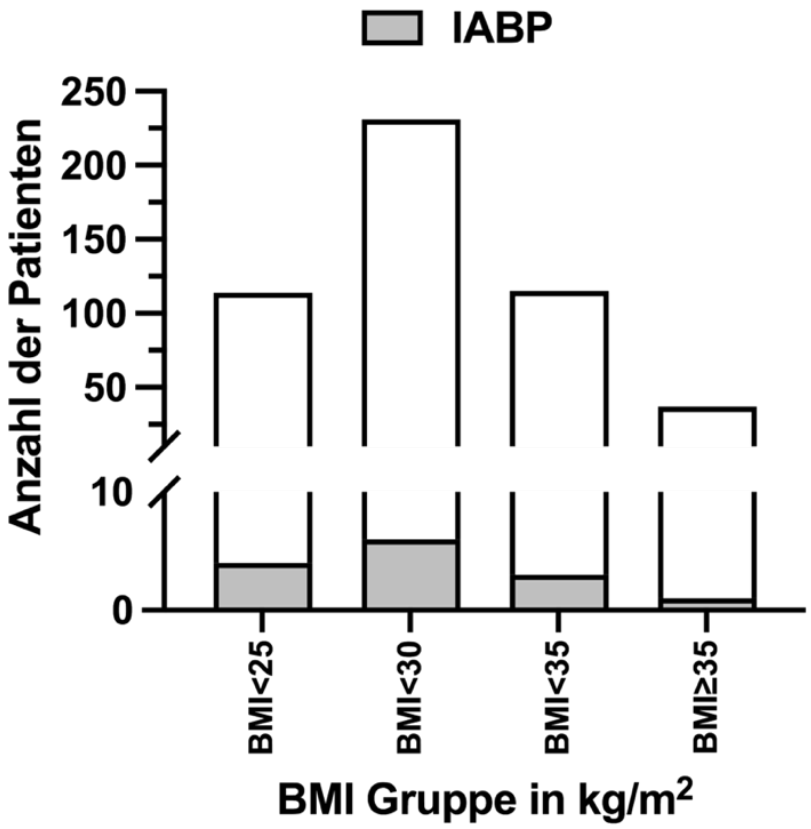
Anmerkung: keine Signifikanz, BMI in kg/m²

5.10.7 Intraaortale Ballonpumpe

14 Intraaortale Ballonpumpen kamen nach einer Operation zum Einsatz. Es ergab sich keine Abhängigkeit in der Anlage aufgrund der verschiedenen BMI-Einteilungen.

Abbildung 11

Intraaortale Ballonpumpe postoperativ im Vergleich der BMI-Gruppen



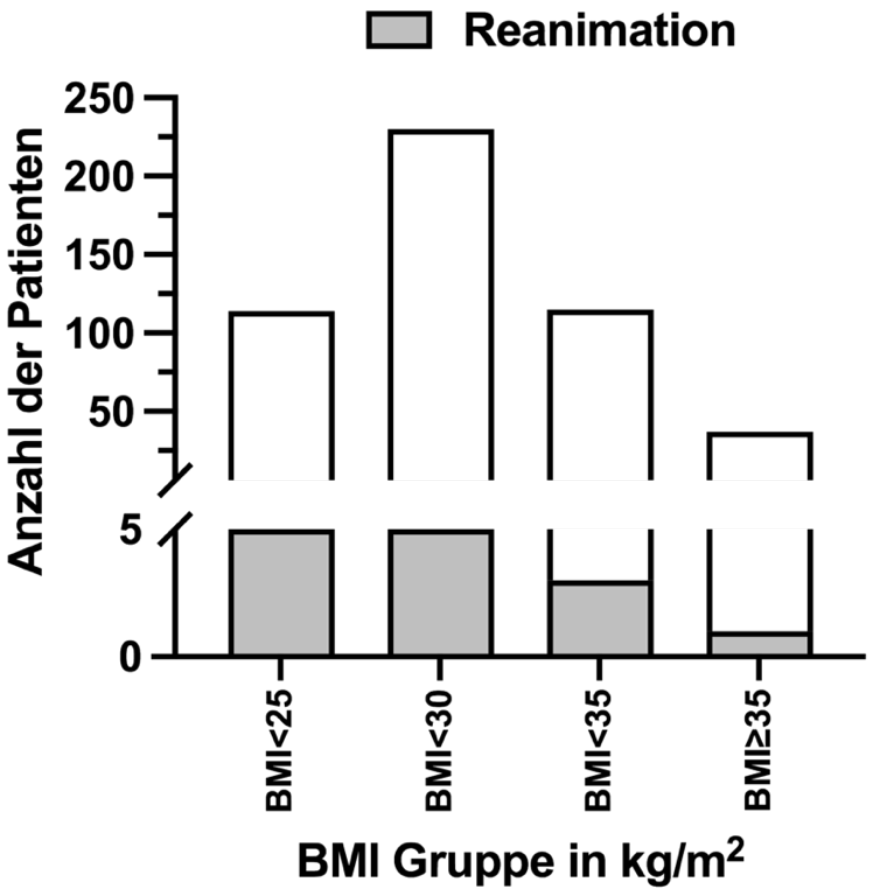
Anmerkung: keine Signifikanz, BMI in kg/m²

5.10.8 Reanimation

Im Zusammenhang mit der postoperativen Versorgung mussten 14 Patienten reanimiert werden. Es gab keinen statistischen Zusammenhang mit der jeweiligen BMI-Gruppe.

Abbildung 12

Reanimation postoperativ im Vergleich der BMI-Gruppen



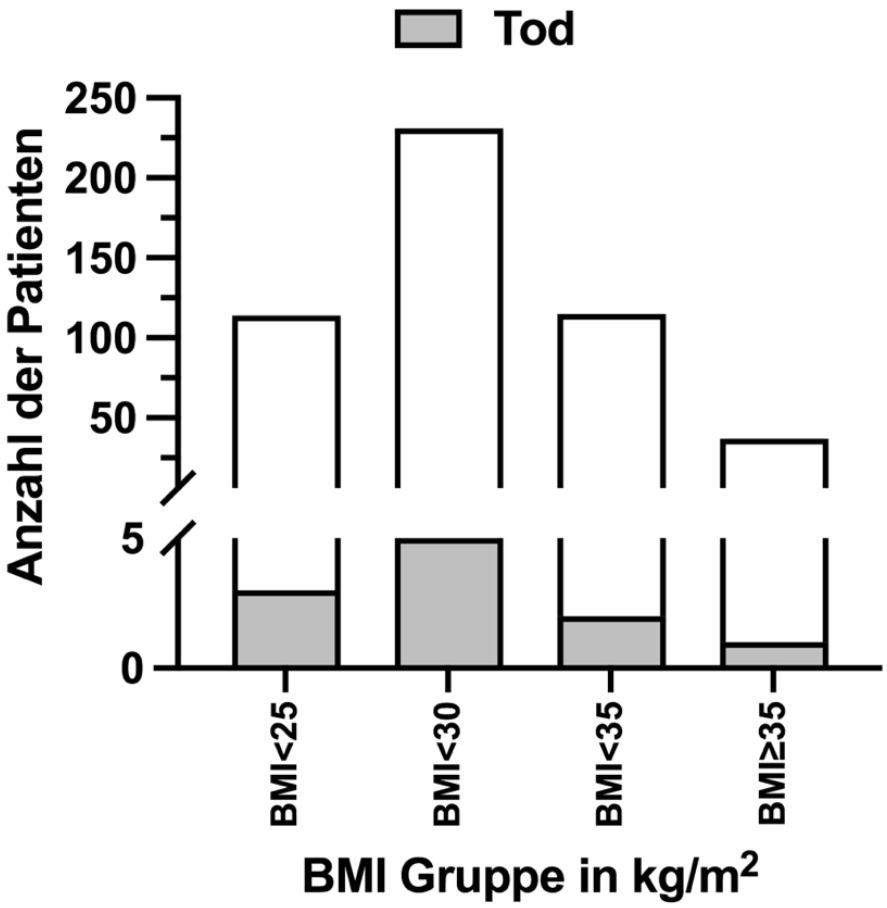
Anmerkung: keine Signifikanz, BMI in kg/m²

5.10.9Tod

Nach einer Herzoperation sind 11 Studienteilnehmer gestorben, davon drei aus der ersten Gruppe und fünf aus Gruppe 2. Weitere zwei Todesfälle traten in der dritten BMI-Klasse auf und einer in der Gruppe mit einem Index über 35 kg/m^2.

Abbildung 13

Tod nach Herzchirurgie im Vergleich der BMI-Gruppen



Anmerkung: keine Signifianz, BMI in kg/m^2

5.11 Auswertung Morbiditäts- und Lebensqualitäts-Fragebogen nach einem Monat vs. sechs Monaten

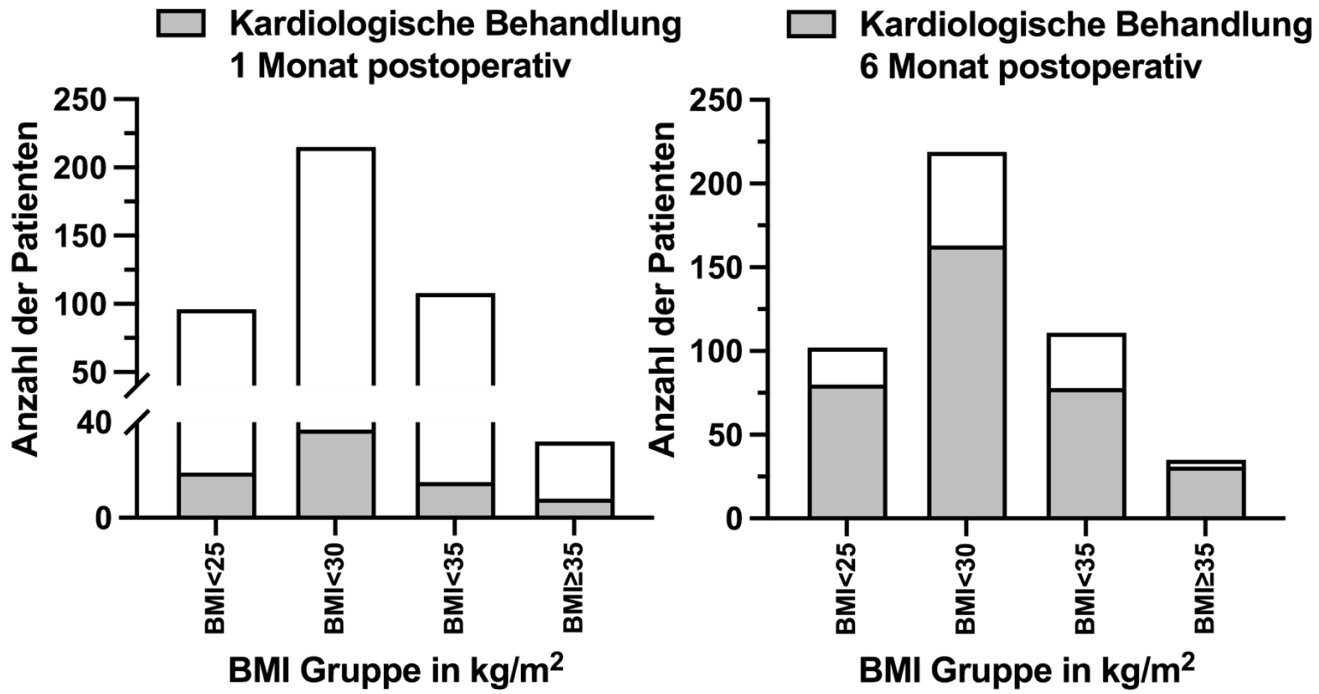
Mithilfe von Telefoninterviews erfolgte ein Monat bzw. sechs Monate nach der jeweiligen Herzoperation ein Follow-up zu verschiedenen Parametern.

5.11.1 Postoperative Kardiologie

Ein Monat nach der jeweiligen chirurgischen Intervention am Herzen waren von 451 Befragten 79 Patienten aus verschiedenen BMI-Klassifizierungen in kardiologischer Behandlung. Es ergab sich rechnerisch kein Unterschied für die Behandlungsbedürftigkeit in Bezug auf die BMI-Klassen. In der Befragung nach sechs Monaten mit insgesamt mehr Patienten (467) konnte ein deutlicher Anstieg der Inanspruchnahme einer kardiologischen Versorgung auf 352 Fälle gesehen werden. Am deutlichsten war die Behandlungsrate bei der höchsten BMI-Gruppe mit 31 Patienten (88,57 %). Bei den Normalgewichtigen mussten 78,43 % der Probanden kardiologisch versorgt werden.

Abbildung 14

Kardiologische Behandlung postoperativ im Vergleich der BMI-Gruppen



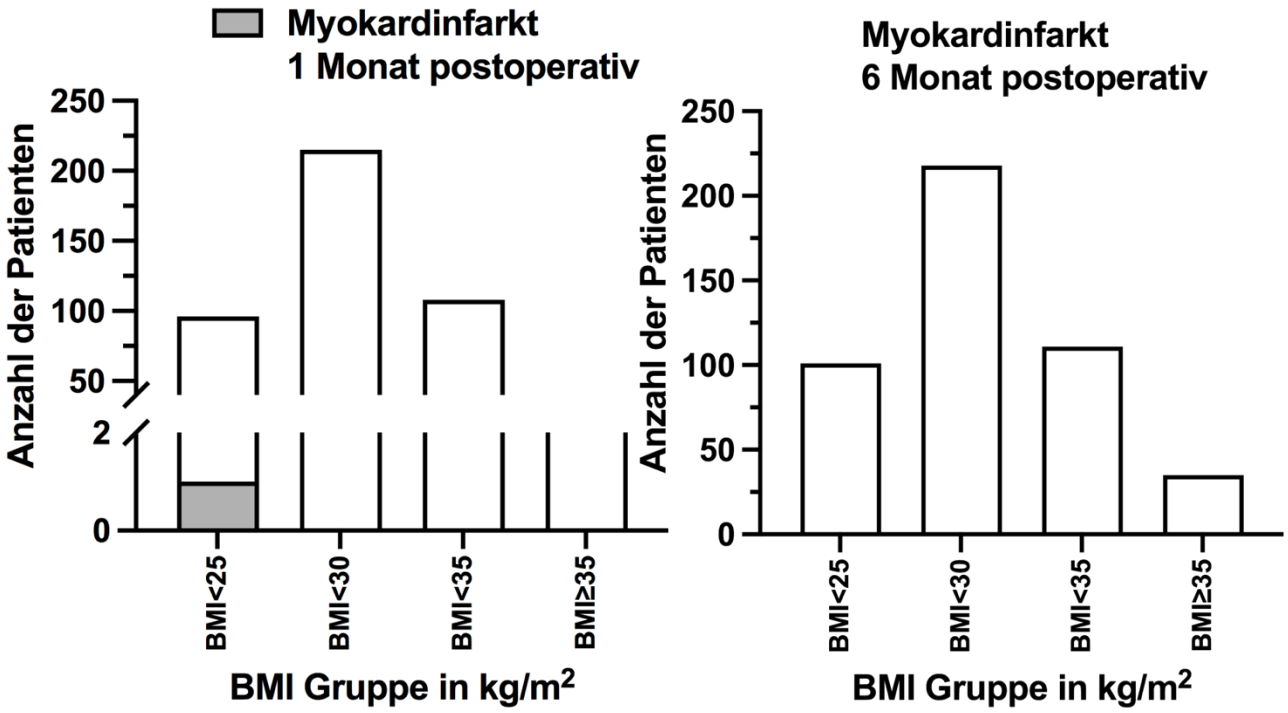
Anmerkung: 1 Monat postoperativ (links) und 6 Monate posteroperativ (rechts), BMI in (kg/m²), keine Signifikanz

5.11.2 Postoperativer Herzinfarkt

Die Befragung zeigte, dass lediglich ein normalgewichter Patient dreißig Tage nach der Herz-OP einen Herzinfarkt erlitt. In den anderen Gruppen war kein weiterer Herzinfarkt zu verzeichnen. Es konnte keine Signifikanz festgestellt werden. Sechs Monate später ereignete sich kein weiterer Herzinfarkt bei insgesamt 465 Teilnehmern.

Abbildung 15

Myokardinfarkt postoperativ im Vergleich der BMI-Gruppen



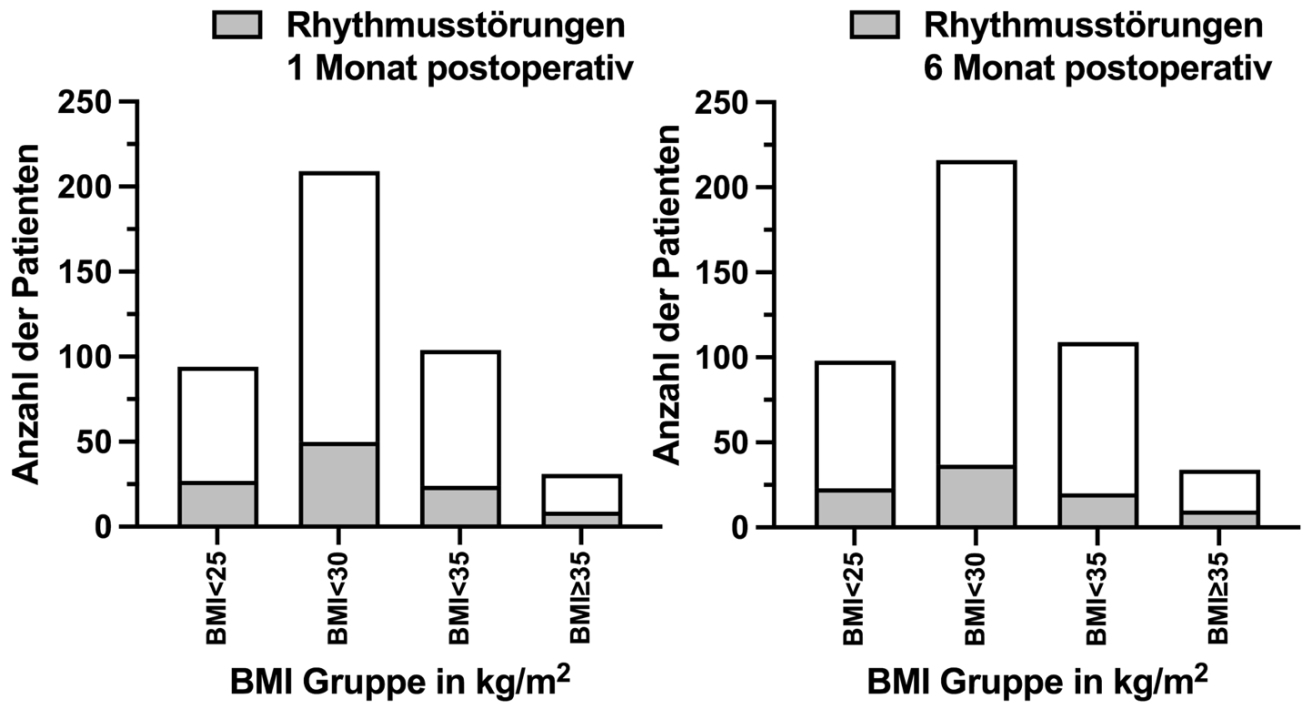
Anmerkung: 1 Monat postoperativ (link) und 6 Monate posterativ (rechts) im Vergleich der BMI-Gruppen in (kg/m^2), keine Signifikanz

5.11.3 Postoperative Rhythmusstörungen

Über postoperative Rhythmusstörungen berichteten 110 Patienten von den insgesamt 438 befragten Teilnehmern. Der größte Anteil dieser Symptome war in der vierten Gruppe mit neun Probanden (29,93 %) zu verzeichnen, gefolgt von 27 normalgewichtigen Patienten (28,72 %). In Gruppe 2 und 3 waren 23,92 % und 23,04 % betroffen. Ein Unterschied zwischen verschiedenen BMI-Klassen konnte nicht festgestellt werden, weder nach einem Monat, noch nach sechs. Die Rate der postoperativen Rhythmusstörungen war nach sechs Monaten regredient: auf 90 Patienten von 457 insgesamt. Prozentual hat sich in den einzelnen Gruppen wenig verändert. Die meisten Probleme mit Rhyhtmusstörungen haben weiterhin die Patienten mit einem BMI über 35 kg/m^2.

Abbildung 16

Herzrhythmusstörungen postoperativ im Vergleich der BMI-Gruppen



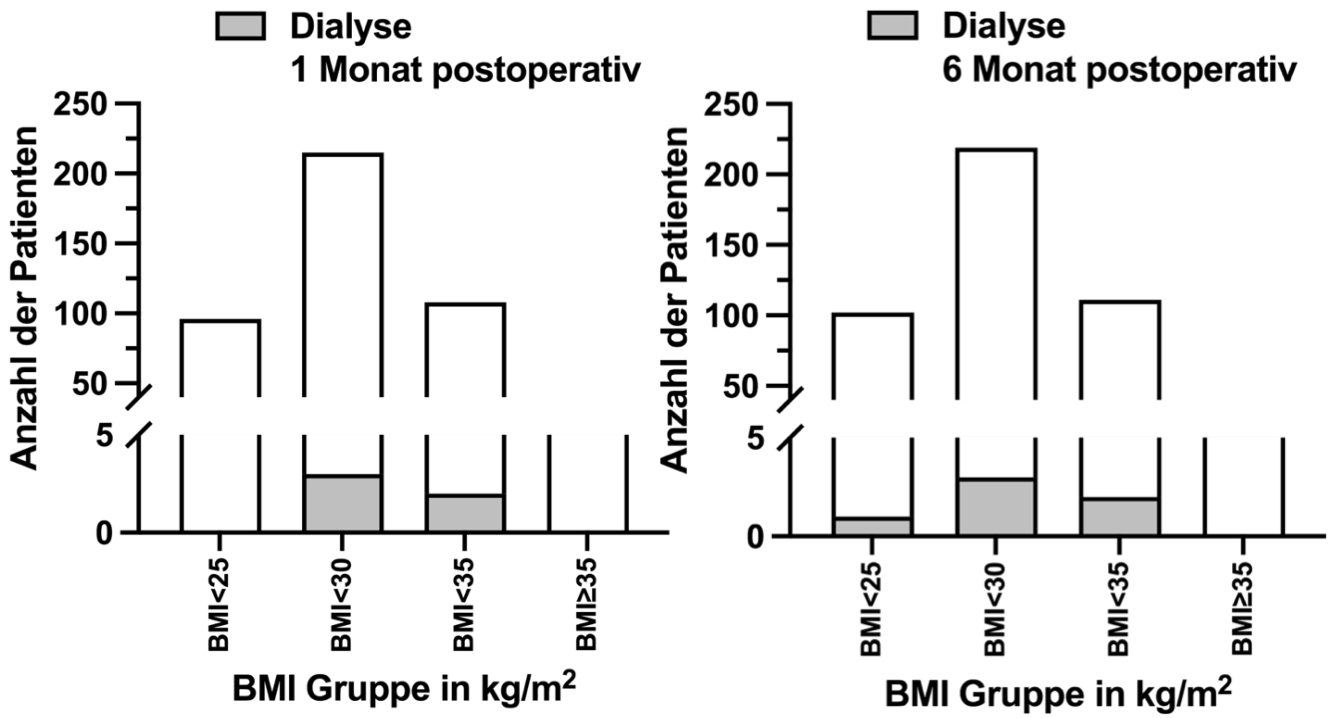
Anmerkung: 1 Monat postoperativ (links) und 6 Monate postoperativ (rechts= im Vergleich der BMI-Gruppen in (kg/m^2), keine Signifikanz

5.11.4 Postoperative Dialysepflicht

Zu einer postoperativen Dialysepflicht kam es bei drei Patienten (1,40 %) aus der zweiten BMI-Klasse und bei zwei Teilnehmern (1,85 %) aus der dritten Gruppe. Sechs Monate nach der Operation kam noch eine Person aus der normalgewichtigen Gruppe hinzu.

Abbildung 17

Dialysepflicht posterativ im Vergleich der BMI-Gruppen



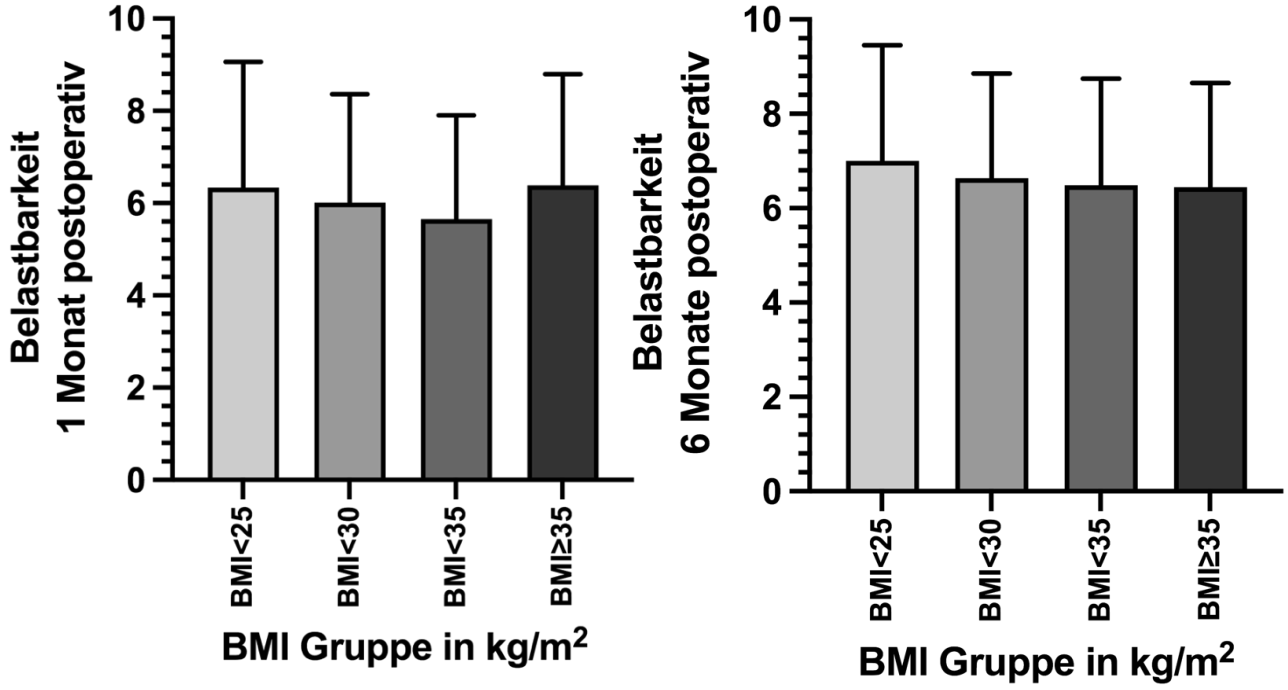
Anmerkung: 1 Monat postoperativ (links) und 6 Monate postoperativ (rechts) im Vergleich der BMI-Gruppen (in kg/m²), keine Signifikanz

5.11.5 Belastbarkeit

Einen Monat nach der Operation gaben 492 Patienten anhand einer Zahlenreihe von 1 = sehr schlechte Belastbarkeit bis 10 = sehr gute Belastbarkeit ihr subjektives Empfinden bezüglich ihrer Belastbarkeit im Alltag an. Einen Monat nach der Operation lag der Mittelwert von insgesamt 492 Befragten zwischen 5,66 bei Adipositas Grad I und 6,39 bei 36 Patienten mit einem BMI über 35 kg/m^2 am höchsten. Die Antworten normalgewichtiger Probanden erreichten einen Mittelwert von 6,34 und Teilnehmer mit einem BMI von 25–30 kg/m^2 skalierten ihre Belastbarkeit bei 6,01 im Mittelwert. Nach einem halben Jahr stieg die subjektive Belastbarkeit in jeder Gruppe an. Normosome Probanden hatten mit einem Mittelwert von 7,0 die höchste Belastbarkeit. Kaum Veränderung gab es in der zweiten und vierten Gruppe. Weder nach der Zeit, noch nach den einzelnen BMI-Klassen gab es signifikante Unterschiede

Abbildung 18

Subjektive Beurteilung der Belastbarkeit postoperativ im Vergleich der BMI-Gruppen



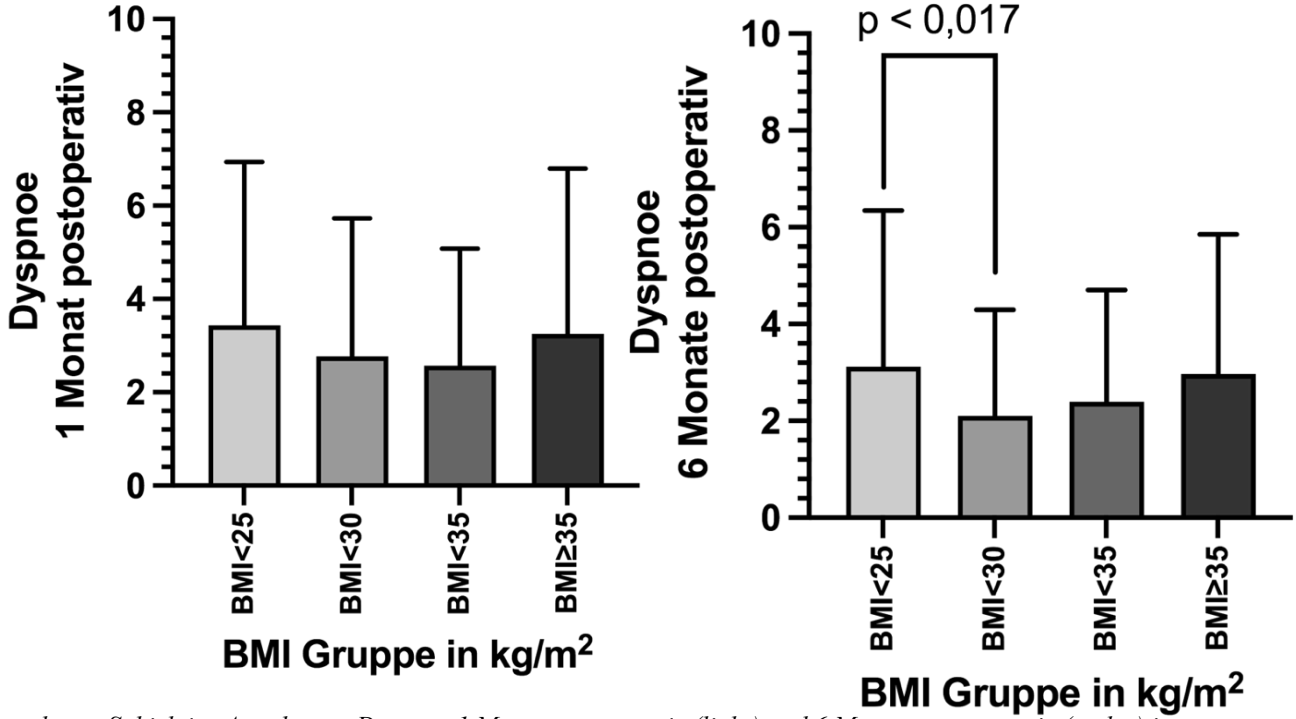
Anmerkung: 1 Monat postoperativ (links) und 6 Monate postoperativ (rechts) im Vergleich der BMI-Gruppen (in kg/m^2); Angaben zur Belastung subjektiv anhand einer Skala von 1 (sehr schlecht belastbar) bis 10 (sehr gute Belastbarkeit), keine Signifikanz

5.11.6 Dyspnoe

Im Rahmen des 1. und 2. Follow-ups sollten die Patienten auf einer Skala von 1–10 ihr subjektives Befinden zu Dyspnoe mittels eines Fragebogens angeben. Der Wert 1 gibt hierbei an, dass Patienten kaum Dyspnoe verspürten, während 10 eine sehr starke Luftnot bedeutete. Die größte Einschränkung durch Dyspnoe zeigte sich in der Gruppe der Normalgewichtigen mit einem Mittelwert von 3,43, gefolgt von Patienten mit einem BMI über 35 kg/m^2 mit einem Mittelwert von 3,25. Die beiden anderen Gruppen verzeichneten Werte um 2.
Es wurden signifikante Gruppenunterschiede in Bezug auf die 6 Monate der postoperativen Dyspnoe mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von (p = 0,004) gefunden. Die 6 Monate später auftretende Dyspnoe der Gruppe BMI <25 kg/m^2 lag mit im Mittel 3,12 Punkten mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von p = 0,017 im Games-Howell-Test signifikant höher als in der Gruppe BMI < 30 mit im Mittel 2,10 Punkten. Zwischen allen anderen BMI-Gruppen konnte in Bezug auf die postoperative Dyspnoe 6 Monate nach der Operation kein signifikanter Unterschied gefunden werden. Das subjektive Empfinden aller Patienten in den vier BMI-Gruppen hat sich 6 Monate nach der Behandlung verbessert.

Abbildung 19

Subjektive Beurteilung zu Dyspnoe postoperativ im Vergleich der BMI-Gruppen



Anmerkung: Subjektive Angaben zu Dyspnoe 1 Monat postoperativ (links) und 6 Monate postoperativ (rechts) im Vergleich der BMI-Gruppen (in kg/m^2); Dyspnoe-Angaben auf einer Skala von 1-10, von leicht nach schwer, signifikanter Unterschiede nach 6 Monaten zwischen Gruppe 1 und 2

5.11.7 Gesundheitszustand

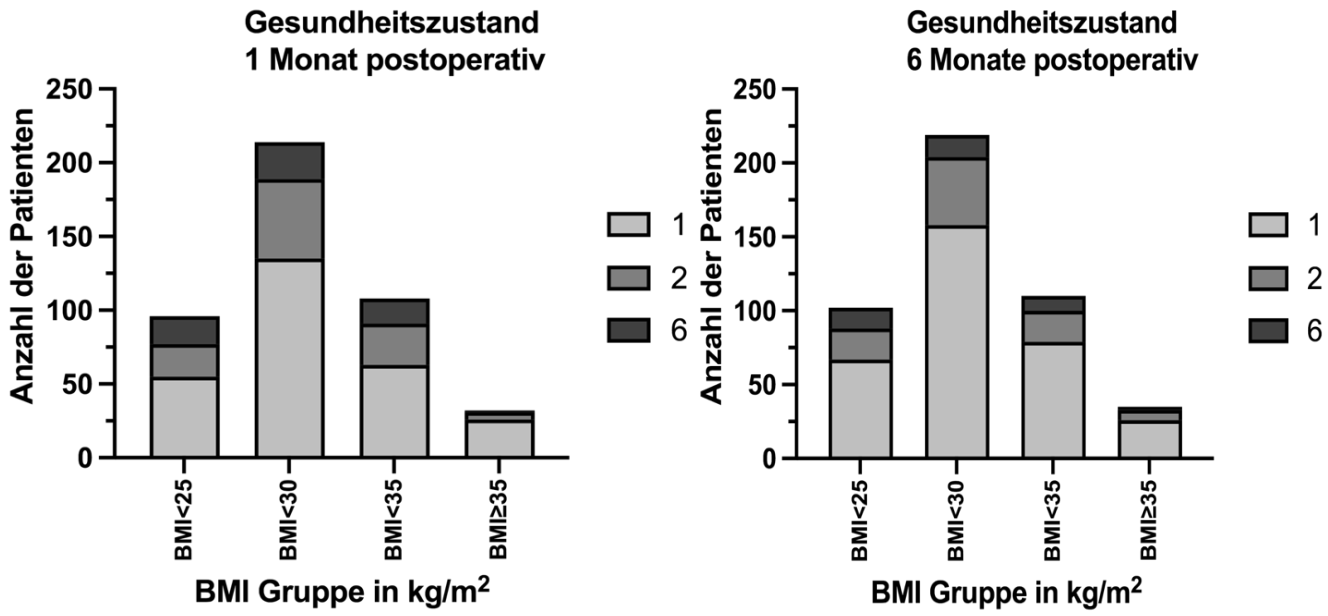
Das subjektive Befinden bewerteten Patienten wie in Abbildung 20 dargestellt: Eine Verbesserung des Zustandes (1), keine Veränderung zu vor der Operation (2) oder eine Verschlechterung des Befindens nach der Operation (6).

450 Patienten beantworteten nach einem Monat die Frage nach ihrem eigenen Gesundheitszustand. Die deutlichsten Verbesserungen gaben Probanden der letzten BMI-Gruppe an. 26 Patienten (81,25 %) aus dieser Gruppe fühlten sich nach der Operation besser, gefolgt von 135 Teilnehmern (63,08 %) aus der Gruppe mit einem BMI von 25–30 kg/m^2. 58,33 % aus der dritten Gruppen verzeichneten eine Besserung und 57,29 % mit Normalgewicht konnten eine Besserung feststellen.

Eine Verschlechterung des Gesundheitszustandes nahmen insgesamt 62 Probanden aus allen BMI-Verteilungen wahr. Am schlechtesten fühlten sich Personen aus der Gruppe der Normosomen mit 19,97 %, gefolgt von 15,74 % Mitgliedern der dritten Gruppe. Nur eine Person mit einem BMI über 35 kg/m^2 gab an, dass sich ihr subjektiver Gesundheitszustand verschlechterte. Die höchste Rate (25,93 %) ohne Veränderung durch eine Operation bildeten Patienten aus der dritten Klassifikation, knapp vor den Teilnehmern mit Übergewicht (25,23 %). Bei einer erneuten Befragung von n = 466 nach sechs Monaten blieb die Reihenfolge der Gruppenverteilung bezüglich einer Verbesserung gleich. Führend mit 74,29 % Verbesserung des Gesundheitszustandes war immer noch die Gruppe mit den höchsten BMI-Werten. Die Normalgewichtigen besetzen den letzten Rang mit 65,69 %. Diese Gruppe berichtete am häufigsten von einer Zustandsverschlechterung nach sechs Monaten mit 13,73 %. Nur zwei Probanden aus der BMI-Gruppe über 35 kg/m^2 gaben eine Verschlechterung an. In allen vier Gruppen lag ein unverändertes Empfinden zum Gesundheitszustand um 20 % vor. Es konnte keine Signifikanz verzeichnet werden über die verschiedenen Gruppen.

Abbildung 20

Subjektive Bewertung des Gesundheitszustandes postoperativ nach BMI-Gruppen



Anmerkung: 1 Monat postoperativ (links) und 6 Monate postoperativ (rechts) im Vergleich der BMI-Gruppen (in kg/m²), Gesundheitszustand: 1 = besser, 2 = gleich, 6 = schlechter

5.11.8 Gesundheitszustand im Trend

In einer Gegenüberstellung mit n = 442 Patienten wurde der zeitliche Verlauf des subjektiven Empfindens in Bezug auf den Gesundheitszustand ermittelt. Gemessen wurden die Veränderung nach einem halben Jahr im Vergleich zu einem Monat nach der Operation.

Tabelle 12

Gegenüberstellung des subjektiven Gesundheitszustandes

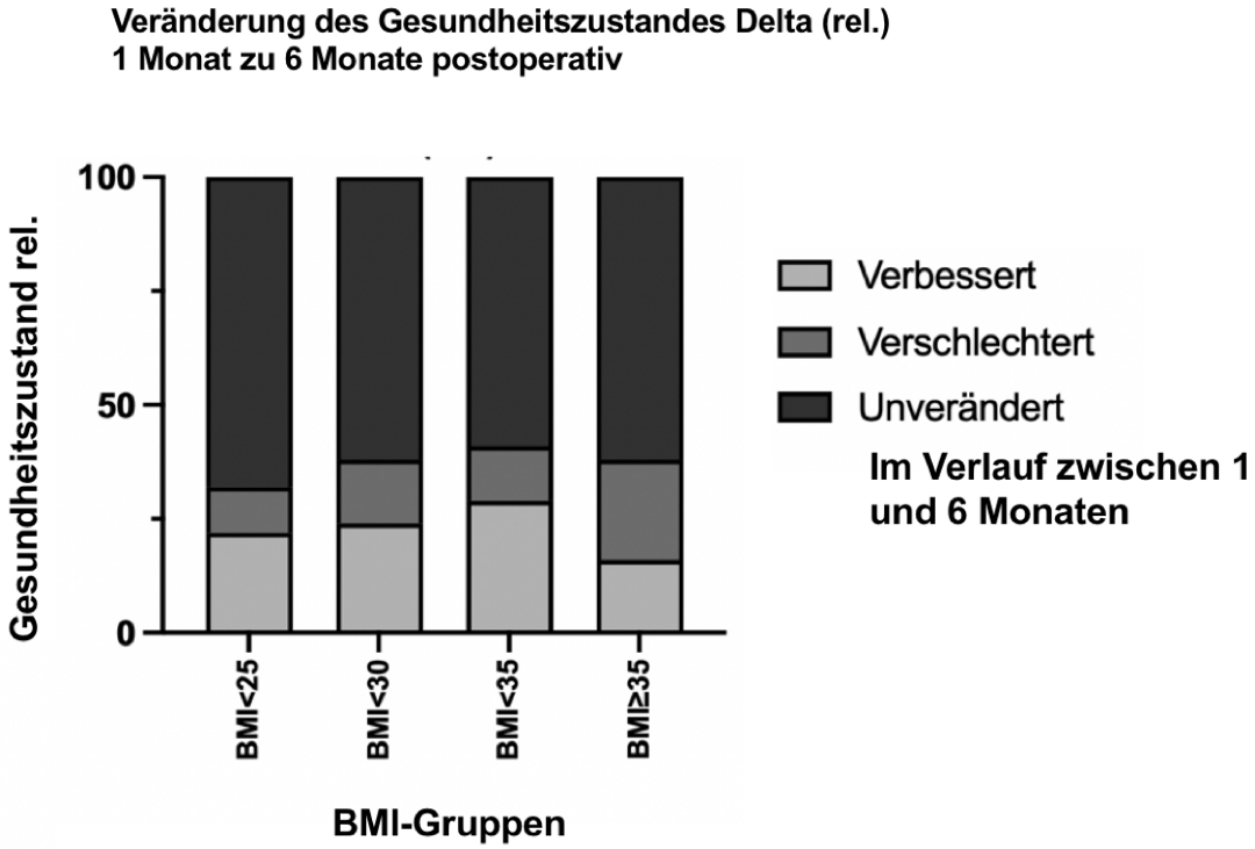
	Absolut				*Relativ*			
	Besser	*Schlechter*	*Gleich*	*Gesamt*	*Besser*	*Schlechter*	*Gleich*	*Gesamt*
BMI<25	20	9	62	91	22,0%	9,9%	68,1%	100%
BMI<30	51	30	131	212	24,1%	14,2%	61,8%	100%
BMI<35	31	13	63	107	29,0%	12,1%	58,9%	100%
BMI≥35	5	7	20	32	15,6%	21,9%	62,5%	100%
Gesamt	107	59	276	442	24,2%	13,3%	62,4%	100%

Anmerkung: sechs Monate postoperativ und einem Monat postoperativ in absoluten und relativen Zahlen, aufgeteilt nach BMI-Gruppen in kg/m²

Abbildung 21 zeigt eine Veränderung des subjektiven Gesundheitszustandes der Patienten ein halbes Jahr postoperativ im Vergleich zu einem Monat nach dem Eingriff.
Es lässt sich der Trend erkennen, dass sich der Gesundheitszustand zwischen der Erhebung einen und sechs Monate nach dem Eingriff bei 24,2 % der Patienten im Verlauf verbessert hat. Verschlechtert hat sich der subjektiv beurteilte Zustand in dieser Zeitspanne bei 13,3 % der Probanden. Die Mehrheit der Befragten stellten im zeitlichen Verlauf zwischen einem und sechs Monaten postoperativ keine Veränderung zu ihrem Zustand fest (62,4 %). Im Chi-Quadrat-Test konnte keine Abhängigkeit der Veränderung des Gesundheitszustandes zwischen 1 und 6 Monaten von den BMI-Gruppe festgestellt werden (p = 0,4641).

Abbildung 21

Veränderung des Gesundheitszustandes im Verlauf zwischen 1 und 6 Monaten nach BMI-Gruppen



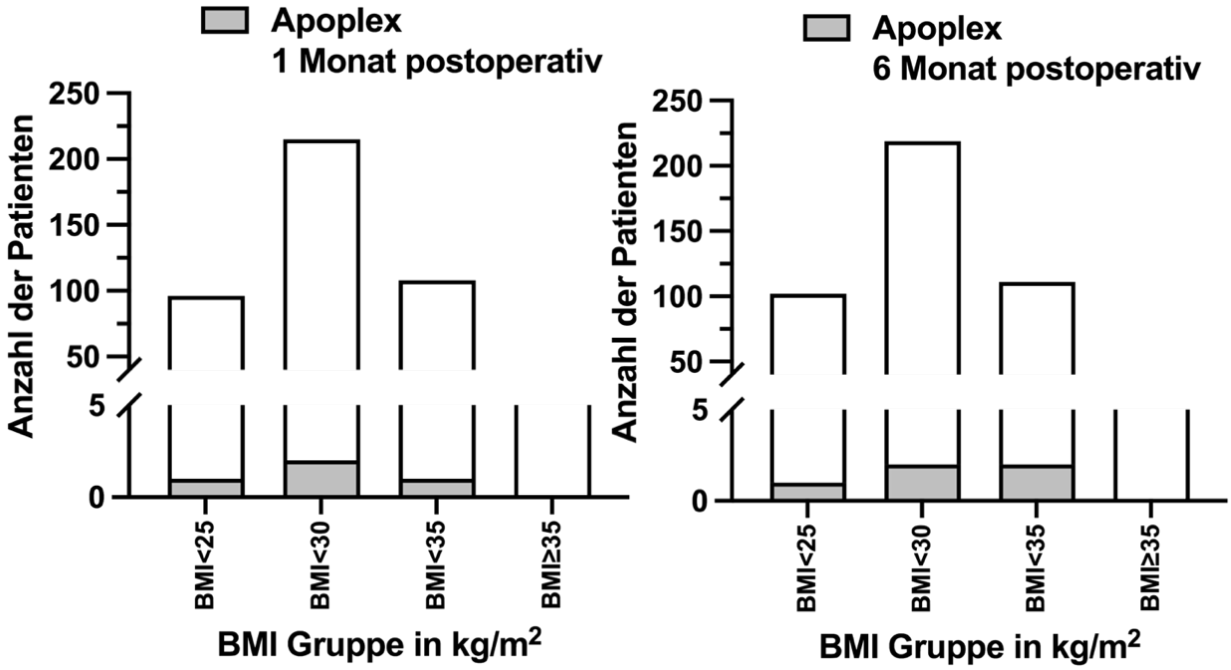
Anmerkung: Delta (rel.) im Vergleich von einem Monat zu 6 Monate nach der Operation. Verbessert = Zustand ist nach 6 Monaten besser als nach 1 Monat; verschlechtert = Zustand ist nach 6 Monaten schlechter als nach 1 Monat; unverändert = keine Veränderung im Zustand

5.11.9 Postoperativer Apoplex

Nach einem Monat verzeichneten vier Teilnehmer einen Apoplex: zwei Probanden aus der zweiten BMI-Gruppe und jeweils ein normalgewichtiger und ein Patient mit Adipositas Grad I. Sechs Monate später kam lediglich ein Patient mit einem Schlaganfall hinzu. Es konnte kein Unterschied in den vier BMI-Gruppen – weder nach einem Monat noch nach sechs Monaten – erkannt werden.

Abbildung 22

Apoplex postoperativ im Vergleich der BMI-Gruppen



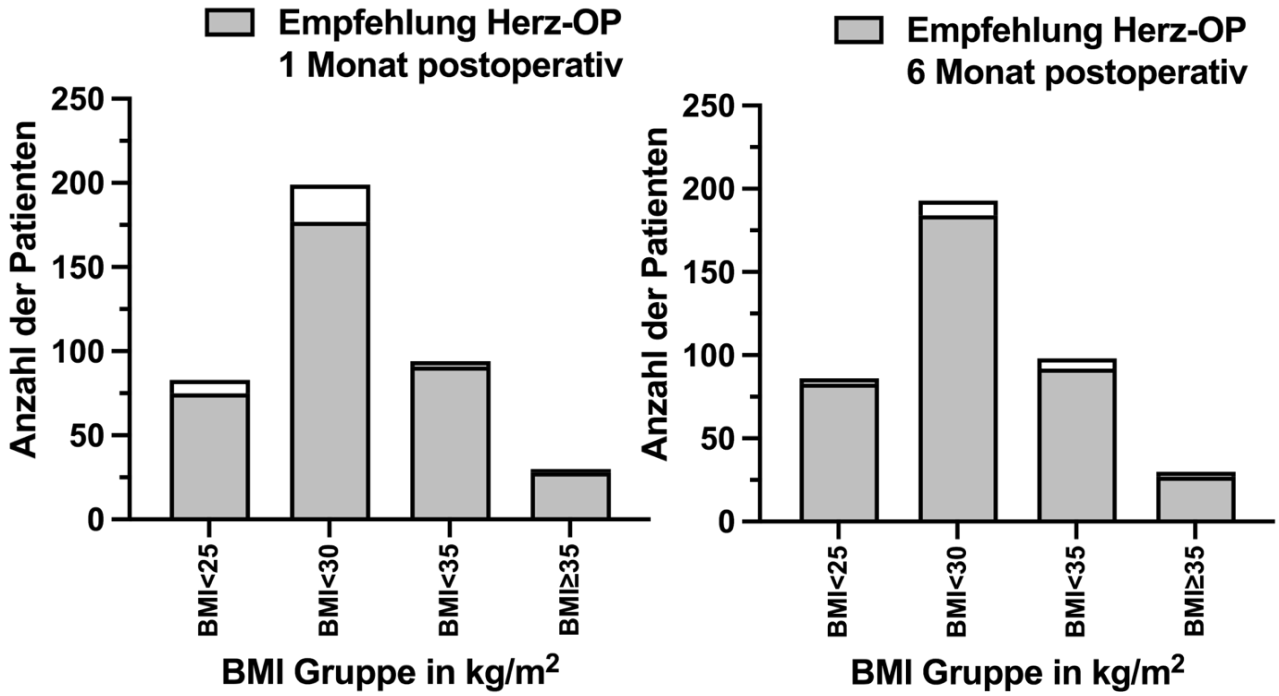
Anmerkung: 1 Monat postoperativ (links) und 6 Monate postoperativ (rechts) im Vergleich der BMI-Gruppen in kg/m², kein signifikanter Unterschied

5.11.10 Empfehlung für eine Herz-Operation

Abbildung 24 zeigt die Ergebnisse der Befragung der Studienteilnehmer über eine Empfehlung zu einer Herz-Operation nach einem Monat und sechs Monate nach ihrer durchgeführten Operation. 371 Patienten von 406 würden nach einem Monat postoperativ eine Herzoperation empfehlen. Die höchste Rate lag bei den übergewichtigen Patienten mit 96,81 %, alle anderen Gruppen würden ebenfalls mit über 90 % dazu raten. Bei der zweiten Befragung lag die höchste Empfehlungsquote in der Gruppe mit den normalgewichtigen Patienten bei 96,51 % und die niedrigste bei den Patienten mit einem BMI von über 35 kg/m^2. Die beiden anderen Gruppen lagen bei der Befragung jedoch ebenso über 90 %. Eine Abhängigkeit zum BMI konnte nicht gezeigt werden

Abbildung 23

Empfehlung einer erneuten Herzoperation postoperativ nach BMI-Gruppen



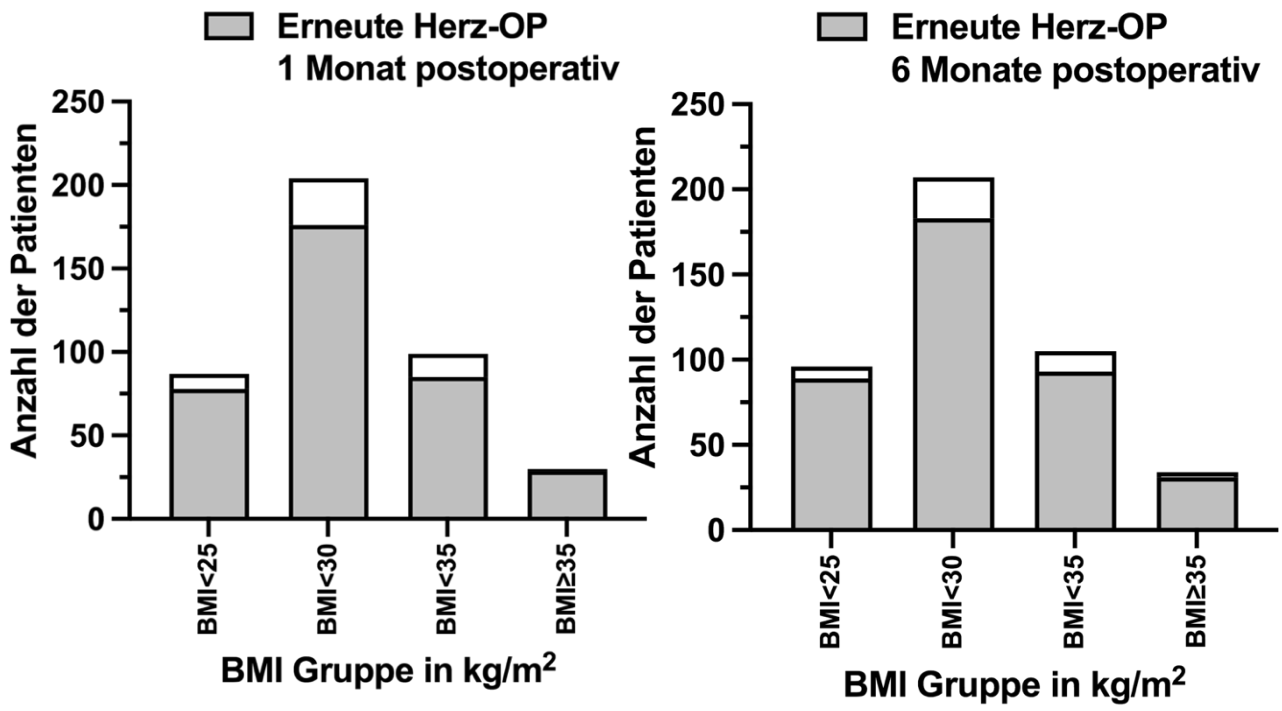
Anmerkung: 1 Monat postoperativ (links) und 6 Monate postoperativ (rechts) im Vergleich der BMI-Gruppen (in kg/m^2), keine Signifikanz

5.11.11 Erneute Herzoperation

Ein weiteres Item war die Befragung von Patienten zu ihrer Meinung bzgl. einer erneuten Herzoperation ein und sechs Monate nach der jeweils stattgefundenen Operation. 386 Patienten von 420 würden sich erneut operieren lassen. Den größten Anteil stellt dabei die vierte BMI-Gruppe mit 96,67 %, die niedrigste Bereitschaft mit 85,86 % war bei Übergewichtigen zu verzeichnen. Sechs Monate später würden 93,71 % der Untergewichtigen eine erneute Herzoperation befürworten. Alle anderen Gruppen verzeichnen ebenfalls hohe Prozentwerte

Abbildung 24:

Durchführung einer erneuten Herzoperation postoperativ im Vergleich der BMI-Gruppen



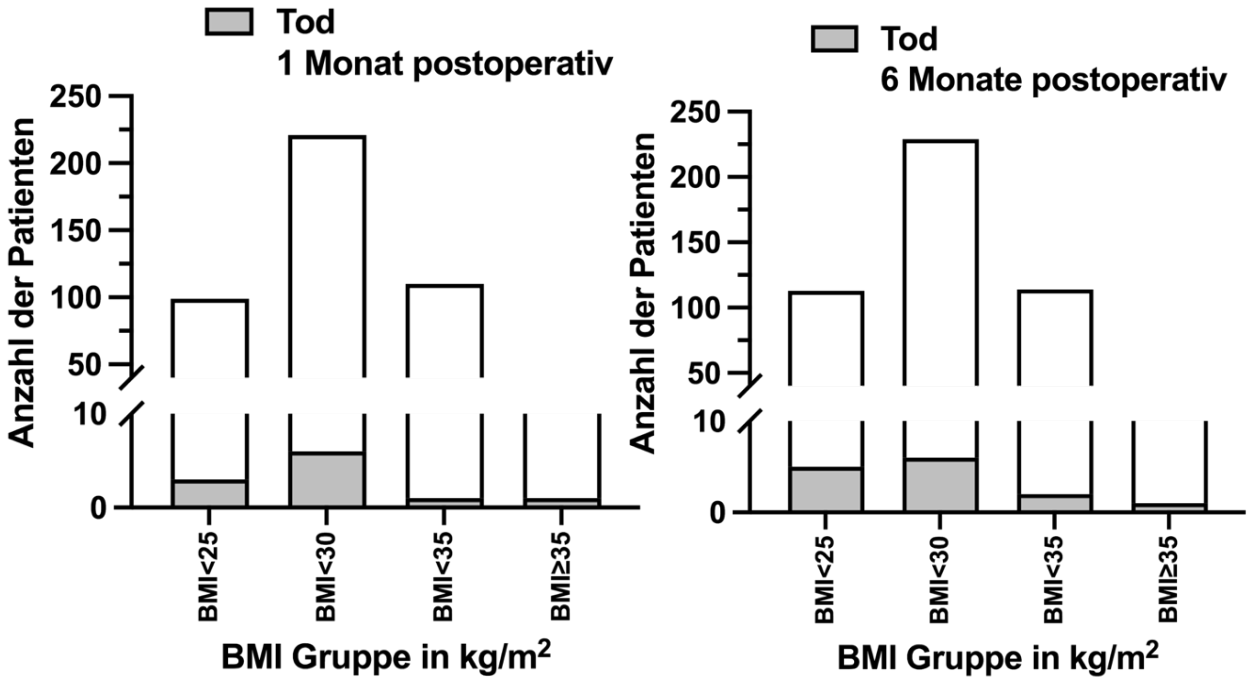
Anmerkung: 1 Monat postoperativ (links) und 6 Monate postoperativ (rechts) im Vergleich der BMI-Gruppen (in kg/m²), keine Signifikanz

5.11.12 Tod

Innerhalb des ersten Monats nach der Operation sind 11 Personen von insgesamt 463 Befragten verstorben. Die meisten Todesfälle mit 6 Personen gab es in der Gruppe mit einem BMI von 25–30 kg/m^2. In der normosomen Gruppe wurden drei Todesfälle verzeichnet und jeweils ein Teilnehmer in Gruppe 3 und Gruppe 4 war zu diesem Zeitpunkt verstorben. Nach sechs Monaten kamen noch zwei weitere Todesfälle hinzu.

Abbildung 25

Anzahl der Todesfälle postoperativ im Vergleich der BMI-Gruppen



Anmerkung: 1 Monat postoperativ (links) und 6 Monate postoperativ (rechts) im Vergleich der BMI-Gruppen in (kg/m^2), keine Signifikanz

5.12 Prä- und postoperative Eingriffe im Vergleich

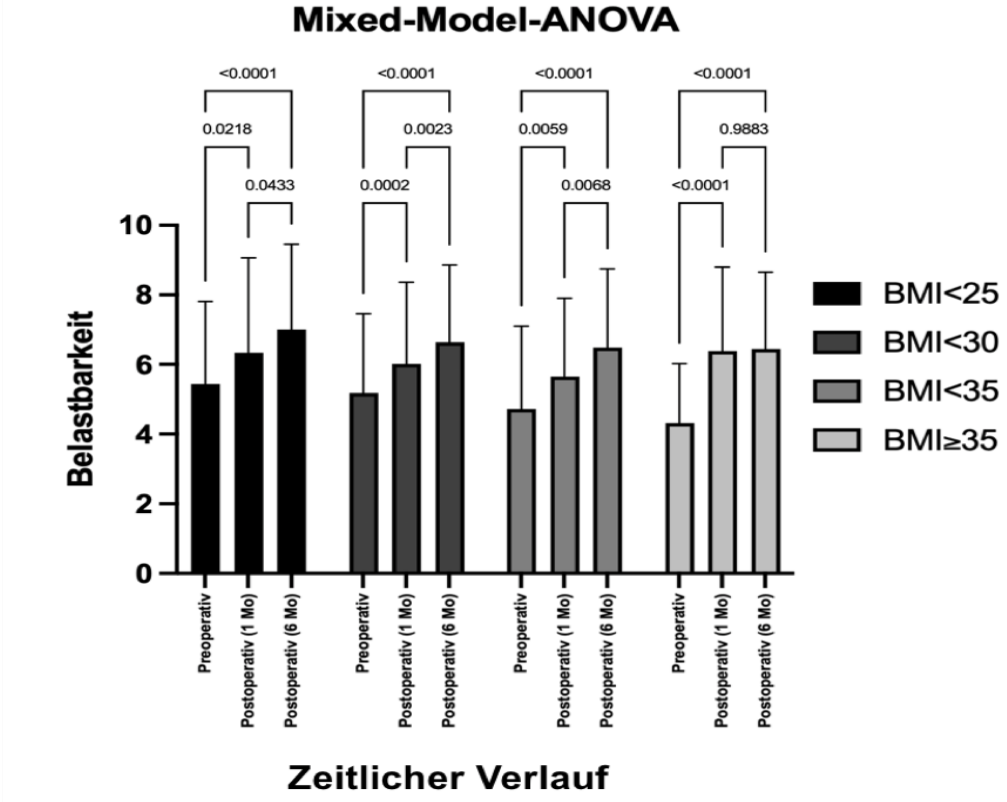
Die Parameter „Belastbarkeit“ und „Dyspnoe“ wurden prä- und postoperativ von den Patienten subjektiv eingeschätzt und auf Unterschiede in den verschiedenen BMI-Klassen hin untersucht.

5.12.1 Belastbarkeit der verschiedenen BMI-Gruppen im zeitlichen Verlauf

In einer Mixed-Model-ANOVA wurde die Belastbarkeit im zeitlichen Verlauf in den Kategorien präoperativ, einem Monat postoperativ und ein halbes Jahr nach der Operation in den vier verschiedenen BMI-Gruppen gegenübergestellt. Abbildung 26 zeigt in jeder einzelnen BMI-Gruppe eine Verbesserung der Belastbarkeit der Probanden im zeitlichen Verlauf.
Es wurden signifikante Haupteffekte zwischen den zugehörigen Gruppen für die Zeit ($p < 0{,}0001$) und für die BMI-Gruppe ($p = 0{,}0222$) gefunden. Die Interaktion dieser beiden unabhängigen Variablen stellte sich nicht signifikant dar ($p = 0{,}348$). Eine gegenseitige Beeinflussung in Bezug auf die Belastbarkeit der Patienten kann somit ausgeschlossen werden. Die Haupteffekte können störungsfrei voneinander interpretiert werden.

Abbildung 26

Vergleich der subjektiven Belastbarkeit im zeitlichen Verlauf zwischen prä- und postoperativ



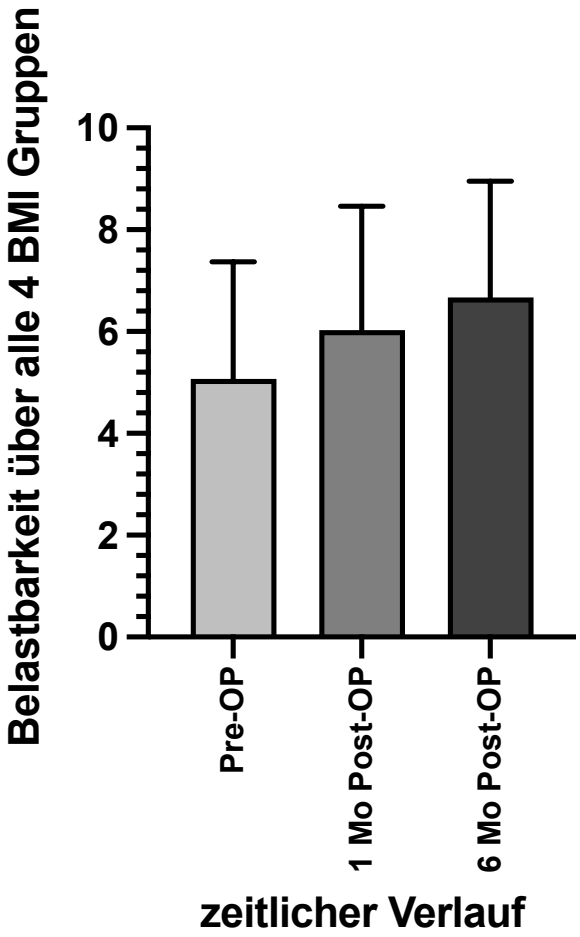
Anmerkung: Verlauf der Belastbarkeit in Bezug auf alle 4 BMI-Gruppen in kg/m² mit signifikanten Unterschieden

5.12.2 Belastbarkeit prä- zu postoperativ

Die Belastbarkeit in den verschiedenen BMI-Kohorten variierte signifikant zwischen den Messzeiten mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von $p < 0{,}001$. Ein stufenweiser Anstieg von präoperativ mit im Mittel 5,10 Punkten über einen Monat postoperativ mit im Mittel 6,02 Punkten zu 6 Monate postoperativ mit im Mittel 6,64 Punkten ist erkennbar. Aufgrund von fehlender Sphärizität (Mauchly-Test p-Wert < 0,001) wurde eine Greenhouse-Geissner-Korrektur durchgeführt. Für alle gefundenen Unterschiede zwischen den Messzeitpunkten betrug die Irrtumswahrscheinlichkeit maximal $p = 0{,}001$.

Abbildung 27

Vergleich der subjektiven Belastbarkeit von allen Patienten im zeitlichen Verlauf zwischen prä- und postoperativ

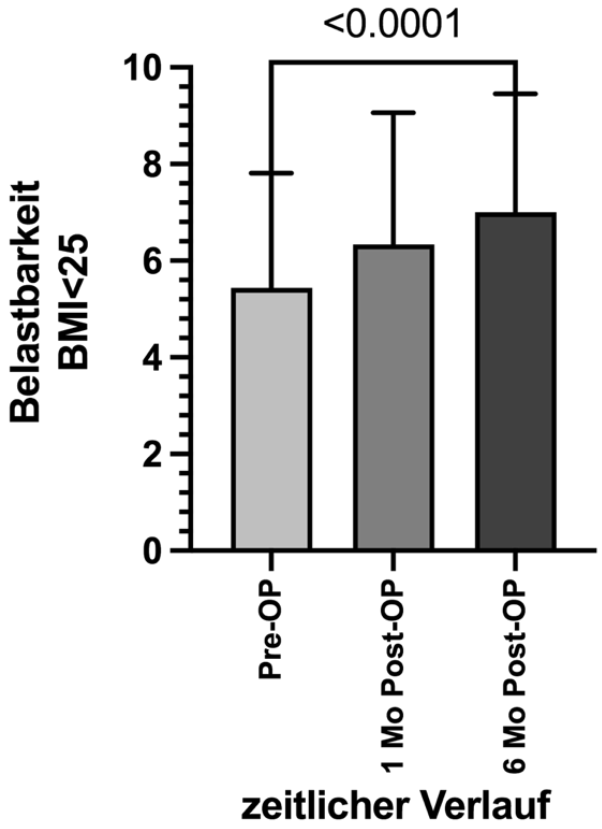


Anmerkung: Belastbarkeit im Vergleich präoperativ, einen Monat nach Operation und sechs Monate nach Operation über die komplette Kohorte mit signifikaten Unterschieden

In der Gruppe BMI < 25 kg/m^2 wurde die Belastbarkeit signifikant anders zwischen den Messzeitpunkten mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von p < 0,001 angegeben. Die Belastbarkeit steigerte sich präoperativ mit im Mittel 5,52 Punkten gegenüber der Belastbarkeit nach 6 Monaten mit im Mittel 6,89 Punkten signifikant p< 0,0001. Zwischen allen anderen Messzeitpunkten konnte im Kontext auf die Belastbarkeit kein signifikanter Unterschied gefunden werden.

Abbildung 28

Vergleich der subjektiven Belastbarkeit von Patienten mit einem BMI < 25 kg/m^2 präoperativ, einen- und sechs Moante postoperativ

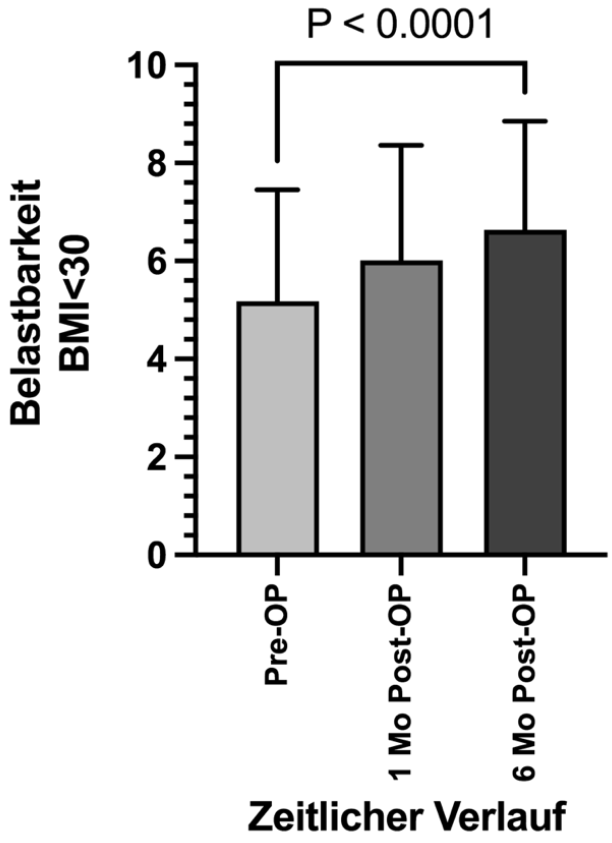


Anmerkung: subjektiven Belastbarkeit von Patienten mit einem BMI unter 25 kg/m^2 im zeitlichen Verlauf mit signifikanten Unterschieden

In der zweiten Gruppe lag die Irrtumswahrscheinlichkeit bei p < 0,001 in Bezug auf die Belastbarkeit mit signifikanten Unterschieden zwischen den Messzeitpunkten (Mauchly-Test p-Wert 0,057). Es bestand eine Sphärizität. Konkret stieg die Belastbarkeit von präoperativ mit im Mittel 5,19 Punkten über einen Monat postoperativ mit im Mittel 6,04 Punkten zu 6 Monaten postoperativ mit im Mittel 6,63 Punkten im Verlauf signifikant p< 0,0001 an.
Für alle gefundenen Unterschiede zwischen den Messzeitpunkten betrug die Irrtumswahscheinlichkeit maximal p = 0,004.

Abbildung 29

Vergleich der subjektiven Belastbarkeit von Patienten mit einem BMI < 30 kg/m² präoperativ, einen- und sechs Moante postoperativ

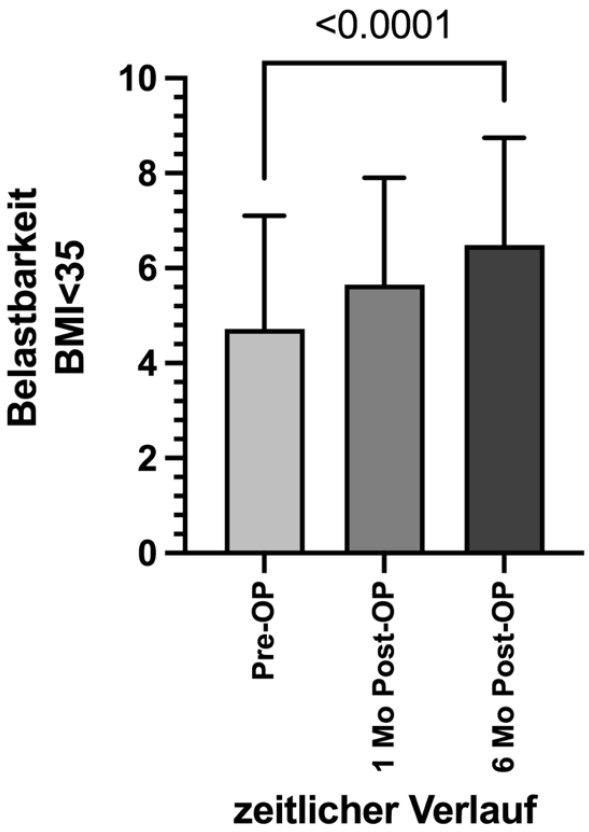


Anmerkung: Signifikante Unterschiede zwischen den verschiedenen Zeitpunkten

Adipositas-Grad-I-Patienten entwickelten eine unterschiedliche Belastbarkeit über die Zeiträume; dies bildete sich mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von p< 0,001 ab. Es bestand eine Sphärizität (Mauchly-Test p-Wert 0,353). Präoperativ gaben sie im Schnitt 4,75 Punkte, einen Monat danach 5,66 Punkte und nach einem halben Jahr 6,49 Punkte bei ihrer subjektiven Belastbarkeit an p< 0,0001. Für alle gefundenen Unterschiede zwischen den Messzeitpunkten betrug die Irrtumswahrscheinlichkeit maximal p = 0,008.

Abbildung 30

Vergleich der subjektiven Belastbarkeit von Patienten mit einem BMI < 35 kg/m² präoperativ, einen- und sechs Moante postoperativ

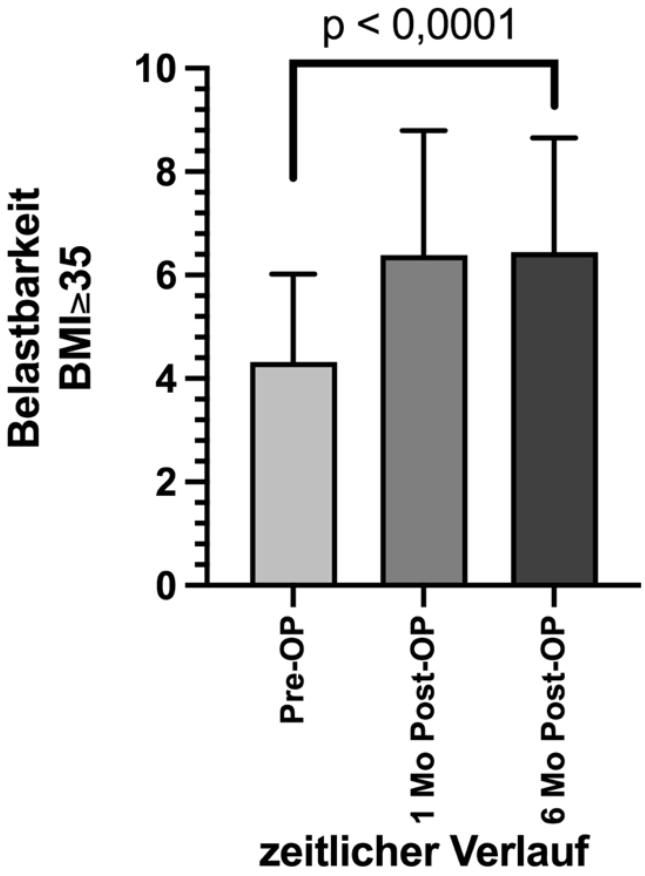


Anmerkung: subjektiven Belastbarkeit von Patienten mit einem BMI unter 35 kg/m² im zeitlichen Verlauf mit signifikanten Unterschieden zu den verschiedenen Messzeitpunkten

Es wurden innerhalb der Gruppe BMI ≥35 kg/m^2 in Bezug auf die Belastbarkeit signifikante Unterschiede zwischen den Messzeitpunkten mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von $p < 0{,}001$ gefunden. Es bestand Sphärizität ($p = 0{,}965$). Konkret stieg die Belastbarkeit von präoperativ mit im Mittel 4,36 Punkten gegenüber einem Monat postoperativ mit im Mittel 6,39 Punkten und sechs Monate postoperativ mit im Mittel 6,44 Punkten signifikant $p < 0{,}0001$ an. Zwischen den Messzeitpunkten „ein Monat postoperativ" und „sechs Monate postoperativ" konnte in Bezug auf die Belastbarkeit kein signifikanter Unterschied gefunden werden. Für alle gefundenen Unterschiede zwischen den Messzeitpunkten betrug die Irrtumswahrscheinlichkeit maximal $p= 0{,}001$.

Abbildung 31

Vergleich der subjektiven Belastbarkeit von Patienten mit einem BMI > 35 kg/m^2 präoperativ, einen- und sechs Moante postoperativ



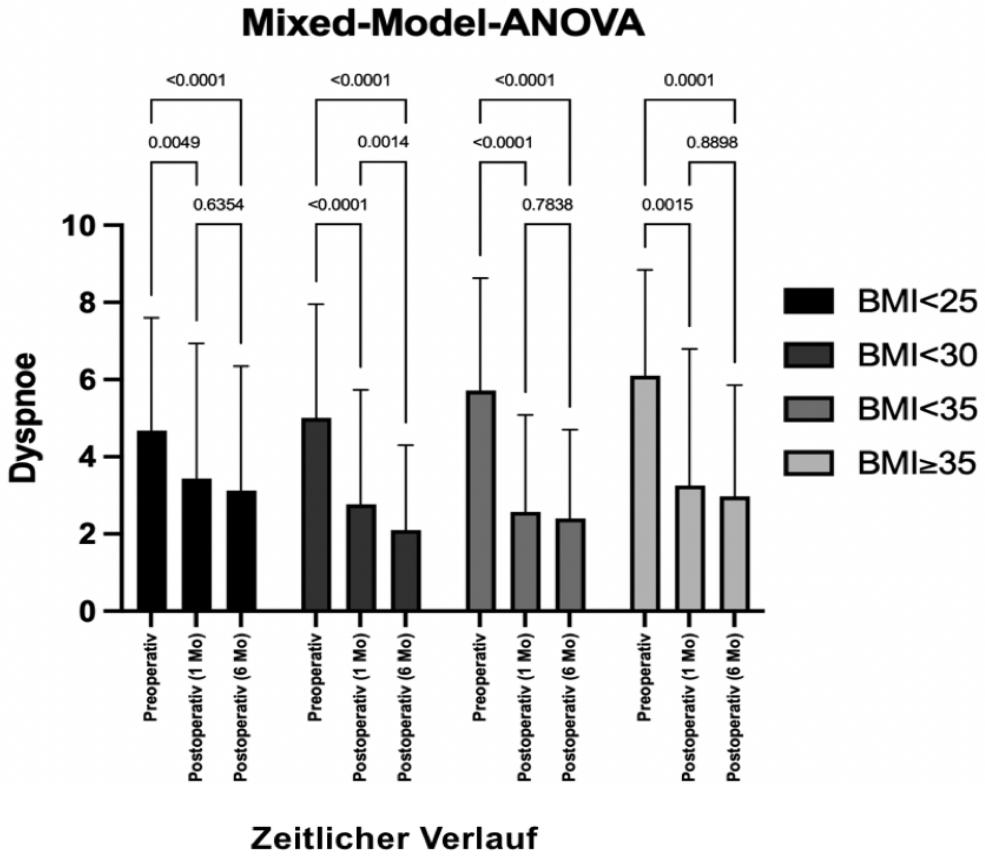
Anmerkung: subjektiven Belastbarkeit von Patienten mit einem BMI über 35 kg/m^2 im zeitlichen Verlauf mit signifikanten Unterschieden im zeitlichen Verlauf

5.12.3 Dyspnoe in den verschiedenen BMI-Gruppen und im zeitlichen Verlauf

Die Variable Dyspnoe wurde in einer Mixed-Model-ANOVA im zeitlichen Verlauf und in Bezug auf die verschiedenen BMI-Klassen gegenübergestellt. In allen vier Klassen nimmt bei den Probanden über die Zeit betrachtet die Einschränkung durch die Dyspnoe ab. Die größten Effekte wurden über alle Gruppen hinweg im Vergleich zwischen präoperativ und einem Monat nach dem Eingriff festgestellt. Zwischen einem und sechs Monate postoperativ stellt sich ebenfalls eine Verbesserung ein, diese war jedoch vergleichsweise weniger ausgeprägt.
Es wurden signifikante Haupteffekte zwischen den zugehörigen Gruppen für die Zeit ($p < 0{,}0001$) und für die BMI-Gruppe ($p = 0{,}0465$) gefunden. Die Interaktion dieser beiden unabhängigen Variablen stellte sich signifikant dar ($p < 0{,}01$), woraus sich ableiten lässt, dass diese sich gegenseitig in Bezug auf die Dyspnoe der Patienten beeinflussen und die Haupteffekte damit nicht störungsfrei, also unabhängig voneinander interpretiert werden können, sondern immer eine gemeinsame Betrachtung von BMI-Gruppe und Zeitpunkt erfolgen muss, wenn man Dyspnoe-Werte miteinander vergleicht.

Abbildung 32

Vergleich der subjektiven Dyspnoe im zeitlichen Verlauf zwischen prä- und postoperativ



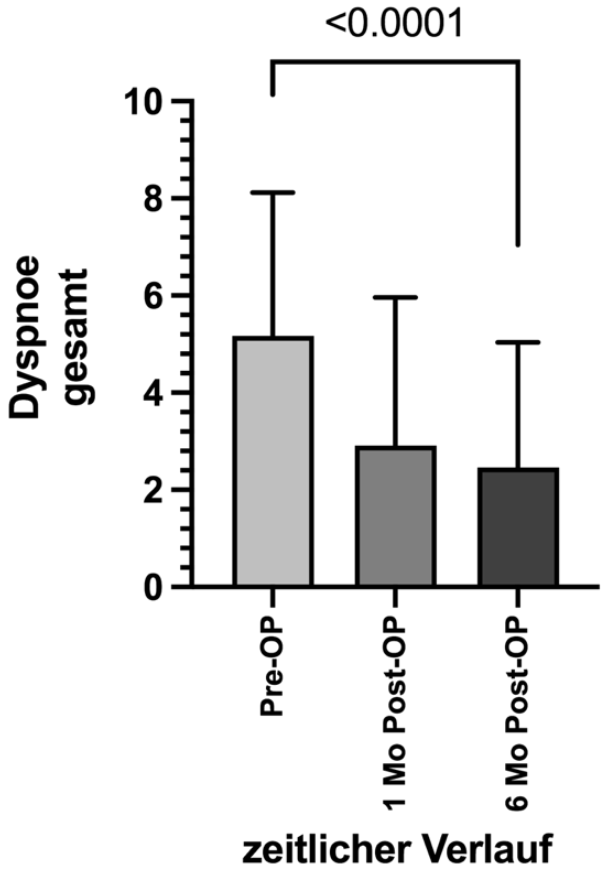
Anmerkung: Verlauf in Bezug auf alle 4 - BMI-Gruppen in kg/m²mit signifikanten Unterschieden

5.12.4 Dyspnoe prä- zu postoperativ

Es wurden über alle BMI-Gruppen hinweg in Bezug auf die Dyspnoe signifikante Unterschiede zwischen den Messzeitpunkten mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von $p < 0{,}001$ gefunden. Der Anfangwerte vor dem Eingriff lag bei 5,17 Punkten im Mittel. Innerhalb des ersten Monats nach der OP verringerte sich dieser Wert auf 2,88 Punkte im Mittel. Sechs Monate nach der Operation wurde ein Wert von 2,41 Punkten erreicht $p < 0{,}0001$. Aufgrund von fehlender Sphärizität ($p < 0{,}001$) wurde eine Greenhouse-Geisser-Korrektur durchgeführt. Für alle gefundenen Unterschiede zwischen den Messzeitpunkten betrug die Irrtumswahrscheinlichkeit maximal $p = 0{,}003$.

Abbildung 33

Vergleich der subjektiven Dyspnoe von allen Patienten im zeitlichen Verlauf zwischen prä- und postoperativ

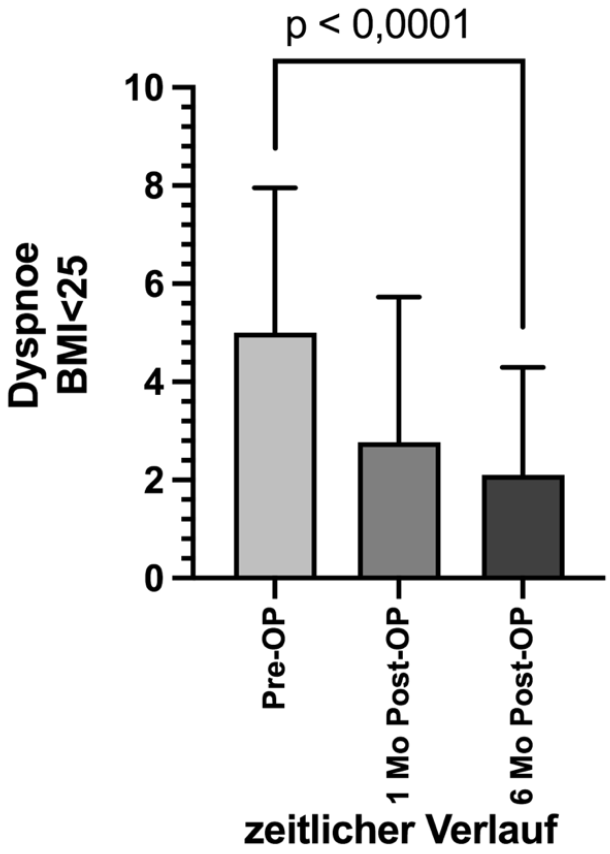


Anmerkung: im Vergleich präoperativ, einen Monat nach Operation und sechs Monate nach Operation über die komplette Kohorte, signifikante Unterschiede zwischen den verschiedenen Messzeitpunkten

Die Werte der ersten Gruppen mit einem BMI unter 25 kg/m^2 verzeichneten statistisch signifikante Unterschiede zwischen prä-und postoperativ mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von $p < 0{,}001$. Vor der Operation gaben die Probanden einen Wert von 4,72 Punkten im Mittel an. Im Vergleich zum Monat nach der Operation fiel der Wert auf 3,27 Punkten im Mittel. Ein halbes Jahr später wurde ein Wert von 2,90 Punkten verzeichnet $p < 0{,}0001$. In Bezug auf die Dyspnoe konnte kein signifikanter Unterschied gefunden werden zwischen den Messzeitpunkten ein Monat und sechs Monate nach der Operation. Es lag Sphärizität (Mauchly-Test $p= 0{,}360$) vor. Für alle gefundenen Unterschiede zwischen den Messzeitpunkten betrug die Irrtumswahrscheinlichkeit maximal $p = 0{,}001$.

Abbildung 34

Vergleich der subjektiven Dyspnoe von Patienten mit einem BMI < 25 kg/m^2 präoperativ, einen- und sechs Moante postoperativ

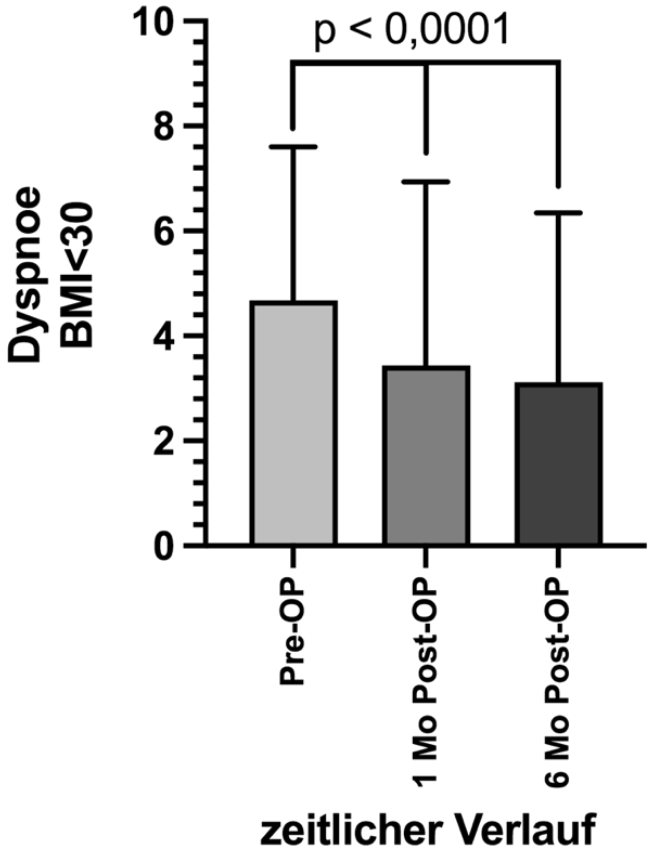


Anmerkung: subjektive Dyspnoe von Patienten mit einem BMI unter 25 kg/m^2 im zeitlichen Verlauf mit signifikanten Unterschieden

Ein ähnliches Bild zeigte sich in der Gruppe mit den übergewichtigen Probanden ($p < 0{,}001$ rmANOVA). Präoperativ begannen sie durchschnittlich mit einem Wert von 4,97 Punkten. Nach einem Monat lag der Wert bereits bei 2,79 Punkten mit stetiger Verbesserung. Nach einem halben Jahr liess sich ein Wert von 2,10 Punkten feststellen. Aufgrund von fehlender Sphärizität (Mauchly-Test $p < 0{,}001$) wurde eine Greenhouse-Geisser-Korrektur durchgeführt. Für alle gefundenen Unterschiede zwischen den Messzeitpunkten betrug die Irrtumswahrscheinlichkeit maximal $p = 0{,}001$.

Abbildung 35

Vergleich der subjektiven Dyspnoe von Patienten mit einem BMI < 30 kg/m² präoperativ, einen- und sechs Moante postoperativ

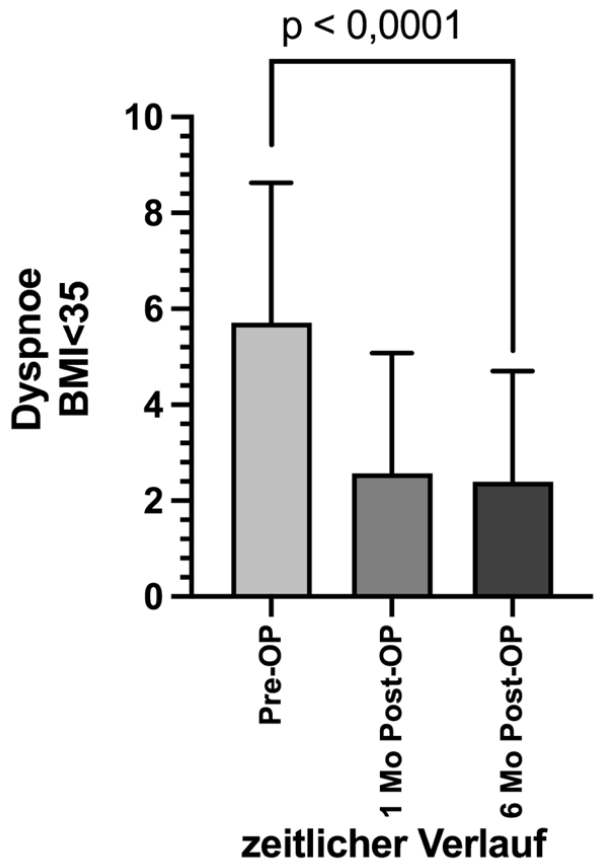


Anmerkung: subjektive Dyspnoe von Patienten mit einem BMI von 25-30 kg/m² im zeitlichen Verlauf mit signifikanten Unterschieden

Es wurden innerhalb der Gruppe BMI < 35 kg/m^2 in Bezug auf die Dyspnoe signifikante Unterschiede zwischen den Messzeitpunkten mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von p < 0,001 gefunden. Präoperativ lagen die Werte für Dyspnoe bei 5,69 Punkten im Mittel. Einen Monat postoperativ verringerten sich die Werte auf durchschnittlich 2,57 Punkte. Ein halbes Jahr nach der Herzoperation fielen die Werte auf 2,40 Punkte im Mittel signifikant ab. Zwischen den Messzeitpunkten 1 Monat postoperativ und 6 Monate postoperativ konnte in Bezug auf die Dyspnoe kein signifikanter Unterschied gefunden werden. Aufgrund von fehlender Sphärizität (Mauchly-Test p = 0,003) wurde eine Greenhouse-Geissner-Korrektur durchgeführt. Für alle gefundenen Unterschiede zwischen den Messzeitpunkten betrug die Irrtumswahrscheinlichkeit maximal p = 0,001.

Abbildung 36

Vergleich der subjektiven Dyspnoe von Patienten mit einem BMI < 35 kg/m^2 präoperativ, einen- und sechs Moante postoperativ

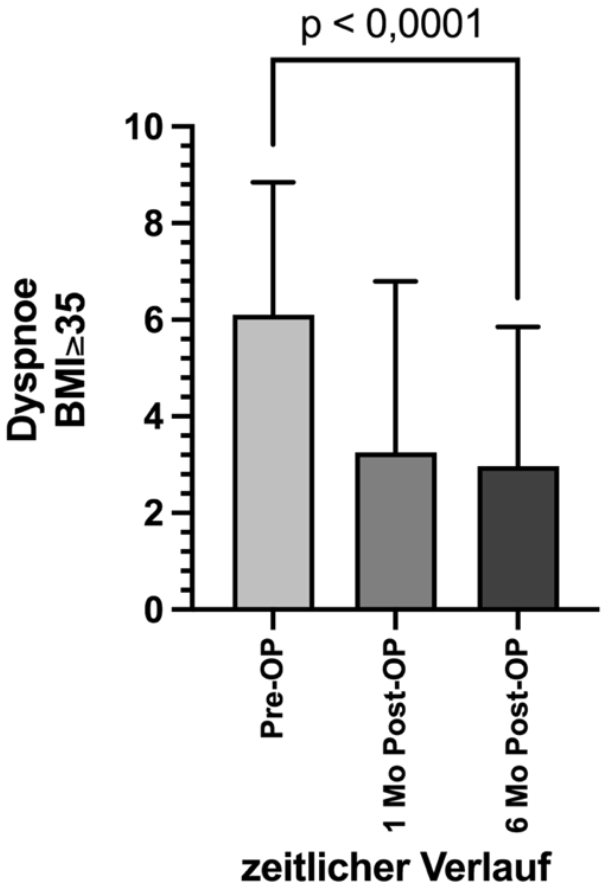


Anmerkung: subjektive Dyspnoe von Patienten mit einem BMI unter 35 kg/m^2 im zeitlichen Verlauf mit signifikanten Unterschieden

Probanden mit Adipositas Grad II oder höher starten mit Werten von durchschnittlich 6,03. Einen Monat nach der Intervention sanken die Werte im Mittel auf 3,25 Punkte. Eine weitere Verbesserung auf 2,97 Punkte im Mittel stellte sich nach einem halben Jahr ein. Zwischen den Messzeitpunkten ein Monat postoperativ und sechs Monate postoperativ konnte in Bezug auf die Dyspnoe kein signifikanter Unterschied gefunden werden. Es lag eine Sphärizität (p = 0,31) vor. Für alle gefundenen Unterschiede zwischen den Messzeitpunkten betrug die Irrtumswahrscheinlichkeit maximal p = 0,002.

Abbildung 37

Vergleich der subjektiven Dyspnoe von Patienten mit einem BMI > 35 kg/m² präoperativ, einen- und sechs Moante postoperativ



Anmerkung: subjektiven Dyspnoe von Patienten mit einem BMI über 35 kg/m² im zeitlichen Verlauf mit signifikanten Unterschieden

6 Diskussion

Die Prävalenz von Übergewicht und Adipositas ist aktuell in Deutschland auf einem Rekordhoch. 67 % der Männer und 53 % der Frauen gelten nach den Kriterien der WHO mit einem BMI über 25 kg/m^2 als übergewichtig. BMI-Werte über 30 kg/m^2 liegen bei 24 % der Frauen und bei 23 % der Männer vor (Deutsche Adipositas Gesellschaft, 2018). Durch die Langzeitbeobachtung von Patienten im Rahmen der Framingham-Studie (Mahmood et al., 2014) sind die Verbindung von Adipositas und kardiovaskulären Erkrankungen und das damit verbundene Risiko für eine gesteigerte Mortalität bekannt. Aufgrund der statistischen Entwicklung lässt sich prognostizieren, dass wegen der verbreiteten Überernährung die Rate an behandlungsbedürftigen Erkrankungen steigen wird. Kardiovaskuläre Erkrankungen können eine Indikation für einen herzchirurgischen Eingriff sein. Wir gehen daher der Frage nach, ob Adipositas ein Risikofaktor für Herzchirurgie ist. In dieser Dissertation wurden verschiedene Parameter, die im Rahmen einer Herzoperation messbar sind, untersucht und in Bezug zum jeweiligen BMI der operierten Patienten gestellt. Die Daten wurden vor der Operation und zu weiteren zwei Zeitpunkten nach der Operation erhoben.

Zahlreiche Studien beschäftigen sich bereits in der Vergangenheit mit der Fragestellung, ob Adipositas einen Riskofaktor für Herzoperationen darstellt. Die Meinungen der Experten gehen hierbei auseinander. Zielparameter und Kohortendefinitionen sind hierbei häufig inkonsistent gewählt, so dass die unmittelbare Vergleichbarkeit häufig schwierig ist. Eine Studie aus dem Jahr 2018 stellte eine gesteigerte postoperative Sternuminfektion vermehrt bei übergewichtigen und adipösen Patienten fest (Birkmeyer et al., 1998). Die Autoren Hushan Ao et al. fanden keinen direkten Unterschied in der 5-Jahres Mortalität in Bezug auf das Gewicht. Allerdings fanden sie bei den typischen Vorerkrankungen wie dem Myokardinfark, Bluthochdruck und Rauchen, welches stark in Verbindung mit dem Patientengut in der Herzchirurgie steht, ein erhöhtes Mortalitätsrisiko (Ao et al., 2014) .Eine Studie aus dem Jahr 2005 bezeichnete die Langzeitergebnisse nach einer Bypassoperation bei stark adipösen Patienten als „suboptimal, obwohl diese Gruppe die jüngste war (60 +/- 10 Jahre)“ (Schwann et al., 2001). Aristoteles D. Protopapas kommt zum Ergebnis, dass es vor allem die extremen BMI-Werte sind, die mit einer höheren Mortalität verbunden sind (Protopapas, 2016). Einigkeit herrscht bei den möglichen langfristigen negativen Folgen bezüglich einer Prävalenz von Diabetes, Hypertonie und koronaren Herzerkrankung bei übergewichtigen Menschen (Hamman et al., 2006).

Ein Vergleich der erfassten Daten mit bereits existierenden Studien erweist sich als schwierig, denn in den meisten Studien sind – statt des gesamten Spektrums an herzchirurgischen Eingriffen – nur Bypassoperationen inkludiert.

6.1 Präoperative Daten

6.1.1 Patientendaten

Das Patientenkollektiv für diese Studie besteht aus Probanden zwischen 63 bis 77 Jahren. Es konnte ein statistisch signifikanter Unterschied zwischen den einzelnen BMI-Gruppen und dem Alter festgestellt werden ($p = 0{,}047$). Im Median waren Teilnehmer mit Adipositas Grad I und Grad II oder höher die jüngsten Probanden mit 68 Jahren. Bei anderen Studien zu herzchirurgischen Eingriffen war das Durchschnittsalter der Patienten höher. Es zeigt sich auch ein Trend, dass das Alter immer weiter ansteigt. Im Jahr 2000 waren 37 % der Patienten, die operiert worden sind, älter als 70 Jahre (Friedrich et al., 2009; Mortasawi et al., 2003). Die deutsche Herzstiftung erklärt die Entwicklung der Altersstruktur des Patientengutes mit technischem Fortschritt und den damit verbundenen risikoärmeren Operationsverfahren. Sie sieht als Trend zwischen 2011 bis 2019 einen Anstieg in der Altersgruppe zwischen 60 bis unter 70-jährigen von 23,4 % auf 25,7 % und eine niedrigere Operationsrate in der Altersgruppe der 70- bis unter 80-jährigen von 38,2 % auf 31,9 %. Noch ältere Patienten nehmen im Schnitt deutlich mehr Interventionen in Anspruch von 12,8 % auf 17,6 % (Deutsche Herzstiftung, 2020).
Eine Bestätigung für den Zusammenhang des noch vergleichsweise jungen Lebensalters in Bezug auf das erhöhrte Körpergewicht bei den operierten Patienten aus diesem Datensatz liefert die Studie: „ Obesity Induces Signs of Premature Cardiac Agiing in Younger Patients: The Role of Mitochondria“ aus dem Jahr 2011 im Journal of the American College of Cardiology. Sie zeigt einen Zusammenhang zwischen Adipositas und einer vorzeitigen Herzalterung bei jüngeren Patienten. Sie definierte ein Lebensalter unter 55 Jahre und einen BMI zwischen 30 und 35 kg/m^2 als „ jung und adipös“ und verglich die Daten mit Probanden über 70 Jahren mit Normalgewicht (BMI: 18,5–25 kg/m^2) und Adipositas (30–35 kg/m^2). Die Autoren entdeckten eine Korrelation zwischen einer gestörten mitochondrialen Biogenese und Funktion (Amtungskettenkomplex I) in den Kardiomyozyten bei jungen adipösen Studienteilnehmnern, die sie sonst nur bei älteren normalgewichtigen und adipösen Probanden erkennen konnten. Diese Funktionsstörung ist assoziert mit gestiegertem oxidativen Stress und einer Verkürzung der Telomeren, welche letzendlich zu einer vorzeitigen Herzalterung führen könnte (Niemann et al., 2011).

Die Daten der vorliegenden Dissertation bestätigen diese These: Betrachtet man die übergewichtigen Teilnehmer und die adipösen Patienten, so fällt das niedrigste Durchschnittsalter von 68 Jahren in den beiden höheren BMI-Gruppen im Vergleich zum gesamten Kollektiv auf.

In dieser Dissertation zeigt die Geschlechterverteilung einen deutlich höheren Anteil an männlichen Studienteilnehmern n = 364 (73,2%) im Vergleich zu 133 Frauen (26,8%). Die Ätiologie von Herz-Kreislauferkrankungen könnte ein Indiz für diese Verteilung sein (Visseren et al., 2021). Betrachtet man Daten einer Mirkozensusbefragung von 2017 des statistischen Bundesamtes, so gaben 50,5 % der männlichen und 65,6 % der weiblichen Befragten an, noch nie seit ihrem 15. Lebensjahr geraucht zu haben (Statistisches Bundesamt, 2022). In unseren Daten wurde die Variable „Rauchen“ definiert, sobald jemand zu irgendeinem Zeitpunkt in seinem Leben geraucht hat. Betrachtet man die Verteilung über die BMI-Klassen, so ergibt dies einen Trend, dass die meisten Raucher in der Gruppe mit Adipositas Grad II zu finden sind. Der höchste Alkoholkonsum war ebenfalls in der Gruppe mit dem höchsten BMI vertreten. Für beide Variablen gibt es keine statistische Signifikanz bezogen auf die Body-Mass-Index Werte.

6.2 Vorerkrankungen und metabolisches Syndrom

Erhobene kardiospezifische Vorerkrankungen wie eine Herzinsuffizienz, ein Myokardinfarkt oder eine eingeschränkte linksventrikuläre Hypertrophie bilden keine Abhängigkeit für ihre Häufigkeit in Bezug auf die BMI-Klassen ab. Tendenziell sind Personen mit einem BMI über 30 kg/m^2 häufiger betroffen als normalgewichtige oder übergewichtige Patienten. Schon in einem Fachartikel aus dem Jahr 1999 ist die Rede von einer Risikostratifzierung aufgrund eines ansteigenden Trends in Bezug auf Komorbidität und verminderter Herzleistung. Die Autoren des Artikels stellten Übergewicht als Risiko für eine erhöhte Sterblichkeit fest. Diese Aspekte in Zusammenschau mit den dazugehörigen kardiovaskulären Risikofaktoren lassen auf ein erhöhtes Risiko für die Probanden, die laut WHO Definition als adipös gelten, schließen (World Health Organization Europe) (Tjan et al., 1999).
Das metabolische Syndrom ist ein Überbegriff der Konstellation zwischen der Dyslipidämie, der Hyperglykämie und dem Bluthochdruck in Abhängigkeit zum viszeralem Fettgewebe. Diese drei Erkrankungen sind in dem untersuchten Datensatz signifikant über die verschiedenen BMI-Klassen unterschiedlich verteilt. Von einer Hyperlipoproteinämie sind fast 90 % der Probanden mit einem BMI über 35 kg/m^2 betroffen, Adipositas-Grad-I-Patienten leiden zu über 80 % unter dieser Störung. Diese Zuordnung zu den hohen BMI-Werten überrascht nicht, wenn

man sich die Literatur hierzu ansieht. (Eckel et al., 2005; Licata et al., 2006) In der aktuellen Forschung gilt eine Insulinresistenz als Faktor für die Entstehung von Diabetes Mellitus. Dieser wiederrum zählt zum Syndrom, welches die Herzgesundheit beeinträchtigt und somit eine Operation erforderlich machen könnte. Annähernd 60 % der am stärksten von Adipositas Betroffenen leiden unter Diabetes, bei Grad I sind es ungefähr 37 %. In beiden Gruppen bestätigt sich diese Diagnose laborchemisch (Reaven, 2011).

Ein noch deutlicheres Bild zeigt sich im vorliegenden Datensatz bei der Hypertonie. Es herrscht eine BMI-gruppenabhängige Verteilung mit ihrem Höhepunkt in Bezug auf Adipositas Grad I. Die systolischen Blutdruckwerte sind im Gegensatz zu den diastolischen ebenfalls über den BMI unterschiedlich verteilt und bestätigen eine sehr hohe Rate an Bluthochdruckpatienten in der dritten Gruppe. Generell liegen die gemessenen Parameter im Median im hochnormalen Bereich. Diese hohe Korrelation könnte an der wissenschaftlichen Erkenntnis des direkten Zusammenhangs zwischen Hypertonie und Übergewicht/ Adipositas liegen. Jeder Zweite mit entsprechendem BMI ist von diesem Zusammenspiel betroffen (Scholze & Sharma, 2001) (Kurukulasuriya et al., 2011). Ein Forscherteam des Helmholtz Zentrums in München beschreibt einen biochemischen Zusammenhang zwischen Hypertonie und Adipositas. Ihrer Forschung zufolge ist die Leptin-vermittelte Produktion von Wachstumsfaktoren (HIF1-VEGF) der Astrozyten für eine Hypervaskularisation im Hypothalamus verantwortlich und steigert so den Blutdruck. Leptin wird vom Fettgewebe produziert und reguliert das Hunger-und Sättigungsgefühl (Gruber, 2021). Beurteilt man diese Faktoren, bestätigt sich die Hypothese eines gesteigerten Risikoprofils von Adipositas für Patienten in der Herzchirurgie. Die starke Korrelation zwischen Erkrankungen aus dem Komplex des metabolischen Syndroms und dem gehäuften Auftreten in unserem adipösen Patientenkollektiv wirft die Frage auf, ob man anhand einer Prävention dieses Sydroms die Rate an chirurgischen Eingriffen nicht senken könnte.

Vor der geplanten herzchirurgischen Versorgung erfolgte teilweise eine kardiologische Intervention. Diese Inanspruchnahme war unter den verschiedenen BMI-Klassen hinweg unterschiedlich verteilt. Es erfolgte entweder eine Herzkatheteruntersuchung mit oder ohne Stentimplantation oder eine Versorgung mit einem Schrittmacher. Am meisten nahmen Patienten mit einem BMI über 35 kg/m^2 eine solche Intervention in Anspruch. War nach einer kardialen Intervention eine erneute Revaskularisation erforderlich, oder ob es einen anderen Grund für die erhöhte Rate an chirurgischen Eingriffen am offenen Herzen nach einer bereits durchgeführten Behandlung gibt, geht aus den erfassten Daten nicht hervor. In einem Artikel im New England Journal of Medicine (2012) (Farkouh et al., 2012) wurde Diabetikern zu einer Bypass-Opera-

tion, anstelle einer weniger invasiven perkutanen Stentimplantation geraten. Die Bypass-Operation bildet den größten Anteil der Operationen in der erhobenen Studie. Der Vorteil einer offenen chirurgischen Versorgung gegenüber der Stenteinlage liegt in seiner Technik. Durch Erstellung eines neuen Umgehungskreislaufes bleibt die Perfusion längerfristig bestehen; die Stentimplantation birgt das Risiko einer erneuten Restenose (Zylka-Menhorn, 2012). Die Risikofaktoren Hypertonie, Diabetes Mellitus und koronare Herzerkrankung begünstigen eine endotheliale Dysfunktion, bei der sich das Lumen im Endothel verringert. Diese Pathogenese könnte eine Erklärung dafür liefern, weshalb bei unseren adipösen Patienten im Vorfeld einer Herzoperation eine kardiologische Intervention stattgefunden hat, in der bespielsweise eine Stentimplantation erfolgte, oder weshalb sie nur aus diagnostischen Gründen genutzt wurde.

6.2.1 Präoperative Laborparameter

Die Laborparameter Gesamtcholesterin, LDL- und HDL-Cholesterin und Triglyzeridene bilden laborchemisch den Lipidstoffwechsel ab. Störungen stehen in Bezug zu einem erhöhten kardiovaskulären Risiko. Bei der statistischen Auswertung wurden keine geschlechtsspezifischen Unterschiede berücksichtigt. Alle Referenzwerte richten sich nach aktueller Datenlage auf Männer. Über die verschiedenen BMI-Klassen hinweg liegt eine unterschiedliche Verteilung der Blutwerte, des HDL und der Triglyceride vor. Die HDL-Werte sind ab BMI-Klasse zwei im Median zu niedrig und nehmen mit zunehmenden BMI weiter ab. Die protektive Wirkung von HDL auf die kardiovaskuläre Gesundheit ist Gegenstand aktueller Forschung. Dieses Lipoprotein wirkt antiinflammatorisch und antiproliferativ. Zudem verbessert es die Endothelfunktion und hemmt die Oxidation. Die sinkenden HDL-Werte in unserer Patientengruppe deuten darauf hin, dass unser Kollektiv die schützende Wirkung dieses Blutfettes nur in einem eingeschränkten Rahmen nutzen kann und somit einem gesteigerten kardiovaskulärem Risiko ausgesetzt ist (Deutsche Gesellschaft für Ernährung; Paulweber B., 2004).
Die Konzentration von Triglyzeriden ist in Gruppe 3 am höchsten und überschreitet um ein mmol/l den Referenzwert von <150 mmol/l bei Vorliegen von Risikofaktoren nach den Leitlinien des National Cholesterol Education Program (NCEP, 2001) und deren Aktualisierung aus dem Jahr 2004 (DGFF (Lipid-Liga) e. V. 2005). Gesamtcholesterin und LDL sind über die alle Klassen gleich verteilt und überschritten nur bei Patienten mit Adipositas Grad II oder höher den aktuellen Referenzbereich von < 100 mmol/l bei Risikopatienten. Zu den kardiovaskulären Risikofaktoren gehören ebenfalls erhöhte Glucosewerte im nüchternen Zustand, ein erhöhter HbA1c-Wert und ein Anstieg des Insulinspiegels im Blut. Alle drei Parameter weisen eine

BMI-gruppenabhängige Verteilung in unserem Datensatz auf. Ab Gruppe 3 liegen die Medianwerte nicht mehr im Normalbereich und bilden somit ein erhöhtes Risiko ab (Gallwitz, 2020). Laut Definition der Amerikanischen Diabetes-Gesellschaft (ADA) handelt es sich bei den durchschnittlich gemessen Blutzuckerwerten um eine Form von Prädiabetes, bei der die Wahrscheinlichkeit, an schwerwiegenden kardiovaskulären Komplikationen zu erkranken, fast doppelt so hoch ist wie bei der Normbevölkerung (Amerikanisches College für Kardiologie, 2021). Betrachtet man alle Laborparameter in Zusammenschau, so ergibt sich für adipöse Patienten aus unserem Kollektiv ein erhöhtes Risikoprofil in Bezug auf die Herzchirurgie. Bei den gemessenen Laborparametern wurden bestehende aktive medikamentöse Therapien oder native Erhöhungen in der Auswertung nicht berücksichtigt.

6.3 Art der OP und Mortalität

Die Patienten aus dieser Studie wurden einer von insgesamt sechs verschiedenen Herzoperationen unterzogen. Über alle Gewichtsklassen hinweg stellte der Herzbypass die häufigste Intervention dar, allerdings ohne eine Abhängigkeit dazu zu erkennen. Ein nicht statistisch signifikanter Trend zeigt eine erhöhte Durchführungsrate bezüglich der Herzbypass-Operation bei Patienten mit Adipositas Grad I und ab Adipositas Grad II. In der Literatur wird bezüglich des Ergebnisses einer solchen Operation kein Unterschied im Kontext mit dem Gewicht gesehen (Kim et al., 2003) (Ao et al., 2014).

Die Mortalität postoperativ war insgesamt sehr niedrig, eine Abhängigkeit zur BMI-Gruppe besteht nicht. Um wenige Zehntel sind mehr Patienten mit dem höchsten BMI gestorben. Aufgrund der geringen Studiengröße sollte eine Verifizierung mit einem größeren Kollektiv erfolgen. In einer Literaturübersicht mit 1.027.711 Patienten aus dem Jahr 2016 wurde eine Tendenz hin zur erhöhten Mortalität bei Koronarchirurgie in den extremen BMI-Gruppen gefunden. Sowohl für untergewichtige als auch für stark adipöse Patienten bestand ein erhöhtes Mortalitätsrisiko (Protopapas, 2016). Laut dem aktuellen Herzbericht 2020 liegt die aktuelle Überlebensrate nach einer Herzoperation bei über 97 % (Deutsche Herzstiftung, 2020). Das deutsche Ärzteblatt beziffert die 30-Tage-Mortalität bei älteren Patienten zwischen zwei bis sechs Prozent und sieht in den Langzeitergebnissen keinen Unterschied zur altersadjustierten Normalbevölkerung (Matt et al., 2005).

6.4 Postoperativ

6.4.1 Krankenhaustage, Intensivaufenthalt und postoperative Komplikationen

Die Analyse der Daten zeigt signifikante Unterschiede zwischen der Gruppe mit einem BMI von 30–35 kg/m^2 und einem BMI über 35 kg/m^2 in Bezug auf die gesamte Krankenhausverweildauer und die Zeit auf der Intensivstation. Patienten mit Adipositas Grad I liegen im Vergleich zu der vierten BMI-Klasse insgesamt länger im Krankenhaus und haben den größten Bedarf an intensivmedizinischer Nachsorge. Am niedrigsten waren diese beiden Parameter in der nächsthöheren BMI-Klasse. Dabei handelt es sich allerdings um das kleinste Patientenkollektiv. Die Ergebnisse passen zur einer Studie aus dem Jahr 2006 (Wigfield et al., 2006). In dieser wurde ebenfalls eine Korrelation mit BMI-Werten zwischen 30–40 kg/m^2 und einem verlängerten Klinksaufenthalt festgestellt. In der untersuchten Population sind die Beatmungsstunden im Mittel bei Patienten mit Adipositas Grad I am höchsten. Es gibt keine Signifikanz im Vergleich zu den anderen BMI-Gruppen. Diese Intervention könnte möglicherweise eine Erklärung für den verlängerten Intensivstationaufenthalt liefern. Betrachtet man in diesem Zusammenhang pulmonale Komplikationen wie eine Pneumonie, Pneumothorax oder ein Pleuraerguss bei Patienten aus dieser BMI-Gruppe so ist lediglich eine Rate von knapp 54 % an Pleuraergüssen bei diesem Kollektiv auffällig.

Allgemein stehen die postoperativen Komplikationen in keiner Abhängigkeit zu den verschiedenen BMI-Gruppen. Eine erhöhte Komplikationsrate postoperativ wird in der Literatur mit Adipositas vergesellschaftet. Dort wird ein besonderes Augenmerk auf das kardiovaskuläre Risiko dieser Patientengruppe gelegt und das gesteigerte Körperfett in Bezug auf Gefahren durch eine dadurch reduzierte Verstoffwechselung der Narkose, die ein längeres Weaning erforderlich macht, oder von anderen Medikamenten gesehen (De Jong et al., 2018). All diese Faktoren können einen Grund dafür liefern, warum in der untersuchten Kohorte die postoperative Versorgung länger dauerte als bei Normosomen. Komplikationen im Zusammenhang mit dem Herzkreislauf wie ein permanenter Schrittmacher, Vorhofflimmern, Reanimation oder die postoperative Implantation von einer intraaortalen Ballonpumpe sind in diesem Datensatz mit Normalgewicht vergesellschaftet. Eine statistische Aussagekraft besteht im Gruppenunterschied nicht, die aktuelle Studienlage stellt keinen Zusammenhang zu einem gehäuften Risiko in Bezug auf den Body-Mass-Index fest (Wigfield et al., 2006). Der Fachartikel „ Management Practices and Major Infections after Cardiac Surgery“ erschienen im Journal oft the American College of Cardiology, bezeichnet Pneumonie als eine häufige Infektion nach Herzchirurgie, dieses

Ergebnis wurde in der aktuellen Untersuchung nicht gesehen.(Gelijns et al., 2014; Leung et al., 2017)

6.5 Fragebogen

In einem Follow-up wurden verschiedene Parameter ein und sechs Monate nach dem stationären Eingriff erhoben. Drei Parameter wurden präoperativ und in den beiden Follow-ups erhoben. Dabei handelt es sich um die subjektive Beurteilung der Patienten zur Belastbarkeit, zu Dyspnoe und dem subjektiven Empfinden des eigenen Gesundheitszustandes.
Diese Parameter stehen in einem engen Zusammenhang mit der Lebensqualität. In mehreren Studien wurde die Lebensqualität in Bezug auf herzchirurgische Eingriffe untersucht (Chocron et al., 1996; Koch, 2020).
Auf einer Skala von 1 bis 10 sollten Patienten prä- und postoperativ ihr subjektives Gefühl zu ihrer Belastbarkeit angeben. Über alle BMI-Gruppen hinweg gibt es signifikante Unterschiede zwischen den verschiedenen Messzeitenpunkten, im zeitlichen Verlauf stellt sich bei allen BMI-Gruppen eine Verbesserung ein. Die Belastbarkeit stieg stufenweise signifikant innerhalb des gesamten Kollektivs an. Im zeitlichen Verlauf betrachtet ist somit eine Steigerung der Belastbarkeit im Schnitt um 1,54 Punkten zu erkennen.
In der ersten BMI-Klasse stieg die Belastbarkeit von präoperativ mit im Mittel 5,52 Punkten gegenüber 6 Monate postoperativ mit im Mittel 6,89 Punkten signifikant an. Normalgewichtige profitierten dadurch um 1,37 Punkte im Mittel mit einer Verbesserung ihrer Belastbarkeit. Erstaunlich ist jedoch der direkte Vergleich zu Patienten mit höherem BMI, die ihre Belastbarkeit im Verlauf sehr viel deutlicher steigern konnten. Die körperliche Konstitution der Normalgewichtigen sollte laut BMI-Definition nicht durch überflüssiges Fettgewebe belastet sein. Trotzdem schätzten die Patienten sich selbst nur als durchschnittlich belastbar im Vergleich zum Durchschnitt aller Probanden ein. Übergewichtige Patienten bewerteten ihre präoperative Belastbarkeit mit einem Wert von 5,19 im Mittel. Diese besserte sich nach einem Monat auf einen Mittelwert von 6,04 und lag sechs Monate nach der Operation bei 6,63 Punkten. Betrachtet auf das gesamte Kollektiv liegt ihre Verbesserung auf Platz drei mit einem Wert von 1,44 Punkten. Eine eher geringere Belastbarkeit bildete sich bei Adipositas Grad I präoperativ mit 4,75 Punkten im Mittel ab. Diese verbessert sich signifikant auf 6,49 Punkte nach sechs Monaten. Die gravierendsten Unterschiede sind in Gruppe vier zu verzeichnen. Die Patienten sind mit der subjektiv niedrigsten Belastbarkeit in der Studie gestartet (4,36 Punkte) und machten über ein halbes Jahr postoperativ die größten Fortschnitte mit im Mittel 2,08 Punkten. Aufgrund der

Verbesserung der Belastbarkeit, die mit einer verbesserten Lebensqualität korreliert, stellt eine Operation für jeden Patienten im Mittel eine Verbesserung dar. Den größten Nutzen einer Operation in Bezug auf ihre Belastbarkeit ergab sich für die Probanden mit den höchsten BMI-Werten. In einem Patientenratgeber (Bauer et al., 2011) wird von Patienten berichtet, dass sie nach einer Herzoperation wieder die Belastbarkeit erreichen, die sie vor dem Eingriff hatten. Dies ist bei allen unseren Probanden im Mittel ebenso der Fall gewesen: Es erfolgte in jeder BMI-Gruppe eine Steigerung der Belastbarkeit. Zusätzlich könnte die subjektiv wahrgenommene Belastbarkeit der übergewichtigen und adipösen Patienten durch eine Gewichtsreduktion gesteigert werden. Eine postoperative Ernährungsberatung inklusive einer anschließenden Ernährungsumstellung wäre dafür eine Option. Eine Empfehlung zur Umsetzung liefern die Leitlinien der Deutschen Gesellschaft für Adipositas, die in einem Stufenplan eine Reduktion des Körpergewichtes empfiehlt (Deutsche Adipositas-Gesellschaft (DAG) e.V. et al., 2014). Eine Reduktion des Körpergewichtes wirkt sich auf die kardiovaskulären Risikofaktoren positiv aus und kann durch eine damit verbundene geringere körperliche Belastung die Leistungsfähigkeit verbessern und Dyspnoe verringern. Bewegung und Sport fördern die Leistungsfähigkeit und können die Gesamtmortalität bei Patienten mit einer koronaren Herzerkrankung verbessern; dazu eignen sich vor allem Herzsportgruppen. Eine vorherige ärztliche Untersuchung dient zur optimalen Beurteilung der individuellen Belastbarkeit (Hacke & Weisser, 2021). Eine Studie des Universitätsklinikums Eppendorf aus dem Jahr 2000 belegt eine Steigerung der subjektiven Belastbarkeit von 69 % der befragten Patienten ein Jahr nach einem Eingriff (Meffert, 2000). Gemessen an diesen Daten lässt sich die Steigerung bei allen Patienten aus unserer Studie als sehr positiv verzeichnen. In keiner anderen Studie wurde der Body-Mass-Index der Befragten noch zusätzlich berücksichtigt. Es besteht eine Einschränkung für Menschen mit Übergewicht und Adipositas in ihrer Belastbarkeit auch aus Daten der Literatur, Befragte gaben an, bei geringer Belastung schneller zu ermüden und kurzatmig zu werden (Hauner, 1996; Sammito & Niebel).

Ein weiterer Parameter, der im Fragebogen erfasst wird, ist das subjektive Empfinden der Dyspnoe. Zwischen den unterschiedlichen Messpunkten und den verschiedenen BMI-Gruppen wurden signifikante Unterschiede gefunden. Die größten Effekte wurden über alle Gruppen hinweg im Vergleich zwischen den Zeitpunkten präoperativ und einem Monat nach dem Eingriff erzielt. Zwischen einem und sechs Monate postoperativ stellt sich weiterhin eine Verbesserung ein, diese war jedoch vergleichsweise weniger ausgeprägt. Innerhalb des gesamten Patientenkollektivs verbesserte sich die Dyspnoe von präoperativ 5,17 Punkten im Mittel zu 2,88

Punkten im Mittel nach einem Monat. Ein halbes Jahr nach der Operation gaben die Patienten 2,41 Punkte durchschnittlich an. Diese Ergebnisse liefern eine Verbesserung von 2,76 Punkten über das komplette Patientenkolletiv hinweg. Die geringste Verbesserung stellt sich bei den Normalgewichtigen ein. Ihre subjektive Einschätzung besserte sich präoperativ von 4,72 Punkten im Mittel auf 2,90 Punkte sechs Monate nach dem Eingriff. Eine höhere Erfolgsrate kann man in der zweiten Gruppe sehen: Die Übergewichtigen geben eine Verbesserung von 2,87 Punkten zwischen präoperativ und sechs Monate nach dem Eingriff an. Die besten Ergebnisse zeigen die Einschätzungen bei Adipositas Grad I. Mit 3,29 Punkten im Mittel sind sie in Bezug auf die Dyspnoe die klaren Profiteure von einer Herzoperation. Patienten mit einem noch höheren BMI berichteten von einer deutlichen Besserung bezüglich einer Dyspnoe von anfänglichen 6,03 Punkten zu nach der Operation auf 2,97. Probanden aus der vierten Gruppe haben im Verhältnis zum gesamten Kollektiv vor der Operation subjektiv die größten Einschränkungen bezüglich der Dyspnoe. Die Dyspnoe wird in der Kardiologie als Leitsymptom beschrieben und steht in Verbindung mit ischämischen Herzerkrankungen, Herzrhythmusstörungen oder einer Herzinsuffizienz (Habedank & Opitz, 2012). Eine operative Versorgung eines erkrankten Herzens sollte dementsprechend das Symptom Dyspnoe reduzieren, wie es sich in unseren Daten auch widerspiegelt.

Alle anderen Parameter, die im Rahmen des Fragebogens erfasst wurden, bildeten keine Unterschiede in ihrer Verteilung in Bezug auf die BMI-Klassen ab. Die Probanden wurden gefragt, ob sie sich einen Monat und sechs Monate nach ihrer Operation in kardiologischer Behandlung befinden. Zu beiden Zeitpunkten nahmen Patienten mit BMI-Werten über 35 kg/m^2 am häufigsten eine Behandlung in Anspruch. Lediglich ein normalgewichtiger Proband hatte postoperativ einen Monat nach Operation einen Herzinfarkt. Nach dem Eingriff lagen die Fälle von Herzrhythmusstörungen ohne nähere Klassifikation bei Patienten mit Adipositas Grad II oder höher am häufigsten vor. Dialysepflichtig wurde ein sehr geringer Anteil an Patienten mit Adipositas Grad I. Einen Monat nach der Operation würden aus der dritten BMI-Gruppe die meisten Patienten eine Herzoperation empfehlen, über ein halbes Jahr hinweg verändert sich diese Aussage und die höchste Empfehlungsrate liegt bei den Normalgewichtigen. Diese Population würde sich nach eigenenen Angaben einer erneuten Herzoperation unterziehen. Diese Ergebnisse bestätigen sich durch die Frage nach dem subjektiven Gesundheitszustand der einzelnen Teilnehmer. Es lässt sich der Trend erkennen, dass sich der Gesundheitszustand zwischen 1 und 6 Monaten bei 24,2 % der Patienten im Verlauf verbessert hat. Verschlechtert hat sich der subjektive Zustand in dieser Zeitspanne bei 13,3 % der Probanden. Die Mehrheit der Befragten

stellte im zeitlichen Verlauf zwischen einem und sechs Monaten postoperativ keine Veränderung zu ihrem Zustand fest (62,4 %). Nach einem Monat und nach sechs Monaten waren die Patienten mit einem BMI über 35 kg/m^2 am zufriedensten mit ihrem postoperativen Gesundheitszustand und konnten eine Verbesserung feststellen. Am wenigsten hat sich der Zustand bei Adipositas Grad I nach einem Monat verändert. Nach sechs Monaten gaben allerdings die meisten aus der Gruppe mit Übergewicht an, keinen Unterschied im Vergleich zum präoperativen Zustand zu erkennen. Eine Verschlechterung nach einem Monat äußerten die meisten normosomen Patienten. Diese Haltung änderte sich nach einem halben Jahr nicht.

Eine Zusammenfassung über die „Gesundheitsbezogene Lebensqualität nach herzchirurgischen Eingriffen“ (Koch, 2020) erstellte die Foscherin Colleen G.Koch. Sie berücksichtigt verschiedene Studien, die sich mit der Messung verschiedener „Health-related Quality of Life“-Parametern (HRQoL-Parameter) beschäftigten. Ihre Ergebnisse spiegeln unsere Daten in Bezug auf die Patientenzufriedenheit wider. Betrachtet man in unseren Daten noch die Parameter „Belastbarkeit“ und „Dyspnoe“, die sich bei allen Testpersonen dieser Studie verbesserten, so werden die positiven Berichte bestätigt. Gravierende Parameter wie ein postoperativer Schlaganfall waren in unserer Studie kaum vertreten, weder nach einem Monat noch zum zweiten Zeitpunkt. Nach einem Monat gab es die meisten Schlaganfälle in der ersten Gruppe mit 1,04 % und nach einem halben Jahr in der Gruppe mit den Adipösen Grad I. Einen Monat nach der Operation sind prozentual genauso viele Probanden mit Normalgewicht wie mit Adipositas Grad II oder höher gestorben. Nach einem halben Jahr waren die meisten Todesfälle in Gruppe 1 zu verzeichnen. Die Anzahl der gesamten Todesfälle unserer Studienteilnehmer liegt nur knapp über der durchschnittlichen Mortalität nach einer herzchirurgischen Operation (Deutsche Herzstiftung, 2020). Die Antworten und Auswertung des Fragebogens lassen keine Rückschlüsse auf die Kernaussage dieser Arbeit zu. Über die unterschiedlichen BMI-Gruppen konnten zwar Auswirkungen von Übergewicht oder Adipositas auf einzelne Aspekte festgestellt werden, es lässt sich daraus jedoch nicht auf einen isolierten Risikofaktor schließen. Eine operative Versorgung wirkte sich insgesamt positiv auf das Leben der Probanden nach dem Eingriff aus.

6.6 Anthropometrische Mittel

6.6.1 Adipositas Paradoxon

Zahlreiche Studien erkennen Adipositas zwar als Risikofaktor für die Entstehung von kardiovaskulären Erkrankungen an, aber sie schreiben adipösen Patienten einen Überlebensvorteil bei einem Myokardinfarkt oder einer dekompensierten Herzinsuffizienz oder nach chirurgischen Eingriffen wie einem Koronararterien-Bypass zu (Amundson et al., 2010; Carbone et al., 2019; Csige et al., 2018; Lavie et al., 2007). Alle fassen ihre Erkenntnisse unter dem Begriff „obesity paradox" zusammen und beschreiben eine verbesserte Überlebenschance chronisch Kranker bei gesteigerter Adipositas. Das American Journal of Cardiology veröffentlichte im Jahr 2012 eine Studie zur „Relation of Body Mass Index to late Survival after valvular heart Surgury". Über sieben Jahre wurden 2640 Patienten in die Studie eingeschlossen. Die Ergebnisse wurden mittels Hazard Ratio (HR) ermittelt und bestätigten Übergewichtigen und Adipösen Patienten eine niedrigere Gefahr in Bezug auf die langfristige Gesamtmortalität nach einer Operation. Ferner definierten sie bei untergewichtigen Probaden ein höheres Langzeitmortalitätsrisko im Vergleich zu normalgewichtigen Patienten (Vaduganathan et al., 2012).
Eine 2021 ebenfalls im American Journal of Cardiology veröffentliche Studie: „Relation of Body Mass Index to Outcomes in Acute Coronary Syndrome". Untersuchte eine Verbindung des BMI mit der Gesamtmortalität und der kardiovaskulären Mortalität bei Patienten mit einem akuten Koronarsyndrom im Krankenhaus und sechs Monate danach, die Daten wurden mittels logistischer Regression untersucht. Nach Einteilung in die bisher bekannten BMI-Klassen wurden folgende Ergebnisse erfasst. Patienten mit einem BMI zwischen 30 bis 39,9 kg/m^2 waren durchschnittlich jünger mit 66 Jahren ± 12 Jahren gegenüber Probanden mit einem normwertigen BMI mit 67 Jahren ± 13 Jahren und litten an mehr Vorkrankungen wie beispielweise Bluthochdruck, Diabetes und Dyslipidämie ($p < 0,05$). Adipöse hatten eine niedrigere Krankenhaussterblichkeit als Normalgewichtige. Die Sterblichkeit von Untergewichtigen war 6 Monate danach höher als bei normalgewichtigen Patienten (Ratwatte et al., 2021). Durch diese Ergebnisse kam auch diese Studie zu dem Ergebnis, dass Gewichtsabweichungen von der Norm in Richtung Übergewicht nicht immer mit einer erhöhten Mortalität verbunden müssen.

Diese These wird von zahlreichen anderen Publikationen bestritten. Sie benennen Adipositas als Risikofaktor für eine erhöhte Morbidität oder Mortalität. Diese Meinung verteten zum einen

die Autoren der ursprünglichen Framingham-Herzstudie, aber auch H.B. Hubert et al., die in einer „26-jährigen Nachbeobachtung von Teilnehmern der Framingham Heart Study“, deren Ergebnisse bestätigten (Global BMI Mortality Collaboration et al., 2016; Hubert et al., 1983; Mahmood et al., 2014). Ihre Ergebnisse liefern eine geschlechtsunabhängige Bewertung als ungünstigen Faktor auf das Überleben von kardiovaskulären Erkrankungen im mittleren Alter. Auf vier Kontinenten wurde eine Analyse von 239 Metadaten erstellt, um eine eventuelle Verzerrung aufgrund der ethnischen Herkunft zu glätten. Die Wissenschaftler fanden jedoch keine geografischen Unterschiede (Global BMI Mortality Collaboration et al., 2016). Ein Erklärungsansatz für die verzehrte Wahrnehmung beim Adipositas Paradoxon könnte darin liegen, dass der BMI kein geeignetes Maß darstellt, um die körperliche Konstitution eines Patienten zu erfassen. Die abdominelle Adipositas, die bei verschiedenen Krankheitsbildern einen unabhängigen Risikofaktor für ein schlechteres Ergebnis darstellt, wird nicht berücksichtigt (Weig et al., 2016). Die Bemessung des BMIs, welcher als Basis für die Hypothese des Obesity Paradox gilt, unterscheidet nicht zwischen Männern und Frauen. Physiologisch weisen Frauen in fast allen Altersgruppen ein höheres subkutanes Fettgewebe als Männer auf. Vergleicht man die Mittelwerte der Schichtdicke von viszeralem Fettgewebe bei Männern jeglicher Altersklasse, so sind diese höher als bei Frauen. Mit dem Alter steigt bei beiden Geschlechtern der viszerale Fettanteil kontinuierlich an (Fischer et al., 2020).

Alle Parameter unseres Patientenkollektivs werden verglichen nach der WHO Definition vom Body-Maß-Index und den daraus resultierenden Kategorien (World Health Organization Europe). In der Literatur wird schon seit langer Zeit die alleinige Assoziation des BMI-Wertes mit tatsächlichen Gesundheitsrisiken aufgrund von dadurch errechneten Übergewicht oder Adipositas kritisiert (Iliodromiti et al., 2018) (Nuttall, 2015). Der Index erlaubt keine Aussagen zur Verteilung der tatsächlichen Fettmasse. Auch der Aspekt, ob es sich um schädlicheres viszerales Fett oder eher besser bewertetes peripheres Fettgewebe handelt, findet keine Unterscheidung (Blüher, 2014) (Zylka-Menhorn, 2008). Eine groß angelegt Studie des European Heart Journal (Iliodromiti et al., 2018) erkennt den BMI als leicht verfügbares Mittel zur Klassifizierung an, sieht aber auch seine Schwachpunkte in Bezug der Risikoabschätzung von kardiovaskulären Erkrankungen. Sie entscheidet sich den BMI-Wert um den Bauchumfang des Probanden zu erweitern, damit würde das schädliche abdominelle Fettgewebe eher detektiert werden. Andere Untersuchung beziehen weitere individuelle Messwerte in eine Risikostratifzierung mit ein. Zum einen sind es einfach und schnell verfügbare Größen wie der Taillenumfang, die

Waist-to-Hip Ratio oder aufwendigere bildgebende Verfahren wie eine Magnetresonanztomographie, eine 3-D-Laserbodyscanner oder misst die Messung der Körperzusammensetzung mittels bioelektrischer Impedanzanalyse (Fischer et al., 2020).
Bei unseren Patienten erfolgt zusätzlich eine Berechnung der Waist-to-Hip Ratio, diese liegt bei keinem Probanden im Median im Normbereich. Der höchste Wert korreliert mit Adipositas Grad I. Über alle BMI-Klassen ist die Verteilung nicht identisch. Welches anthropometrische Mittel als Indikator besser geeignet ist, hängt von verschiedenen Faktoren ab. Bereinigt man den Datensatz nicht nach dem Alter, so gilt die WHR als effektiver Prädikator für das kardiovaskuläre Risiko in Bezug auf Übergewicht (Dalton et al., 2003) (Amundson et al., 2010). Andere Studien kommen zu dem Ergebnis, dass keine großen Unterschiede zwischen BMI und WHR für das kardiovaskuläre Risiko zu sehen ist. Als Gründe dafür werden nicht valide Vergleiche zwischen Männern und Frauen und verschiedene ethnische Gruppen genannt (Huxley et al., 2010). Unsere Daten nutzen zur besseren Vergleichbarkeit mit aktueller Literatur die Klasseneinteilung anhand des Body-Mass-Index. Die verschiedenen wissenschaftlichen Standpunkte bezüglich der unpräzisien Verwendung dieses Index, lassen darauf schließen ihn nicht isoliert für die Risikoeinschätzung bei herzchirurgischen Eingriffen zu verwenden. Sinnvoll wäre es, die Ergänzung der nach BMI aufgeteilten Parameter noch in Bezug auf die Körperfettverteilung zu evaluieren.

7 Zusammenfassung

Die demographische Entwicklung und die Korrelation zwischen Adipositas und kardiovaskulären Erkrankungen lässt Rückschlüsse auf einen steigenden zukünftigen Bedarf an herzchirurigischen Operationen zu. Das berücksichtigte Patientenkollektiv ist sehr überschaubar und dadurch an mancher Stelle nicht signifikant aussagkräftig, lässt aber durchaus einen Trend erkennen. Die Probanden waren zwischen 63 und 77 Jahre alt, den größten Anteil bildeten Übergewichtige (n = 231) und den kleinsten Anteil Personen, die am stärksten an Adipositas leiden (n = 37). Es wurden insgesamt vier BMI Gruppen gebildet, deren Einteilung in Anlehnung der WHO erfolgte. Untergewichtige Patienten und Normosome wurden wegen der geringen Teilnehmerzahl (n = 113) und der damit verbundenen statistischen Signifikanz zusammengefasst als Gruppe eins mit einem BMI < 25 kg/m^2.
Die jüngsten Patienten der Studie mit durchschnittlich 68 Jahren waren mit Adipositas Grad I oder höher assoziiert. Daraus könnte man schließen, dass jüngere Menschen aufgrund ihres erhöhten Körperfettes kränker sind. Kardiospezifische Vorerkrankungen standen in keinem statistischen Zusammenhang mit dem BMI. Hypertonie, Diabetes und Dyslipidämie waren signifikant über die Gruppen verteilt und zeigten eine deutliche Steigerung bei Probanden mit Adipositas Grad I und höher. Diese Erkrankungen zusammengefasst unter dem Begriff metabolisches Syndrom, erlauben die Aussage, dass Probanden mit Adipositas-Assoziierten BMI-Gruppen ein erhöhtes kardiovaskuläres Risiko präoperativ mit in die Operation bringen. Viele Probanden mit Adipositas Grad II oder höher hatten bereits im Vorfeld eine kardiologische Intervention. Laborchemisch fielen die HDL- und Triglyceridwerte in der BMI-Verteilung besonders auf. Ab der Gruppe der Übergewichtigen nahmen die HDL-Werte im Verlauf ab, wodurch die Probanden die kardioprotetive Wirkung dieser Proteine verloren hatten. Gegenstand der Studie waren insgesamt sechs verschiedene herzchirugische Verfahren. Am häufigsten erfolgte eine Bypassversorgung über alle BMI-Klassen hinweg. Die Mortalität war insgesamt sehr niedrig und eine Abhängigkeit zum BMI war nicht erkennbar. Es starben geringfügig mehr Patienten mit einem BMI über 35 kg/m^2. Diese Aussage gilt nicht als statistisch signifikant und sollte in einer größeren Population reevaluiert werden.

Postoperativ war die stationäre Versorgungsdauer sowohl des gesamten Krankenhausaufenthaltes als auch die Intensivstationszeit bei Adipositas-Grad-I-Patienten am höchsten. Postoperative Komplikationen stehen in keinem Zusammenhang mit dem BMI. In der Gruppe mit den Normalgewichtigen mussten die meisten Re-Eingriffe durchgeführt werden.

Im Follow-up über einen und sechs Monate wurden drei Parameter statistisch signifikant ausgewertet. Die Belastbarkeit stieg präoperativ von 5,10 Punkten im Mittel über 6,02 Punkte im Mittel einen Monat nach der Operation, bis hin zu 6,64 Punkten im Mittel stufenweise signifikant an. Über das gesamte Kollektiv ist somit eine Steigerung der Belastbarkeit von im Schnitt 1,54 Punkten zu verzeichnen.

Die gravierendsten Unterschiede sind in Gruppe vier mit einem BMI über 35 kg/m^2 zu verzeichnen. Sie sind mit der subjektiv niedrigsten Belastbarkeit in der Studie gestartet (4,36 Punkte) und machten über ein halbes Jahr postoperativ die größten Fortschnitte mit im Mittel 2,08 Punkten. Ein weiterer Parameter ist Dyspnoe. Innerhalb des gesamten Patientenkollektivs verbesserte sich die Dyspnoe präoperativ von 5,17 Punkten im Mittel über 2,88 Punkte im Mittel einen Monat nach der Operation bis hin zu 2,41 Punkten durchschnittlich nach einem halben Jahr.

Die besten Ergebnisse zeigen die Einschätzungen bei Patienten mit Adipositas Grad I. Mit 3,29 Punkten im Mittel sind sie in Bezug auf Dyspnoe die klaren Profiteure von einer Herzoperation. Nach einem und nach sechs Monaten waren die Patienten mit einem BMI über 35 kg/m^2 am zufriedensten mit ihrem postoperativen Gesundheitszustand und konnten eine Verbesserung feststellen. Am wenigsten hat sich der Zustand bei Patienten mit Adipositas Grad I nach einem Monat verändert. Nach sechs Monaten gaben allerdings die meisten aus der Gruppe mit Übergewicht an, keinen Unterschied zu ihrem Zustand vor der Operation zu erkennen. Eine Verschlechterung nach einem Monat äußerten die meisten normosomen Patienten. Diese Haltung änderte sich auch nach einem halben Jahr nicht.

Die Bemessung des BMIs, welche als Basis für die Hypothese des Obesity Paradox gilt, unterscheidet nicht zwischen dem Geschlecht, dem Alter oder der Körperfettzusammensetzung. Die Einteilung nach BMI-Gruppen erfolgt in dieser Studie zur besseren Vergleichbarkeit mit der aktuellen Fachliteratur, in der weiterhin der Body-Mass-Index als Standard zur Erfassung gilt. Sinnvoller wäre weiterhin, auf die Fettverteilung bei Patienten zu achten, um ungünstigeres viszerales Fettgewebe und die damit verknüpften Risiken schneller erkennen zu können.

Pauschal bestätigten die vorliegenden Daten Adipositas als Risikofaktor für Herzchirurgie nicht. Es sollte in weiteren Studien eine gezieltere Differenzierung der BMI-Klassen erfolgen, um Kachexie als Risikofaktor zusätzlich zu berücksichtigen und die gefundenen Unterschiede zwischen Übergewicht und Adipositas in einer größeren Population zu beurteilen.

8 Abstract

8.1 Deutsche Version

Zielsetzung: Übergewicht und Adipositas sind assoziiert mit einem erhöhten kardiovaskulären Risiko und der Entstehung von Erkrankungen des Herz-Kreislauf-Systems. In deren Folge können pathologische Veränderungen des Herzen entstehen mit Indikation zur herzchirurgischen Versorgung. Den Einfluss von Übergewicht und Adipositas auf das Risikoprofil für herzchirurgische Eingriffe wurde untersucht.

Methoden: Eine statistische Auswertung von 497 Patienten, die sich sechs verschiedenen herzchirurgischen Eingriffen unterzogen, wurden prä- und postoperativ erfasst. Alle erfassten Daten zu Adipositas und kardiochirurigschen Interventionen stehen in Bezug zur aktuellen Forschung. In einem ein- und sechsmonatigem Follow-up wurden weitere Daten mittels Telefoninterview erhoben. Alle Daten wurden anhand der WHO-Klassifikation in vier BMI-Klassen eingeteilt und miteinander verglichen.

Ergebnisse: Die jüngeren Teilnehmer litten am häufigsten an Adipositas Grad I oder höher. Typische Vorerkrankungen waren über die BMI-Klassen nicht unterschiedlich verteilt. Erkrankungen, die mit dem metabolischen Syndrom assoziiert sind, waren statistisch signifkant häufiger bei Patienten ab Grad I Adipositas anzutreffen. Laborchemisch lagen die Parameter von adipösen Patienten im Schnitt über der Norm. Ein verlängerter Krankenhausaufenthalt konnte bei Adipositas Grad I festgestellt werden. Typische postoperative Komplikationen waren nicht BMI-abhängig verteilt. In puncto Belastbarkeit, Dyspnoe und Lebensqualität im Vergleich präzu postoperativ profitierten eher Patienten aus den höheren BMI-Klassen von einer Operation.

Schlussfolgerung: Trotz vorzeitiger kardialer Alterung und erhöhter postoperativer Morbidität durch Adipositas zeigen adipöse Patienten keine Eskalation der frühpostoperativen Mortalität und profitieren durch eine relativ stärkere Verbesserung der postoperativen Lebensqualität.

8.2 Englische Version

Aim: Overweight and obesity are associated with an increased cardiovascular risk and the development of cardiovascular diseases. Such a condition is often the indication for cardiac surgery. Our aim was to asses the influence of overweight and obesity on the risk profile for cardiac surgery.

Methods: The statistical analysis included 497 patients who underwent six different cardiac surgeries. The patients were interviewed preoperatively and postoperatively. All data collected on obesity and cardio-surgical interventions are related to current research. In a one- and six-month follow-up, further data were collected by telephone interviews. All data were divided into four BMI classes based on the WHO classification and compared with each other.

Results: According to the current literature, the average age for cardiovascular surgery increased in recent years. In contrast, the mean age of our study collective was below average and the younger participants most commonly suffered from obesity grade I or higher.

Typical pre-existing health conditions were not distributed differently across the BMI classes. Diseases associated with the metabolic syndrome were significantly more common in patients with grade I obesity and above. In terms of laboratory chemistry, the parameters of obese patients were on average above the norm. A prolonged hospital stay was observed in grade I obesity. Typical postoperative complications were not distributed in a BMI-dependent manner. In comparison of pre- and postoperatively outcomes, regarding resilience, dyspnea and quality of life, patients from the higher BMI classes were more likely to benefit from surgery.

Conclusion: Despite premature cardiac aging and increased postoperative morbidity due to obesity, obese patients show no escalation of early postoperative mortality and benefit from a relatively greater improvement in postoperative quality of life.

9 Literaturverzeichnis

Akin, I., Tölg , R., Hochadel, M., Bergmann, M. W., Khattab, A. A., Schneider, S., . . . Nienaber, C. A. (2012). No Evidence of "Obesity Paradox" After Treatment With Drug-Eluting Stents in a Routine Clinical Practice: Results From the Prospective Multicenter German DES.DE (German Drug-Eluting Stent) Registry. *JACC: Cardiovascular Interventions, 5*(2), 162-169. doi:/10.1016/j.jcin.2011.09.021 Zugriff 03.02.2022

Amerikanisches College für Kardiologie. (2021). Prädiabetes ist möglicherweise nicht so gutartig wie früher angenommen Studie zeigt höheres Risiko für schwere kardiale Ereignisse; deutet auf die Notwendigkeit einer aggressiveren Behandlung hin. *Amerikanisches College für Kardiologie*. doi:https://www.sciencedaily.com/releases/2021/05/210505090240.htm Zugriff 17.03.2022

Amundson, D., Djurkovic, S., & Matwiyoff, G. (2010). The obesity paradox. *Crit Care Clin, 26*(4), 583-596. doi:10.1016/j.ccc.2010.06.004 Zugriff 05.06.2022

Ao, H., Wang, X., Xu, F., Zheng, Z., Chen, M., Li, L., . . . Hu, S. (2014). The Impact of Body Mass Index on Short- and Long-Term Outcomes in Patients Undergoing Coronary Artery Graft Bypass. *PLoS ONE, 9*. doi:/10.1371/journal.pone.0095223 Zugriff 02.03.2022

Ateet, K., Amandeep, G., Yulia , G., & Amgad, N. M. (2022). Left Ventricular Ejection Fraction. *National Library of Medicine*. doi:https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK459131/ Zugriff 13.03.2022

Bauer, K., Enker, J., & Bauer, S. (2011). Leben nach dem Herzeingriff. 53-60. doi:https://link-springer-com.ezproxy.uni-giessen.de/content/pdf/10.1007%2F978-3-642-17180-2.pdf Zugriff 18.03.2022

Berrington de Gonzalez, A., Hartge, P., Cerhan, J. R., Flint, A. J., Hannan, L., MacInnis, R. J., . . . Thun, M. J. (2010). Body-mass index and mortality among 1.46 million white adults. *N Engl J Med, 363*(23), 2211-2219. doi:10.1056/NEJMoa1000367

Birkmeyer, N. J., Charlesworth, D. C., & Hernandez, F. (1998). Obesity and risk of adverse outcomes associated with coronary artery bypass surgery. Northern New England Cardiovascular Disease Study Group. *Circulation, 97*(17), 1689-1694. doi:10.1161/01.cir.97.17.1689 Zugriff 15.01.2021

Blüher, M. (2014). Das Fettgewebe – ein endokrines Organ. *Der Internist, 55*(6), 687-698. doi:10.1007/s00108-014-3456-3 Zugriff 16.03.2022

Carbone, S., Canada, J. M., Billingsley, H. E., S., S. M., Elagizi, A., & Lavie, C. J. (2019). Obesity paradox in cardiovascular disease: where do we stand? *Vasc Health Risk Manag, 15*, 89-100. doi:10.2147/vhrm.S168946 Zugriff 03.04.2022

Chocron, S., Etievent, J. P., Viel, J. F., Dussaucy, A., Clement, F., Alwan, K., . . . Schipman, N. (1996). Prospective study of quality of life before and after open heart operations. *Ann Thorac Surg, 61*(1), 153-157. doi:10.1016/0003-4975(95)00936-1 Zugriff 06.05.2022

Csige, I., Ujvárosy, D., Szabó, Z., Lőrincz, I., Paragh, G., Harangi, M., & Somodi, S. (2018). The Impact of Obesity on the Cardiovascular System. *J Diabetes Res, 2018*, 3407306. doi:10.1155/2018/3407306 Zugriff 17.05.2022

Dalton, M., Cameron, A. J., Zimmet, P. Z., Shaw, J. E., Jolley, D., Dunstan, D. W., & Welborn, T. A. (2003). Waist circumference, waist–hip ratio and body mass index and their correlation with cardiovascular disease risk factors in Australian adults. *Journal of internal medicine* doi:10.1111/j.1365-2796.2003.01229.x Zugriff 15.03.2022

De Jong, A., Verzilli, D., Geniez, M., Chanques, G., Nocca, D., & Jaber, S. (2018). Pourquoi le patient obèse morbide est-il un patient à risque anesthésique élevé ? [Why is the morbidly obese patient at high risk of anesthetic complications?]. *Presse Med. 2018 May;47(5):453-463. French*. doi:doi: 10.1016/j.lpm. Zugriff 16.03.2022

Després, J. P. (2006). Is visceral obesity the cause of the metabolic syndrome? *Ann Med, 38*(1), 52-63. doi:10.1080/07853890500383895 Zugriff 01.06.2022

Deutsche Adipositas Gesellschaft. (2018). Prävalenz für Adipositas im Erwachsenenalter. Retrieved from https://adipositas-gesellschaft.de/ueber-adipositas/praevalenz/ Zugriff 20.03.2022

Deutsche Adipositas Gesellschaft (DAG) e.V. (2022). Definition von Adipositas. Retrieved from https://adipositas-gesellschaft.de/ueber-adipositas/definition-von-adipositas/ Zugriff 05.03.2022

Deutsche Adipositas-Gesellschaft (DAG) e.V., D. D. G. D., Deutsche Gesellschaft für Ernährung (DGE) e.V., Deutsche Gesellschaft für Ernährungsmedizin (DGEM) e.V., 2.0, V., & 050-001, A.-R. N. (2014). Interdisziplinäre Leitlinie der Qualität S3 zur „Prävention und Therapie der Adipositas". Retrieved from https://register.awmf.org/assets/guidelines/050-001l_S3_Adipositas_Prävention_Therapie_2014-11-abgelaufen.pdf Zugriff 01.04.2022

Deutsche Gesellschaft für Ernährung, Ö. G. f. E., Schweizerische Gesellschaft für Ernährungsforschung, Schweizerische Vereinigung für Ernährung (Hrsg.). (2019).

Fachinformation Niedriges LDL und hohes Hdl, Cholesterol senken das Risiko für kardiovaskuläre Ereignisse. Retrieved from https://www.dge.de/wissenschaft/weitere-publikationen/fachinformationen/niedriges-ldl-und-hohes-hdl-cholesterol-senken-das-risiko-fuer-kardiovaskulaere-ereignisse/ Zugriff 17.03.2022

Deutsche Gesellschaft für Kardiologie – Herz-und Kreislaufforschung e.V. (2021). ESC Pocket Guidelines. Akute und chronische Herzinsuffizienz, . *European Heart Journal.* Retrieved from 10.1093/eurheartj/ehab368 Zugriff: 01.05.2022

Deutsche Herzstiftung. (2020). Deutscher Herzbericht 2020. S. 74. Retrieved from https://www.herzstiftung.de/system/files/2021-06/Deutscher-Herzbericht-2020.pdf Zugriff 15.03.2022

Eckel, R. H., Grundy, S. M., & Zimmet, P. Z. (2005). The metabolic syndrome. *Lancet, 365*(9468), 1415-1428. doi:10.1016/s0140-6736(05)66378-7 Zugriff 08.07.2022

Farkouh, M. E., Domanski, M., Sleeper, L. A., Siami, F. S., Dangas, G., Mack, M., . . . Gersh, B. J. (2012). Strategies for Multivessel Revascularization in Patients with Diabetes. *The New England Journal of medicine* doi:https://www.nejm.org/doi/full/10.1056/nejmoa1211585#article_citing_articles Zugriff 18.03.2022

Fauziana, R., Jeyagurunathan, A., & Abdin, E. (2016). Body mass index, waist-hip ratio and risk of chronic medical condition in the elderly population: results from the Well-being of the Singapore Elderly (WiSE) Study. *BMC Geriatr 16, 125 (2016).* doi:10.1186/s12877-016-0297-z Zugriff 10.03.2022

Fischer, B., Sedlmeier, A. M., & Hartwig, S., et al. (2020). Anthropometrische Messungen in der NAKO Gesundheitsstudie – mehr als nur Größe und Gewicht. *Bundesgesundheitsblatt - Gesundheitsforschung - Gesundheitsschutz, 63*(3), 290-300. doi:10.1007/s00103-020-03096-w Zugriff 08.08.2022

Friedrich, I., Simm, A., Kötting, J., Thölen, F., Fischer, B., & Silber, R. E. (2009). Der alte Patient in der Herzchirurgie Cardiac Surgery in the Elderly Patient. *Dtsch Arztebl Int 2009; 106(25): 416-22;* . doi:10.3238/arztebl.2009.0416 Zugriff 15.03.2022

Gallwitz, B. (2020). Fettstoffwechselstörungen. *Gastroenterologie up2date 2020; 16(04): 331-347*. doi:DOI: 10.1055/a-0603-8929 Zugriff 17.03.2022

Gažarová, M., Galšneiderová, M., & Mečiarová, L. (2019). Obesity diagnosis and mortality risk based on a body shape index (ABSI) and other indices and anthropometric parameters in university students. . doi: 10.32394/rpzh.2019.0077. Zugriff 08.03.2022

Gelijns, A. C., Moskowitz, A. J., Acker, M. A., Argenziano, M., Geller, N. L., Puskas, J. D., . . . Blackstone, E. H. (2014). Management practices and major infections after cardiac surgery. *J Am Coll Cardiol, 64*(4), 372-381. doi:10.1016/j.jacc.2014.04.052 Zugriff 20.05.2022

Gielen, S., Koenig, W., Landmesser, U., Reibis, R., Weil, J., & Wienbergen, H. (2021). Pocket-Leitlinie: Prävention von Herz- Kreislauf-Erkrankungen (Version 2021). doi:https://leitlinien.dgk.org/2022/pocket-leitlinie-praevention-von-herz-kreislauf-erkrankungen-version-2021/ Zugriff 01.09.2022

Global BMI Mortality Collaboration, Di Angelantonio, E., Bhupathiraju, S., Wormser, D., Gao, P., Kaptoge, S., . . . Hu, F. (2016). Body-mass index and all-cause mortality: individual-participant-data meta-analysis of 239 prospective studies in four continents. *Lancet, 388*(10046), 776-786. doi:10.1016/s0140-6736(16)30175-1 Zugriff 21.06.2022

Gruber, T. (2021). Was löst Hypertonie bei Adipositas aus? *Ärzte Zeitung, Heft 46/2021, S. 16*. doi:https://www-wiso-net-de.ezproxy.uni-giessen.de/document/AEZT__40fd07e0d0cb4178846c9806dc54e104248486b0 Zugriff 18.03.2022

Habbu, A., Lakkis, N. M., & Dokainish, H. (2006). The Obesity Paradox: Fact or Fiction? *The American Journal of Cardiology, 98*(7), 944-948. doi:https://doi.org/10.1016/j.amjcard.2006.04.039 Zugriff 30.04.2022

Habedank, D., & Opitz, C. (2012). Kardiale Dyspnoe. *Der Pneumologe, 9*(4), 262-270. doi:10.1007/s10405-011-0567-6 Zugriff 05.05.2022

Hacke, C., & Weisser, B. (2021). Sport und Bewegung in Prävention und Therapie kardiovaskulärer Erkrankungen. [Sport and exercise in prevention and therapy of cardiovascular diseases]. *Dtsch Med Wochenschr, 146*(06), 381-388. doi:10.1055/a-1342-3070 Zugriff 20.08.2022

Hamman, B. L., Filardo, G., Hamilton, C., & Grayburn, P. A. (2006). Effect of Body Mass Index on Risk of Long-Term Mortality Following Coronary Artery Bypass Grafting. *The American Journal of Cardiology, 98*(6), 734-738. doi:10.1016/j.amjcard.2006.04.008 Zugriff 13.07.2022

Hauner, H. (1996). Gesundheitsrisiken von Übergewicht und Gewichtszunahme. *Deutsches Ärtzeblatt, 93*, 51-52. doi:https://www.aerzteblatt.de/archiv/4496/Gesundheitsrisiken-von-Uebergewicht-und-Gewichtszunahme Zugriff 18.03.2022

Herperz, S., Zwaan, M., & Zipfel, S. (2015). Handbuch Essstörungen und Adipositas. *Springer Medizin*, 357-369.

Hubert, H. B., Feinleib, M., McNamara, P. M., & Castelli, W. P. (1983). Obesity as an independent risk factor for cardiovascular disease: a 26-year follow-up of participants in the Framingham Heart Study. *Circulation, 67*(5), 968-977. doi:10.1161/01.cir.67.5.968 Zugriff 20.08.2022

Huxley, R., Mendis, S., Zheleznyakov, E., Reddy, S., & Chan, J. (2010). Body mass index, waist circumference and waist:hip ratio as predictors of cardiovascular risk—a review of the literature. . *European Journal of Clinical Nutrition, 64*, 16-22. doi:10.1038/ejcn.2009.68 Zugriff 08.03.2022

Iliodromiti, S., Celis-Morales, C., Lyall, D., Anderson, J., Gray, S., Mackay, D., . . . Sattar, N. (2018). The impact of confounding on the associations of different adiposity measures with the incidence of cardiovascular disease: a cohort study of 296 535 adults of white European descent. *European Heart Journal, 39*(17), 1514-1520. doi:10.1093/eurheartj/ehy057 Zugriff 07.09.2022

Iwen, K., Perwitz, N., Lehnert, H., & Klein, J. (2011). Adipositas Valider Prädiktor für das kardiometabolische Risiko? *Internist 2011 52*, 352–361. doi:10.1007/s00108-010-2709-z Zugriff 10.03.2022

Kim, J., Hammar, N., Jakobsson, K., Luepker, R. V., McGovern, P. G., & Ivert, T. (2003). Obesity and the risk of early and late mortality after coronary artery bypass graft surgery. *American heart journal, 146*(3), 555-560. doi:10.1016/s0002-8703(03)00185-6 Zugriff 06.04.2022

Koch, C. G. (2020). Gesundheitsbezogene Lebensqualität nach herzchirurgischen Eingriffen. *Kompendium der modernen Herzchirurgie beim Erwachsenen: Entscheidungsgrundlagen für den verantwortlichen Herzchirurgen*, 303-315. doi:10.1007/978-3-7091-0451-4_18 Zugriff 07.08.2022

Kurukulasuriya, R. L., Stas, S., Lastra, G., Manrique, C., & Sowers, J. R. (2011). Hypertension in Obesity. *Medical Clinics of North America, 95*(5), 903-917. doi:10.1016/j.mcna.2011.06.004 Zugriff 06.09.2022

Lavie, C. J., Milani, R. V., & Ventura, H. O. (2007). Obesity, Heart Disease, and Favorable Prognosis—Truth or Paradox? *The American Journal of Medicine, 120*(10), 825-826. doi:10.1016/j.amjmed.2007.06.023 Zugriff 09.09.2022

Lee, J., Pedley, A., Hoffmann, U., Massaro, J., Levy, D., & Long, M. (2018). Visceral and intrahepatic fat are associated with cardiometabolic risk factors above other ectopic fat depots: The Framingham Heart Study. *Am J Med. , 131*(6), 684-692. doi:10.1016/j.amjmed.2018.02.002 Zugriff 07.03.2022

Leung, A. W. Y., Chan, R. S. M., Sea, M. M. M., & Woo, J. (2017). An Overview of Factors Associated with Adherence to Lifestyle Modification Programs for Weight Management in Adults. *Int J Environ Res Public Health, 14*(8). doi:10.3390/ijerph14080922 Zugriff 09.05.2022

Licata, G., Argano, C., Di Chiara, T., Parrinello, G., & Scaglione, R. (2006). Obesity: a main factor of metabolic syndrome? *Panminerva Med, 48*(2), 77-85.

Mahmood, S. S., Levy, D., Vasan, R. S., & Wang, T. J. (2014). The Framingham Heart Study and the epidemiology of cardiovascular disease: a historical perspective. *Lancet, 383*(9921), 999-1008. doi:10.1016/s0140-6736(13)61752-3 Zugriff 04.07.2022

Matt, P., Bernet, F., & Zerkowski, H.-R. (2005). Herzchirurgie im fortgeschrittenen Lebensalter. *Deutsches Arztebl 102*(15). doi:https://www.aerzteblatt.de/archiv/46357/Herzchirurgie-im-fortgeschrittenen-Lebensalter Zugriff 16.03.2022

Maurer, S. (2016). Weight Management in Primary Care. *Visc Med, 32*(5), 342-346. doi:10.1159/000450667 07.05.2022

Meffert, H. J. (2000). Lebensqualität nach Herzoperationen. *Bundesgesundheitsblatt - Gesundheitsforschung - Gesundheitsschutz, 43*(4), 280-284. doi:10.1007/s001030050252 Zugriff 10.04.2022

Merkel, M., Schmid, S. M., & Iwen, K. A. (2019). Physiologie und klinische Bedeutung von weißem, beigem und braunem Fettgewebe. *Der Internist, 60*(2), 115-121. doi:10.1007/s00108-018-0540-0 Zugriff 10.06.2022

Mortasawi, A., Arnrich, B., Walter, J., Florath, I., Rosendah, l. U., Albert, A., & Ennker, J. (2003). Impact of Age on Postoperative Events and Mortality in Cardiac Surgery. *Herz, 28*(5), 429-436. doi:10.1007/s00059-003-2387-x Zugriff 05.06.2022

Neuhauser, H., Schienkiewitz, A., Rosario, A., Dortsch, R., & Kurth, B.-M. (2013). Referenzperzentile für anthropometrische Maßzahlen und Blutdruck aus der Studie zur Gesundheit von Kindern und Jugendlichen in Deutschland (KiGGS). doi:http://dx.doi.org/10.25646/3179 Zugriff 09.08.2022

Niemann, B., Chen, Y., Teschner, M., Li, L., Silber, R.-E., & Rohrbach, S. (2011). Obesity Induces Signs of Premature Cardiac Aging in Younger Patients. *Journal of the American College of Cardiology, 57*(5), 577-585. doi:10.1016/j.jacc.2010.09.040 Zugriff 10.04.2022

Nuttall, F. Q. (2015). Body Mass Index: Obesity, BMI, and Health: A Critical Review. *Nutr Today, 50*(3), 117-128. doi:10.1097/nt.0000000000000092 Zugriff 09.06.2022

Paulweber B. (2004). Schutzfaktor HDL-Cholesterin und kardiovaskuläres Risiko. *Journal of Cardiology, 11*(7-8), 333-334. doi:https://www.kup.at/kup/pdf/4491.pdf Zugriff 17.03.2022

Ponikowski, P., Voors, A., Anker, S., Bueno, H., Cleland, J., Coats, A., . . . ESC Scientific Document Group. (2016). 2016 ESC Guidelines for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure: The Task Force for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure of the European Society of Cardiology (ESC)Developed with the special contribution of the Heart Failure Association (HFA) of the ESC. *European Heart Journal, 37*(27), 2129-2200. doi:10.1093/eurheartj/ehw128 Zufriff 06.06.2022

Protopapas, A. D. (2016). Does Body Mass Index Affect Mortality in Coronary Surgery? *The Open Cardiovascular Medicine Journal of internal medicine, 10*, 240-245. doi:https://opencardiovascularmedicinejournal.com/contents/volumes/V10/TOCMJ-10-240/TOCMJ-10-240.pdf Zugriff 16.03.2022

Ratwatte, S., Hyun, K., D'Souza, M., Amos, D., & Brieger, D. (2021). Relation of Body Mass Index to Outcomes in Acute Coronary Syndrome. *The American Journal of Cardiology 138*, 11-19. doi:https://doi.org/10.1016/j.amjcard.2020.09.059 Zugriff 05.03.2022

Reaven, G. M. (2011). Insulin Resistance: the Link Between Obesity and Cardiovascular Disease. *Medical Clinics of North America, 95*(5), 875-892. doi:https://doi.org/10.1016/j.mcna.2011.06.002 Zugriff 07.07.2022

Rey-López, J., de Rezende, L., Pastor-Valero, M., & Tess, B. (2014). The prevalence of metabolically healthy obesity: a systematic review and critical evaluation of the definitions used. *Obesity Reviews, 15*(10), 781-790. doi:10.1111/obr.12198. Epub 2014 Jul 16. PMID: 25040597. Zugriff 08.05.2022

Sammito, S., & Niebel, I. (2013). Physical Fitness in Dependence on Cardiovascular Risk Factors – An Assessment of 20- to 30-Year-Old Adults. *Gesundheitswesen 75*(01), 59-62. doi:10.1055/s-0032-1309015 Zugriff 18.03.2022

Schleinitz, D., Böttcher, Y., Blüher, M., & Kovacs, P. (2014). The genetics of fat distribution. *Diabetologia, 57*(7), 1276-1286. doi:10.1007/s00125-014-3214-z Zugriff 10.03.2022

Scholze, J., & Sharma, A. M. (2001). Behandlung der Hypertonie bei Adipositas. *Herz, 26*(3), 209-221. doi:10.1007/PL00002023 Zugriff 11.03.2022

Schwann, T. A., Habib, R. H., Zacharias, A., Parenteau, G. L., Riordan, C. J., Durham, S. J., & Engoren, M. (2001). Effects of body size on operative, intermediate, and long-term outcomes after coronary artery bypass operation. *Ann Thorac Surg, 71*(2), 521-530; discussion 530-521. doi:10.1016/s0003-4975(00)02038-5 Zugriff 09.05.202

Shen, W., Wang, Z., Punyanita, M., Lei, J., Sinav, A., Kral, J. G., . . . Heymsfield, S. B. (2012). Adipose Tissue Quantification by Imaging Methods: A Proposed Classification. *Obesity, 11*, 5-16. doi:https://doi-org.ezproxy.uni-giessen.de/10.1038/oby.2003.3 Zugriff 10.03.2022

Statistisches Bundesamt. (2022). Gesundheitszustand und relevantes Verhalten Retrieved from https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Gesundheit/Gesundheitszustand-Relevantes-Verhalten/_inhalt.html Zugriff 16.03.2022

Tjan, T. D. T., Kondruweit, M., Scheld, H. H., Asfour, B., Berendes, E., & Deng, M. C. (1999). Risikostratifizierung in der Herzchirurgie. *Zeitschrift für Herz-, Thorax- und Gefäßchirurgie, 13*(2), 57-66. doi:10.1007/s003980050058 Zugriff 05.06.2022

Vaduganathan, M., Lee, R., Beckham, A., Andrei, A., Lapin, B., Stone, N., . . . McCarthy, P. (2012). Relation of Body Mass Index to Late Survival After Valvular Heart Surgery. *The American Journal of Cardiology*. doi:10.1016/j.amjcard.2012.07.041 Zugriff 05.03.2022

Visseren, F. L. J., Mach, F., Smulders, Y. M., Carballo, D., Koskinas, K. C., Bäck, M., . . . Williams, B., ESC Scientific Document Group ,. (2021). 2021 ESC-Leitlinien zur Prävention von Herz-Kreislauf-Erkrankungen in der klinischen Praxis: Entwickelt von der Task Force für die Prävention von Herz-Kreislauf-Erkrankungen in der klinischen Praxis mit Vertretern der European Society of Cardiology und 12 medizinischen Fachgesellschaften Mit besonderem Beitrag der European Association of Preventive Cardiology (EAPC) *European Heart Journal, 42*(34), 3227–3337. doi:https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehab484 Zugriff 16.03.2022

Weig, T., Irlbeck, T., Frey, L., Paprottka, P., & Irlbeck, M. (2016). Jenseits des BMI. *Der Anaesthesist, 65*(9), 655-662. doi:10.1007/s00101-016-0205-0 Zugriff 05.07.2022

Weltgesundheitsorganisation. (2021). Obesity and overweight. Retrieved from https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight Zugriff 04.03.2022

Whitlock, G., Lewington, S., Sherliker, P., Clarke, R., Emberson, J., Halsey, J., . . . Peto, R. (2009). Body-mass index and cause-specific mortality in 900 000 adults: collaborative analyses of 57 prospective studies. *Lancet 373*(9669), 1083-1096. Retrieved from http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19299006 Zugriff 05.03.2022

Wigfield, C. H., Lindsey, J. D., Muñoz, A., Chopra, P. S., Edwards, N. M., & Love, R. B. (2006). Is extreme obesity a risk factor for cardiac surgery?: An analysis of patients

with a BMI ≥ 40. *European Journal of Cardio-Thoracic Surgery, 29*(4), 434-440. doi:10.1016/j.ejcts.2006.01.016 Zugriff 20.06.2022

Woo, J., Ho, S. C., Yuen, Y. K., Yu, L. M., & Lau, J. (1998). Cardiovascular risk factors and 18-month mortality and morbidity in an elderly Chinese population aged 70 years and over. *Gerontology, 44*(1), 51-55. doi:10.1159/000021983 Zugriff 06.06.2022

World Health Organization Europe. (2022). A healthy lifestyle - WHO recommendations. Retrieved from https://www.euro.who.int/en/health-topics/disease-prevention/nutrition/a-healthy-lifestyle/body-mass-index-bmi Zugriff 10.03.2022

Zylka-Menhorn, V. (2008). Prospektive Langzeitstudie: Körperfettverteilung beeinflusst die Mortalität. *Dtsch Arztebl 105*(48). Retrieved from https://www.aerzteblatt.de/archiv/62491/Prospektive-Langzeitstudie-Koerperfettverteilung-beeinflusst-die-Mortalitaet Zugriff 07.03.2022

Zylka-Menhorn, V. (2012). Diabetespatienten: Eher Bypass als Stent. *Dtsch Arztebl, 109*(49). doi:https://www.aerzteblatt.de/nachrichten/52282/Bypass-bei-Diabetikern-guenstiger-als-Stent Zugriff 19.03.2022

10 Abkürzungsverzeichnis

BMI	Body-Mass-Index
WHO	Weltgesundheitsorganisation
VAT	Visceral adipose tissue
SCAT	Subcutaneous adipose tissue
mg	Milligramm
dL	Deziliter
HDL	High-density Lipoprotein
LDL	Low-density Lipoprotein
WHR	Waist-to-Hip-Ratio
LVEF	Linksventrikuläre Ejektionsfraktion
AP	Angina pectoris
KHK	Koronare Herzkrankheit
ANOVA	Varianzanalyse

11 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 Präoperative linksventrikuläre Funktion nach BMI-Gruppen 18
Abbildung 2 Krankenhaustage im Vergleich mit den BMI-Gruppen 25
Abbildung 3 Intensivaufenthalt im Vergleich mit den BMI- Gruppen 26
Abbildung 4 Beatmungsstunden in Bezug auf BMI-Gruppen 27
Abbildung 5 Schrittmacherindikation postoperativ für die vier BMI-Gruppen 28
Abbildung 6 Pneumothorax postoperativ im Vergleich der BMI-Gruppen 29
Abbildung 7 Pneumonie postoperativ im Vergleich der BMI-Gruppen 30
Abbildung 8 Pleuraerguss postoperativ im Vergleich der BMI-Gruppen 31
Abbildung 9 Perikarderguss postoperativ im Vergleich der BMI-Gruppen 32
Abbildung 10 Vorhofflimmern postoperativ im Vergleich der BMI-Gruppen 33
Abbildung 11 Intraaortale Ballonpumpe postoperativ im Vergleich der BMI-Gruppen 34
Abbildung 12 Reanimation postoperativ im Vergleich der BMI-Gruppen 35
Abbildung 13 Tod nach Herzchirurgie im Vergleich der BMI-Gruppen 36
Abbildung 14 Kardiologische Behandlung postoperativ im Vergleich der BMI-Gruppen 37
Abbildung 15 Myokardinfarkt postoperativ im Vergleich der BMI-Gruppen 38
Abbildung 16 Herzrhythmusstörungen postoperativ im Vergleich der BMI-Gruppen 39
Abbildung 17 Dialysepflicht posterativ im Vergleich der BMI-Gruppen 40
Abbildung 18 Subjektive Beurteilung der Belastbarkeit postoperativ im Vergleich der BMI-Gruppen 41
Abbildung 19 Subjektive Beurteilung zu Dyspnoe postoperativ im Vergleich der BMI-Gruppen 42
Abbildung 20 Subjektive Bewertung des Gesundheitszustandes postoperativ nach BMI-Gruppen 44
Abbildung 21 Veränderung des Gesundheitszustandes im Verlauf zwischen 1 und 6 Monaten nach BMI-Gruppen 45
Abbildung 22 Apoplex postoperativ im Vergleich der BMI-Gruppen 46
Abbildung 23 Empfehlung einer erneuten Herzoperation postoperativ nach BMI-Gruppen 47
Abbildung 24: Durchführung einer erneuten Herzoperation postoperativ im Vergleich der BMI-Gruppen 48
Abbildung 25 Anzahl der Todesfälle postoperativ im Vergleich der BMI-Gruppen 49
Abbildung 26 Vergleich der subjektiven Belastbarkeit im zeitlichen Verlauf zwischen prä und postoperativ 50
Abbildung 27 Vergleich der subjektiven Belastbarkeit von allen Patienten im zeitlichen Verlauf zwischen prä- und postoperativ 51
Abbildung 28 Vergleich der subjektiven Belastbarkeit von Patienten mit einem BMI < 25 kg/m^2 präoperativ, einen- und sechs Moante postoperativ 52
Abbildung 29 Vergleich der subjektiven Belastbarkeit von Patienten mit einem BMI < 30 kg/m^2 präoperativ, einen- und sechs Moante postoperativ 53
Abbildung 30 Vergleich der subjektiven Belastbarkeit von Patienten mit einem BMI < 35 kg/m^2 präoperativ, einen- und sechs Moante postoperativ 54
Abbildung 31 Vergleich der subjektiven Belastbarkeit von Patienten mit einem BMI > 35 kg/m^2 präoperativ, einen- und sechs Moante postoperativ 55
Abbildung 32 Vergleich der subjektiven Dyspnoe im zeitlichen Verlauf zwischen prä- und postoperativ 56
Abbildung 33 Vergleich der subjektiven Dyspnoe von allen Patienten im zeitlichen Verlauf zwischen prä- und postoperativ 57

Abbildung 34 Vergleich der subjektiven Dyspnoe von Patienten mit einem BMI < 25 kg/m^2 präoperativ, einen- und sechs Moante postoperativ..... 58
Abbildung 35 Vergleich der subjektiven Dyspnoe von Patienten mit einem BMI < 30 kg/m^2 präoperativ, einen- und sechs Moante postoperativ..... 59
Abbildung 36 Vergleich der subjektiven Dyspnoe von Patienten mit einem BMI < 35 kg/m^2 präoperativ, einen- und sechs Moante postoperativ..... 60
Abbildung 37 Vergleich der subjektiven Dyspnoe von Patienten mit einem BMI > 35 kg/m^2 präoperativ, einen- und sechs Moante postoperativ..... 61

12 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 Klassifikation von Adipositas bei Erwachsenen nach BMI 6
Tabelle 2 Risikowerte des Taillenumfang von Männern und Fragen 7
Tabelle 3 Waist to Hip Ration mit Gesundheitsrisiko bei Männern und Frauen 7
Tabelle 4 Demografie der Patientendaten 14
Tabelle 5 Kardiovaskuläres Risikoprofil aufgeschlüsselt nach BMI-Klassen 16
Tabelle 6 Vorerkrankungen nach BMI-Klassen 19
Tabelle 7 Frühere Intenventionen am Herzen in den verschiedenen BMI-Klassen 20
Tabelle 8 Klassifikation der Operationen nach BMI-Gruppen 21
Tabelle 9 Waist to Hip Ration der unterschiedlichen BMI-Klassen 22
Tabelle 10 Laborwerte klassifiziert nach den Unterschiedlichen BMI-Gruppen 23
Tabelle 11 Blutdruckwerte Klassifiziert nach BMI-Gruppen 24
Tabelle 12 Gegenüberstellung des subjektiven Gesundheitszustandes 44

13 Erklärung

„Ich erkläre: Ich habe die vorgelegte Dissertation selbstständig, ohne unerlaubte fremde Hilfe und nur mit den Hilfen angefertigt, die ich in der Dissertation angegeben habe. Alle Textstellen, die ich wörtlich oder sinngemäß aus veröffentlichten oder nicht veröffentlichten Schriften entnommen sind, und alle Angaben, die auf mündlichen Auskünften beruhen, sind als solche kenntlich gemacht. Bei den von mir durchgeführten und in der Dissertation erwähnten Untersuchungen habe ich die Grundsätze guter wissenschaftlicher Praxis wie sie in der „Satzung der Justus-Liebig-Universität Gießen zur Sicherung guter wissenschaftlicher Praxis“ niedergelegt sind, eingehalten.“ Ich versichere, dass Dritte von mir weder unmittelbar noch mittelbar geldwerte Leistungen für Arbeiten erhalten haben, die im Zusammenhang mit dem Inhalt der vorgelegten Dissertation stehen, oder habe diese nachstehend spezifiziert. Die vorgelegte Arbeit wurde weder im Inland noch im Ausland in gleicher oder ähnlicher Form einer anderen Prüfungsbehörde zum Zweck einer Promotion oder eines anderen Prüfungsverfahrens vorgelegt. Mit der Überprüfung meiner Arbeit durch eine Plagiatserkennungssoftware bzw. ein internetbasiertes Softwareprogramm erkläre ich mich einverstanden.

14 Danksagung

Ein besonderer Dank gilt meinem Betreuer und Gutachter Prof. Dr. med. Bernd Niemann, für die Überlassung des Themas sowie die konstruktive Unterstützung. Des Weiteren gilt mein Dank an Herrn Piet Beusker, für seine Hilfe bei der Datenverarbeitung und Auswertung der Statistik für diese Dissertation. Weiterhin gilt mein Dank Herrn Prof. Dr. med. Andreas Böning und der Abteilung für Herz-, Kinderherz- und Gefäßchirurgie Gießen für die moralische Unterstützung.

Einen ganz besonderen Dank möchte ich meinen engsten Freunden aussprechen, die mich stets unterstützt, ermutigt und ertragen haben während der Fertigstellung dieser Doktorarbeit. Vielen Dank an Christoph Hügel für das Korrekturlesen.

Ebenso ein großer Dank geht an meine Familie, die mich immer unterstützt hat.