

Aus dem Bundeswehrkrankenhaus Berlin
Lehrkrankenhaus der Charité – Universitätsmedizin Berlin

DISSERTATION

**Bariatrische Chirurgie des Metabolischen Syndroms – eine Verlaufsstudie nach
Laparoskopischer Sleeve Gastrektomie an Soldaten der Bundeswehr**

zur Erlangung des akademischen Grades

Doctor medicinae (Dr. med.)

vorgelegt der Medizinischen Fakultät

Charité – Universitätsmedizin Berlin

von

Markus Müller

aus Weimar

Datum der Promotion: 16.06.2018

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung.....	4
Abkürzungsverzeichnis	6
1 Einleitung.....	7
1.1 Das Problem Adipositas	7
1.2 Therapiemöglichkeiten bei Adipositas	9
1.3 Funktions- und Laborwertefolgskontrollen nach LSG	12
1.4 Zielsetzung der Arbeit	12
2 Methodik	14
2.1 Rekrutierung der Probanden	14
2.2 Ein- und Ausschlusskriterien	14
2.3 Messung der Funktions- und Laborwerte	15
2.4 Statistik.....	15
3 Ergebnisse	17
3.1 Die körperliche Leistungsfähigkeit der Patienten verbessert sich nach Sleeve Gastrektomie.	17
3.1.1 BMI, Excess Weight Loss (EWL), Bauchumfang	17
3.1.2 Lungenfunktionsmessung	20
3.1.3 Ergometrieuntersuchung.....	21
3.1.4 MESAM- Untersuchung	22
3.1.5 Gastroskopie.....	24
3.2 Der messbare metabolische Status der Patienten verbessert sich nach Sleeve Gastrektomie.	25
3.2.1 Das Metabolische Syndrom	25
3.2.2 Ernährungsmangel präoperativ.....	29

3.2.3 Ernährungsmangel postoperativ	29
3.2.4 Metabolismus der Leber.....	31
3.2.5 Die Nierenfunktion.....	35
3.2.6 Das inflammatorische Potenzial	36
4 Diskussion	37
4.1 Die körperliche Leistungsfähigkeit der Patienten verbessert sich nach Sleeve Gastrektomie.	38
4.2 Der messbare metabolische Status der Patienten verbessert sich nach Sleeve Gastrektomie.	42
5 Literaturverzeichnis.....	48
Eidesstattliche Versicherung	52
Danksagung	54

Zusammenfassung

Die Verbreitung der Adipositas, die von der WHO als Epidemie beschrieben wird, zeigt für Deutschland eine Prävalenz von über 20 % in der Bevölkerung. Die erhöhte Morbidität und Mortalität von Patienten mit Adipositas bzw. Metabolischem Syndrom wird bedingt durch die zahlreichen Folgeerkrankungen. Bei der Behandlung des Metabolischen Syndroms und der Adipositas steht an erster Stelle die konservative Therapie. Versagt diese, besteht die Möglichkeit eines bariatrisch-chirurgischen Eingriffs wie der laparoskopischen Sleeve-Gastrektomie (LSG). Ziel dieser Arbeit ist es, die Wirksamkeit der LSG in Bezug auf die Veränderungen der körperlichen Leistungsfähigkeit und des metabolischen Status bei Soldaten der Bundeswehr zu untersuchen. Hierzu wurde der postoperative Verlauf von 28 Patienten nach LSG im Rahmen einer retrospektiven Datenanalyse unter dem Gesichtspunkt der körperlichen Leistungsfähigkeit und der Veränderung der metabolischen Parameter ausgewertet. Anhand der Daten lässt sich eine signifikante Gewichtsreduktion, Blutdrucksenkung, eine Erhöhung der HDL-Konzentration, eine Erniedrigung der Transaminasen und eine Verminderung der Lebergröße in der Medioclavicularlinie (MCL) erheben. Somit ist festzuhalten, dass die LSG ein geeignetes Verfahren zur Therapie der Risikofaktoren des Metabolischen Syndroms und der Adipositas darstellt. Die Daten zeigen eine Verbesserung der körperlichen Leistungsfähigkeit und der metabolischen Situation der Soldaten durch die LSG.

Abstract

The dissemination of obesity, already designated as an epidemic by the WHO, shows a prevalence of about 20% for the German population. Due to numerous complications, morbidity and mortality of patients suffering from obesity and metabolic syndrome, are increased. First and foremost in treating the metabolic syndrome and obesity stands the conservative therapy. In cases of treatment failure, bariatric-surgery such as a laparoscopic sleeve gastrectomy (LSG) can be a possible approach. The aim of this study was to investigate the efficacy of LSG to changes in physical fitness and metabolic status of soldiers. For this purpose a retrospective analysis of perioperative data of physical performance and changes in metabolic conditions of 28 soldiers was performed. Overall a significant weight reduction, lowering of blood pressure, increase in serum HDL concentration, decrease of serum transaminases concentration and a decrease of the liver sizes in the midclavicular line (MCL) was seen. Therefore LSG is a suitable method for controlling the risk factors of metabolic syndrome and obesity. The data indicate an improvement of physical performance and metabolic parameters of analysed soldiers by LSG.

Abkürzungsverzeichnis

BMI	Body-Mass-Index in kg/m ²
BWK	Bundeswehrkrankenhaus Berlin
EWL	Excess Weight Loss
HDL	High Density Lipoprotein
LDL	Low Density Lipoprotein
LSG	Laparoskopische Sleeve Gastrektomie
OSAS	obstruktives Schlafapnoe-Syndrom
SG	Sleeve Gastrektomie
WHO	World Health Organisation
MCL	Medioclavicularlinie
KHK	Koronare Herzkrankheit

1 Einleitung

1.1 Das Problem Adipositas

„Die Nationale Verzehrstudie“ aus dem Jahr 2008 lieferte alarmierende Zahlen in Bezug auf die Prävalenz der Adipositas (chronische Fettleibigkeit) in Deutschland. So zeigte sich in dieser Studie, dass insgesamt 58,2 % der Studienteilnehmer einen zu hohen Body-Mass-Index (BMI > 25) hatten. Hiervon waren 37,4% übergewichtig (BMI 25-30) und 20,8% adipös (BMI > 30) [1]. Der Mikrozensus aus dem Jahr 2009 bestätigte diese Zahlen und zeigte, dass 51,4% der Bevölkerung (60,1% der Männer und 42,9% der Frauen) einen zu hohen BMI hatten. Von diesen wiederum waren 14,7% adipös [2]. Anhand solcher Zahlen wird deutlich, dass Adipositas in Deutschland ein großes Problem darstellt, welches vermutlich in den kommenden Jahren weiter zunehmen wird. Diesen Trend erkannte die World Health Organisation (WHO) und betitelte Übergewicht, Adipositas und Diabetes als Epidemie, die 2011 weltweit 1,7 Milliarden Menschen betraf [3, 4].

$$\text{Body-Mass-Index (BMI)} = \frac{\text{Körpergewicht (kg)}}{[\text{Körpergröße (m)} \times \text{Körpergröße (m)}]}$$

Einheit: kg / m²

Dieses Problem erfasst auch Soldaten der Bundeswehr und insbesondere Soldaten mit einer längeren Dienstzeit. So zeigte eine Studie des Sportmedizinischen Instituts der Bundeswehr in Warendorf, dass unter 1 248 Teilnehmern des Lehrgangs „Sport für Soldaten über 40 Jahre“ 68,8 % der Soldaten als übergewichtig und weitere 10 % als adipös einzustufen waren. Diese Zahlen lassen den Schluss zu, dass die Prävalenz von Übergewicht und Adipositas bei Soldaten der Bundeswehr ähnlich des deutschen Bevölkerungsdurchschnitts ist [5].

Das Metabolische Syndrom ist die Kombination von gestörtem Kohlenhydratstoffwechsel (Insulinresistenz), Hypertonie, Dyslipoproteinämie und abdomineller (stammbetonter) Adipositas. All diese Faktoren reduzieren über längere Zeiträume signifikant die Lebenserwartung [6]. Die erhöhte Morbidität und Mortalität von Patienten mit Adipositas bzw. Metabolischem Syndrom wird durch die zahlreichen Folgeerkrankungen bzw. die metabolischen Langzeitfolgen bedingt, die mit Übergewicht vergesellschaftet sind und bei rund 78 % der adipösen Patienten vorliegen [7]. So steigt das Mortalitätsrisiko bei Adipositas auf das 6- bis 12-fache der Normalbevölkerung an, und die Lebenserwartung wird bei übergewichtigen Männern um 12 Jahre und bei Frauen um 9 Jahre reduziert [8]. Die World Health Organisation (WHO) beziffert jährlich 2,5 Millionen Todesfälle durch die Folgen eines zu hohen BMI wie beispielsweise Diabetes mellitus, Hypertonie, Schlafapnoe und degenerativen Skeletterkrankungen [4]. Gesicherte mit Adipositas assoziierte Folgeerkrankungen aus dem kardiovaskulären Formenkreis sind somit Krankheiten wie Koronare-Herz-Krankheit (KHK), Myokardinfarkt und Schlaganfall. Für weitere Erkrankungen wie Arthritis, Gallenblasenerkrankungen, Krebs und Demenz besteht bisher keine gesicherte Evidenz, auch wenn eine Assoziation sehr wahrscheinlich ist.

Das Metabolische Syndrom liegt laut einer Studie bei rund 81 % der bariatrisch operierten Patienten präoperativ vor [9]. Die WHO definiert folgende Kriterien, von denen aus den 3 Kriteriengruppen mindestens 2 Unterkriterien erfüllt sein müssen:

1. BMI > 30 kg/m² und / oder Bauchumfang > 90 cm (Männer) / > 85 cm (Frauen)
2. Triglyceride >150 mg/dl und / oder HDL-Cholesterin < 35 mg/dl (Männer)/ <39 mg/dl (Frauen)
3. Blutdruck systolisch > 140 mmHg und / oder > 90 mmHg diastolisch und / oder antihypertensive Therapie und / oder Mikroalbuminurie (> 20 µg/min) [9-11].

In einer Studie von To et al. lag bei 88 % der Patienten präoperativ eine Hypertonie und eine Zuckerstoffwechselstörung bei 63 % der Patienten vor [9]. Laut Stroh et al. haben

rund 18,9 % der Patienten einen diagnostizierten Diabetes mellitus vor der Operation [12].

1.2 Therapiemöglichkeiten bei Adipositas

Bei der Therapie der Adipositas steht die konservative Behandlung an erster Stelle. Hier liegt der Ansatz in erster Linie in der Gewichtsreduktion, die der Patient durch Bewegungstherapie und Ernährungsumstellung unter professioneller Begleitung selbst verwirklichen soll.

Die aktuellen medikamentösen Therapieansätze zielen auf die zentrale Appetitminderung und auf die Hemmung der Aufnahme von Nahrungsfetten aus dem Gastrointestinaltrakt, wobei aufgrund des hohen Nebenwirkungsprofils, der durchschnittlichen geringen Gewichtsreduktion, sowie der erneuten Gewichtszunahme nach Absetzen der Präparate eine generelle Empfehlung derzeit nicht Grundlage der leitliniengerechten Therapie ist [13].

Die konservative Therapie umfasst laut S3-Leitlinie folgende Punkte [14]:

- Ernährung: Durchhalten einer energiereduzierten Mischkost und einer weiteren ernährungsmedizinischen Maßnahme, wie zum Beispiel Formula-Diät.
- Bewegung: Durchführung einer Ausdauer- und/oder Kraftausdauersportart mit mindestens zwei Stunden Umfang pro Woche.
- Psychotherapie: Durchführung einer ambulanten oder stationären Psychotherapie (Verhaltenstherapie oder Tiefenpsychologie), falls eine Essstörung (binge-eating, night-eating) oder eine Psychopathologie (zum Beispiel Depression, Ängstlichkeit) vorliegt.
- Patientengruppe: Durchführung von Beratung zum Lebensstil nach Möglichkeit in einer Gruppe.

Bei Ausbleiben einer Gewichtsreduktion bzw. unzureichendem Erfolg der konservativen Therapie besteht die Möglichkeit einer elektiven, bariatrischen Operation als beste Methode für eine schnelle Gewichtsreduktion. Hierzu zählen verschiedene mögliche operative Eingriffe. Die aktuell am häufigsten durchgeführten sind: Magenband-

Operation, Schlauchmagen (Sleeve-Gastrektomie), Roux-Y-Magenbypass, Biliopankreatische Diversion mit Duodenalswitch [14]. Diese Arbeit beschränkt sich auf Ergebnisse zur Schlauchmagenoperationen.

Die Sleeve-Gastrektomie (engl. „sleeve gastrectomy“, „vertical gastrectomy“) entspricht einer subtotalen Magenlängsresektion. Hierbei verbleibt ein Magenrestvolumen von ca. 100 ml, wobei ein Volumen von ca. 1000 ml reseziert wird. Dieses operative Verfahren ist im Gegensatz zur Magenband- oder Magenbypass-Operation noch eine relativ neue Möglichkeit zur Therapie der Adipositas. So wurde erstmals 2008 die Sleeve-Gastrektomie (SG) vom „American College of Surgeons“ in die Liste der bariatrischen Standardverfahren aufgenommen und somit offiziell anerkannt [15]. Im Zeitraum 2005 - 2013 wurden in 121 deutschen Einrichtungen 31668 bariatrische Eingriffe gezählt, von denen 11840 eine SG darstellten [12]. Weltweit betrachtet hat die SG nach Daten der International Federation for the Surgery of Obesity and Metabolic Disorders (IFSO) im Jahre 2011 einen Anteil an den adipositaschirurgischen Operationen von 27,8 % [16].

Die SG wird in 97,5 % der Fälle laparoskopisch (LSG) durchgeführt und zählt zu den restriktiven Operationsverfahren, da eine vermehrte Energieaufnahme durch das Fehlen des Magenreservoirs nicht mehr möglich ist [17-20]. Die mittlere Operationszeit beträgt 89,6 min [20]. Über die Wirkungsweise der LSG ist bekannt, dass nicht nur der restriktive Effekt auf die Sättigung und auf die Appetitreduktion wirkt, sondern dass gastrointestinale Hormone eine wichtige Rolle spielen. So sind hier Ghrelin, Glukagon-ähnliches Peptid1 (GLP-1), Peptid Tyrosyl-Tyrosin (PYY), Gastrisch-inhibitorisches Polypeptid (GIP), Cholezystokinin (CCK) und Pankreatisches Polypeptid (PP) zu nennen [21-23]. Durch die Entfernung eines großen Teils des Magens, indem Ghrelin, Gastrin und weitere Hormone gebildet werden, finden sich postoperativ erniedrigte Hormonspiegel und es stellt sich über die hypothalamische Regulierung ein Sättigungsgefühl bzw. eine Appetithemmung ein.

Vor jedem bariatrischen Eingriff erfolgt eine kritische Indikationsstellung. So muss laut S3-Leitlinie mindestens ein BMI über 35 mit oder ein BMI über 40 ohne Komorbiditäten vorliegen. Zwei Ausnahmen dieser Beschränkung betreffen das Vorliegen eines Diabetes

mellitus Typ 2, bei dem bereits in Studien ab einem BMI von 30 operiert werden darf oder das Vorliegen eines BMI über 50. Des Weiteren wird eine Stellungnahme eines in der konservativen Adipositas-Therapie erfahrenen Arztes gefordert, der bescheinigt, dass die konservative Therapie 6-12 Monate ohne Erfolg durchgeführt wurde [14, 24]. Auch die Konsultation eines Psychologen oder Psychiaters wird vorausgesetzt, da mit einem erhöhten BMI affektive, Angst-, Ess- und Persönlichkeitsstörungen vergesellschaftet sind [14]. Ebenso ist eine Gastroskopie Pflicht [14].

Als Kontraindikationen gelten erosive Gastritis, Magenulkus, eine große Hiatushernie, Ösophagus- oder Magenvarizen, angeborene oder erworbene Teleangiektasien, Hypothyreose, Lupus, Sklerodermie, konsumierende Erkrankungen, instabile psychische Erkrankungen, Substanzabhängigkeit, Schwangerschaft und fehlende Bereitschaft der Patienten die Nachsorge wahrzunehmen [14, 17].

Im Bundeswehrkrankenhaus Berlin (BWK) ist die strenge Indikationsstellung durch mindestens dreimaligen präoperativen Kontakt mit dem Patienten einschließlich stationärer Diagnostik und der Fallvorstellung im interdisziplinären Metabolischen Board gewährleistet. Präoperativ erfolgt die körperliche Untersuchung, laborchemische Untersuchung, Spirometrie, Ruhe-EKG, Thoraxaufnahme in 2 Ebenen, Gastroskopie, MESAM, abdominelle Sonografie, Ergometrie, ernährungsmedizinisches Konsil, internistisches Konsil und psychologisch-psychiatrische Evaluation [25].

Die LSG ist aufgrund der Langzeitergebnisse bzw. der angestrebten Wiederherstellung der uneingeschränkten Verwendungsfähigkeit bei Soldaten der Bundeswehr als primäres Standardverfahren festgelegt, da durch diesen Eingriff die Dienstfähigkeit nach Zentraler Dienstvorschrift (ZdV) 46/1 im Gegensatz zu den malabsorptiven Verfahren bestehen bleibt. Ausnahmen ergeben sich durch medizinische Indikationen. Zivile Patienten müssen selbst mit den Untersuchungsbefunden bei ihren Krankenkassen um Kostenübernahme einer LSG oder eines anderen bariatrischen Eingriffs bitten [25].

1.3 Funktions- und Laborerterfolgskontrollen nach LSG

Besonders wichtig für den Erfolg ist bei bariatrischen Operationen die Nachsorge, welche sich aus der regelmäßigen Kontrolle des Gewichtes, aussagekräftiger Laborwerte, Funktionsmessungen, Medikationsanpassungen/ Substitutionstherapien und psychiatrischer Betreuung zusammensetzt. Anhand der Daten von Gewicht, BMI, BZ-Profil, HbA1c, Sonografie der Leber, Triglyceride, Gesamtcholesterin, LDL, HDL, ALAT/ASAT, Cholinesterase, Gesamteiweiß, Albumin, Harnsäure, GFR, Kreatinin, Harnstoff, Spirometrie, Ergometrie, RR-Profil, MESAM und Gastroskopie der postoperativen Nachsorgeuntersuchungen kann der metabolische Verlauf abgeschätzt und kontrolliert werden.

1.4 Zielsetzung der Arbeit

In der Vergangenheit wurden schon einige Studien durchgeführt, die den positiven Effekt für die Patienten nach LSG bei Metabolischem Syndrom bzw. Adipositas verdeutlichen. Ziel dieser Arbeit ist zu untersuchen, ob sich dies mit den erhobenen Daten im Rahmen dieser retrospektiven Studie für Soldaten der Bundeswehr ebenso verifizieren lässt. Des Weiteren wird besonderes Augenmerk auf einer umfassenden Betrachtung der Vorteile für den Patienten liegen, die in diesem Umfang so in keiner Studie zu finden waren. So befassten sich die meisten Studien fast ausschließlich mit dem Gewichtsverlust und dem Verlauf des Metabolischen Syndroms. Das Ziel dieser Arbeit ist eine möglichst ganzheitliche Erfassung des postoperativen Status der Soldaten im Verlauf mittels metabolischer Parameter, Auswertungen der körperlichen Belastbarkeit/Fitness und Beobachtung der Schlafqualität.

Die Ausgangshypothesen dieser Arbeit lauten:

1. Die körperliche Leistungsfähigkeit der Soldaten verbessert sich nach Sleeve Gastrektomie.
Zur Bestätigung werden Gewichtsverläufe, Lungenfunktions-, Ergometrie-, Gastroskopie- und MESAM-Untersuchungsergebnisse ausgewertet.

2. Der messbare metabolische Status der Soldaten verbessert sich nach Sleeve Gastrektomie, was anhand der laborchemischen Untersuchungen demonstriert werden soll.

2 Methodik

2.1 Rekrutierung der Probanden

Als Grundlage dieser Arbeit wurden Daten der Abteilung für Allgemein- und Viszeralchirurgie des Bundeswehrkrankenhauses Berlin zusammen getragen und ausgewertet. Anhand der Einschlusskriterien wurden 28 Patienten im Zeitraum 2014 aus Archivakten rekrutiert. Das mittlere Alter der Patienten betrug 42,4 Jahre (17-56 Jahre). Es handelt sich um 4 weibliche und 24 männliche Soldaten.

Ein Antrag bei der Ethikkommission erfolgte nicht, da die Daten anonymisiert verwendet und retrospektiv erhoben wurden.

2.2 Ein- und Ausschlusskriterien

Da es sich um eine Studie über die Sleeve Gastrektomie als therapeutisches Mittel der Adipositas handelt, werden die Grunderkrankung und die operative Therapie als Voraussetzung gesetzt. Somit zählen alle Soldaten der Allgemein- und Viszeralchirurgie des BWKs mit diesem operativen Eingriff zwischen 2010-2014 zur erhobenen Patientengruppe.

Folgende Einschlusskriterien für die statistische Auswertung wurden definiert:

- Soldaten im Alter zwischen 17 – 56 Jahre
- keine bariatrischen Voroperationen
- erfolglose konservative Adipositas therapie mit Ausschluss alternativer Ursachen, Ausschluss psychiatrischer und gastrointestinaler Kontraindikationen vor LSG
- Therapeutische Sleeve-Gastrektomie zur Behandlung der Adipositas zwischen 2010-2014 im BWK Berlin
- Body-Mass- Index über 30 und unter 60 vor dem operativem Eingriff
- Regelmäßige Teilnahme am Nachsorgeprogramm im BWK mit mindestens einer postoperativen Nachsorgeuntersuchung nach 6 Wochen

Die Anzahl der Patienten (n) für die statistische Auswertung variiert je nach untersuchtem Wert und wahrgenommenen Nachsorge-Untersuchungen. Die vier Frauen werden bei auffälligem und interessantem Verlauf kasuistisch dargestellt. Für einen Vergleich mit den männlichen Patienten war diese Gruppe zu klein. Des Weiteren unterscheiden sich die Referenzwerte zwischen Frauen und Männern, was eine gesonderte Betrachtung nach sich zieht.

2.3 Messung der Funktions- und Laborwerte

Zur Erhebung der Daten in Bezug auf die körperliche Funktionalität der Patienten wurde auf Aufnahme- und Nachsorgeprotokolle, Gastroskopie-, Ergometrie-, Abdomensonografie-, Spirometriebefunde und OSAS-Diagnostik aus dem BWK zurückgegriffen. Die Laborwerte wurden ebenfalls im Hause erhoben und aus dem Archiv übernommen. So konnte anhand der Daten von Gewicht, BMI, BZ-Profil, HbA1c, sonografisch erhobene Lebergröße, Triglyceride, Gesamtcholesterin, LDL, HDL, ALAT/ASAT, Cholinesterase, Gesamteiweiß, Albumin, Harnsäure, GFR, Kreatinin, Harnstoff, Spirometrie, Ergometrie, RR-Profil, MESAM und Gastroskopie der postoperativen Nachsorgeuntersuchungen der metabolische Verlauf dargestellt werden. Die postoperativen Nachsorgetermine sind geplante, stationäre Aufenthalte nach 6 Wochen, 3, 6, 9, 12, 18, 24, 30 und 36 Monaten [25].

2.4 Statistik

Die statistische Auswertung des Untersuchungsmaterials erfolgte mit dem Programmsystem SPSS Version 21. Die Patientendaten (Untersuchungsdaten) wurden EDV-gerecht verschlüsselt, erfasst und an einem PC bearbeitet und ausgewertet. Zur Beschreibung der Verteilung von quantitativen Merkmalen wurden statistische

Maßzahlen berechnet: der arithmetische Mittelwert und der Median als Lagemaße, die Standardabweichung und die Quartile zur Charakterisierung der Streuung, sowie Minimal- und Maximalwert und Konfidenzintervalle für die Mittelwerte. Zur Darstellung wurde meist eine unabhängige Verlaufsdarstellung gewählt. Eine Signifikanz stellt sich in den Abbildungen dadurch dar, dass sich die dargestellten Konfidenzintervalle nicht überlappen. Die qualitativen Merkmale werden mit der Kontingenztafelmethode und dem parameterfreien Chi-Quadrat-Test ausgewertet. Die Bewertung quantitativen Merkmalen erfolgt mit dem t-Test und der Varianzanalyse. Für alle Teste ist das Signifikanzniveau mit $\alpha = 5\%$ festgelegt, was $p < 0,05$ für die Ablehnung der Nullhypothese entspricht.

An einigen Stellen wurde bewusst auf eine statistische Bewertung verzichtet, da die Anzahl der Patienten und Daten zu gering war. In solchen Fällen wird der Sachverhalt im Rahmen einer Kasuistik beschrieben. Bei der Erstellung der Dissertation wurden die „Grundsätze der Charité zur Sicherung guter wissenschaftlicher Praxis“ eingehalten.

3 Ergebnisse

3.1 Die körperliche Leistungsfähigkeit der Patienten verbessert sich nach Sleeve Gastrektomie.

3.1.1 BMI, Excess Weight Loss (EWL), Bauchumfang

Betrachtet man das Gewicht der eingeschlossenen Patienten im Verlauf, ergibt sich folgende Grafik:

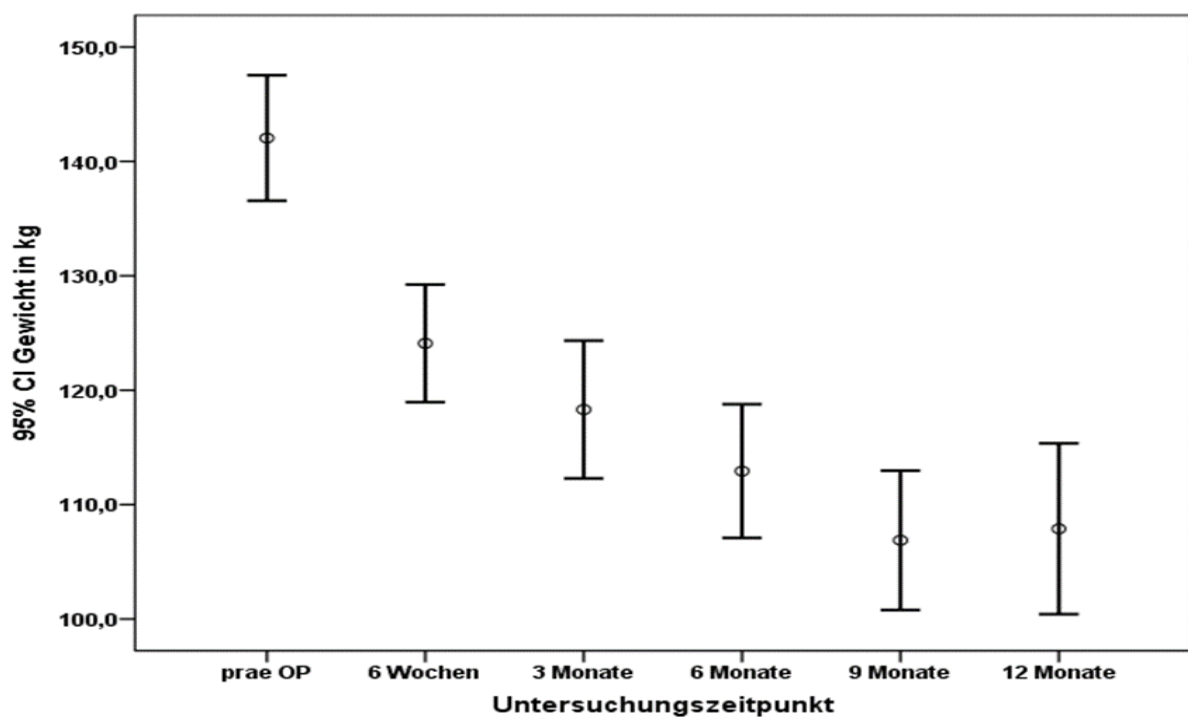


Abbildung 1: Mittelwertverlauf des Gewichtes in kg und 95 % Konfidenzintervall über die Untersuchungszeitpunkte

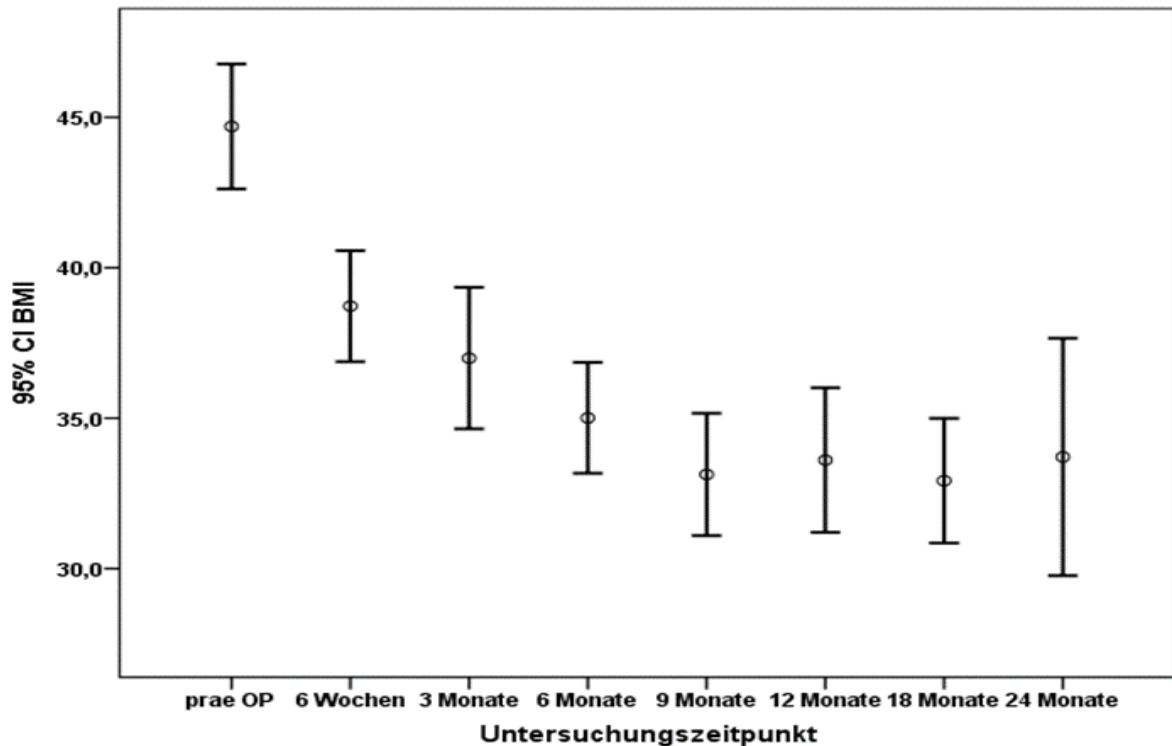


Abbildung 2: Mittelwert und Konfidenzintervall des BMI im Langezeit-Follow-up

Präoperativ war im Mittel ein BMI von 44 ($\pm 5,3$, $n=24$) zu erheben. Nach SG war ein signifikanter Gewichtsverlust erfassbar ($p < 0,001$). Besonders innerhalb der ersten 6 Wochen nach Operation, wo der gemittelte BMI bei 38 ($\pm 4,2$, $n=22$) lag. Nach 12 Monaten stabilisierte sich der BMI bei 33,1 ($\pm 4,3$, $n=12$), blieb aber zum präoperativen Wert signifikant.

Bei den 4 Frauen ergeben sich ähnliche Zahlen. Gemittelt lag präoperativ ein BMI von 48,7 vor. Der stärkste relative Abfall war ebenfalls nach 6 Wochen zu verzeichnen, sodass sich ein BMI von 42,5 zeigte, der sich nach 12 Monaten bei 37 stabilisierte.

Der Excess Weight Loss (EWL) beschreibt den prozentualen Anteil der verlorenen Körpermasse vom Übergewicht.

$$\text{Übergewichtsabnahme in Prozent (EWL)} = \frac{[(\text{Op-Gewicht} - \text{aktuelles Gewicht}) / \text{Übergewicht bei Op}] \times 100 \%}{}$$

Wobei das Übergewicht bei Operation durch folgende Formel berechnet wird:

$$\text{Übergewicht bei Operation} = \text{Op-Gewicht} - \text{Obere Grenze des Idealgewichts} (= \text{Größe}^2 \times 25)$$

Das durchschnittliche Gewicht der Patienten lag präoperativ bei 143,6 kg ($\pm 14,4$, n=24), nach 6 Wochen bei 125,4 ($\pm 11,9$, n=22), nach 6 Monaten bei 113 (± 14 , n=20) und nach 12 Monaten bei 108 kg (± 14 , n=12). Das Übergewicht bei Operation lag im Mittel bei 63,5 kg bei einer gemittelten Größe von 1,79 m ($\pm 0,07$). Somit ergab sich ein signifikanter EWL von 28 % nach 6 Wochen, 47,6 % nach 6 Monaten und 56 % nach 12 Monaten.

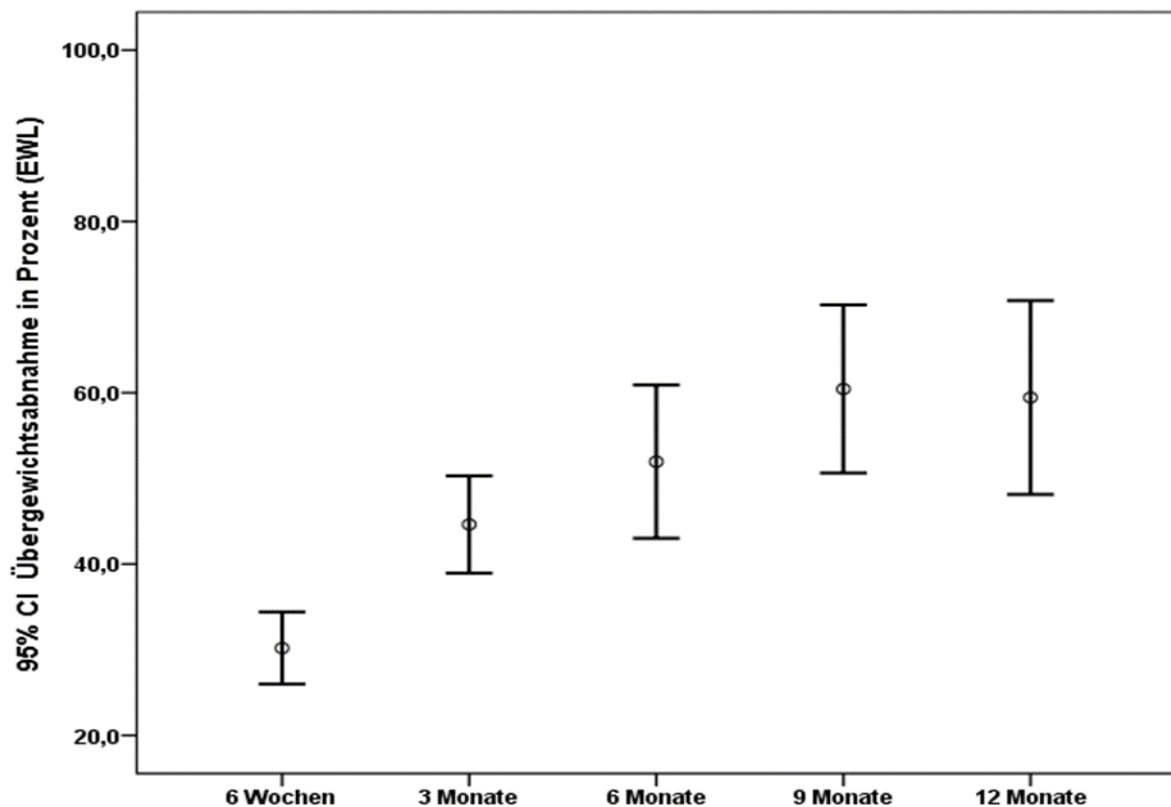


Abbildung 3: Darstellung des EWL zu den Untersuchungszeitpunkten bis 12 Monate

Der Bauchumfang als richtungsweisende Größe zeigte auf, dass er sich nach einem Jahr um ca. 27 cm signifikant ($p < 0,001$; $n = 6$) vermindert hatte.

3.1.2 Lungenfunktionsmessung

Analysiert wurden die %-IST/SOLL Werte der Lungenfunktionsuntersuchung:

Das Atemzugvolumen (AZV) lag präoperativ bei 152 % (± 43 , $n = 15$) und nach 12 Monaten bei 193 % (± 83 , $n = 4$) ($p = 0,853$).

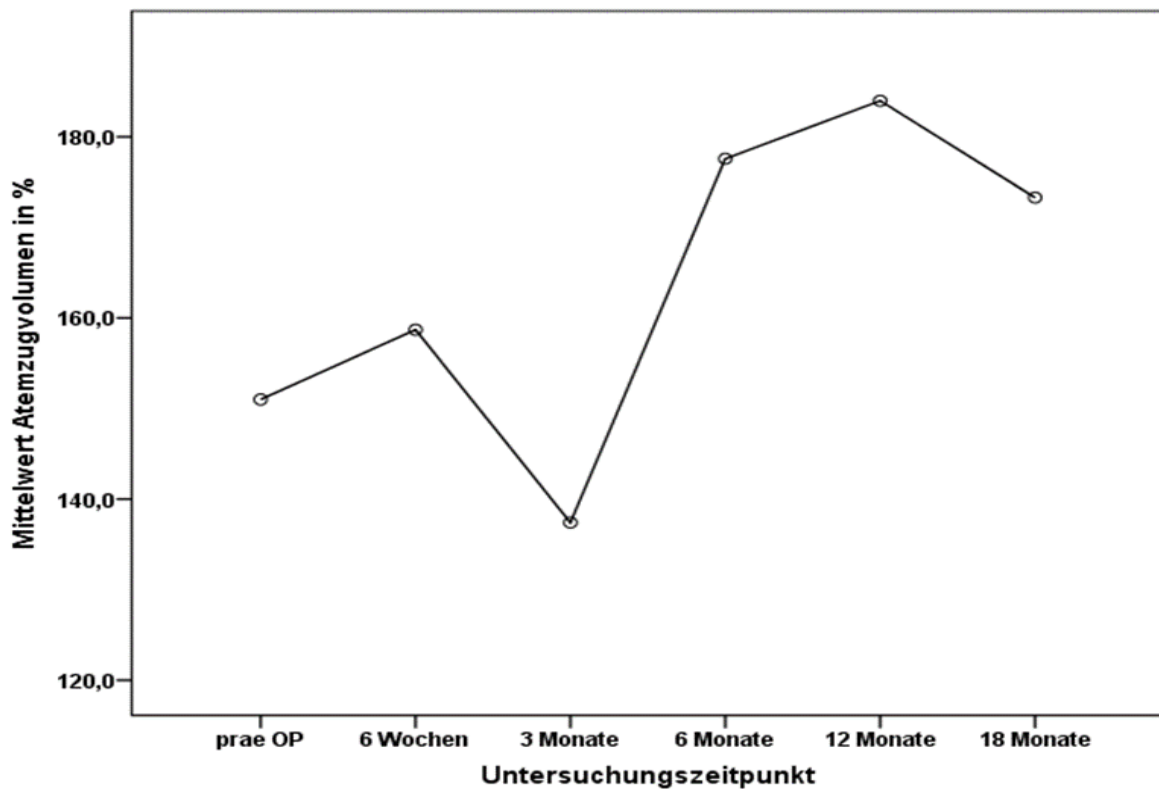


Abbildung 4: Darstellung des Verlaufs des gemittelten Atemzugvolumens in Prozent

Die Vitalkapazität (VC) lag präoperativ bei 87% (± 14 , n=21) und nach 12 Monaten bei 81% (± 20 , n=6) ($p=0,772$), die expiratorische Einsekundenkapazität (FEV1) präoperativ bei 85% (± 20 , n=21) und 12 Monate postoperativ bei 81% (± 27 , n=6) ($p=0,892$) und der Peak Flow (PEF) präoperativ bei 94% (± 26 , n=21) und 12 Monate postoperativ bei 83% (± 21 , n=6) ($p=0,565$).

Bei einer Einzelbetrachtung von Patient Nummer 15, von dem im Verlauf 6 Follow-up-Untersuchungen vorlagen, ergaben sich folgende tabellarisch zusammengefasste %-IST/SOLL-Werte:

	AZV	VC	FEV1	PEF
präop	94	87	78	80
6 Wochen	108	92	84	75
3 Monate	108	102	96	88
6 Monate	142	101	96	87
9 Monate	121	101	95	87
30 Monate	128	96	95	85

Tabelle 1: Verlauf der IST/SOLL-Werte der Lungenfunktionsuntersuchung in Prozent

3.1.3 Ergometrieuntersuchung

Die absolute Leistungsfähigkeit (maximale Wattleistung, Watt pro kg Körpergewicht bzw. max. Laufgeschwindigkeit) stieg von präoperativ möglichen 215 Watt (± 59 , n=18) auf 248 Watt (± 51 , n=10) nach 12 Monaten ($p=0,77$). Die relative Leistungsfähigkeit (Wert in Prozent eines mittels Körperoberfläche und Alter ermittelten Sollwertes, der der Durchschnittsleistung gesunder Probanden entspricht) erhöhte sich von 88 % präoperativ (± 27 , n=17) auf 116 % nach 12 Monaten nach SG (± 27 , n=10) ($p=0,087$).

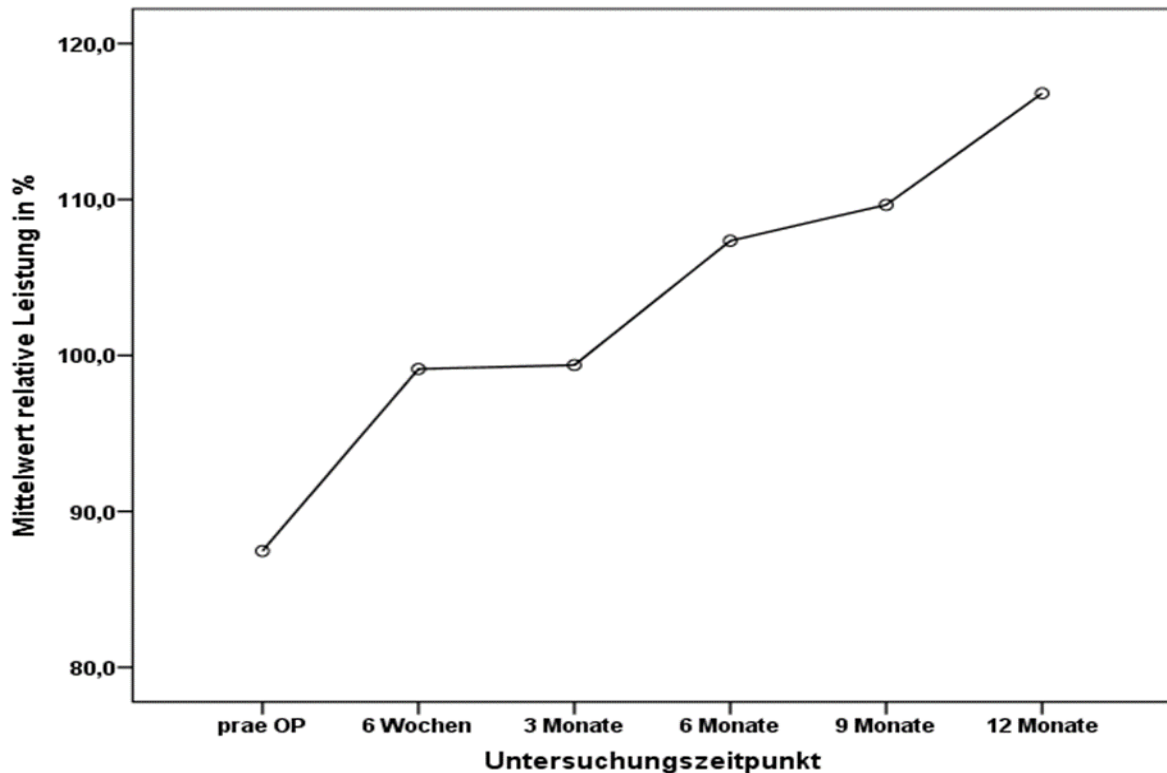


Abbildung 5: Darstellung der erbrachten gemittelten relativen Leistung in Watt

3.1.4 MESAM- Untersuchung

Untersucht wird das Obstruktive Schlafapnoe-Syndrom (OSAS) mit Hilfe eines MESAM (Madaus Electronics Sleep Apnea Monitor) Gerätes, welches richtungsweisende Daten während des Schlafes des Patienten mitschreibt.

Gemessen wird der Entsättigungsindex, der angibt wie oft pro Stunde Phasen vorliegen, in denen der Sauerstoffgehalt unter 90 % absinkt, die mittlere basale Sauerstoffsättigung über die Schlafphase, der Herzvariationsindex (HVI), der angibt wie oft in einer Stunde die Herzfrequenz variiert und der Apnoe-Hypnoe-Index (AHI), der die Atemstillstände und/ oder Phasen verminderter Atmung angibt.

Bei Patient Nummer 27 lag präoperativ ein pathologischer Entsättigungsindex von 15,3 pro Stunde (>10/h) vor und in der Zusammenschau mit den anderen Werten ein OSAS definiert. Nach 18 Monaten sank dieser auf 0,8 ab, es lag somit kein OSAS mehr vor. Die mittlere basale Sättigung steigerte sich kontinuierlich über diesen Zeitraum von 92 % auf 95,2 %. Weitere Werte:

	Entsätt.-Index	Mittl. Sättigung	HVI	AHI
Präoperativ	15,3	92	26,75	3,9
6 Wochen	4,9	92,4	17,75	0,5
6 Monate	2,3	94,9	11	1,8
9 Monate	0,3	94,4	11	0,4
18 Monate	0,8	95,2	13,6	0,9

Patient Nummer 22:

	Entsätt.-Index	Mittl. Sättigung	HVI	AHI
Präoperativ	46,5	87,8	8	42,5
6 Monate	14	92	1,7	9,6

Patient Nummer 21:

	Entsätt.-Index	Mittl. Sättigung	HVI	AHI
Präoperativ	87,7	89,2	30,1	87,3
6 Wochen	74,7	91,1	17,4	75,4

Tabelle 2: Verlauf der Ergebnisse der MESAM-Untersuchung dreier Patienten

3.1.5 Gastroskopie

Im Rahmen der präoperativen Gastroskopie wurden die Patienten nach erosivem, ösophagogastralem Reflux untersucht. Ausgewertet wurde nach Refluxbefund: ja/nein. Es ergab sich, dass präoperativ bei 52 % der Patienten (n=23) eine Reizung der Schleimhaut des Ösophagus in der Gastroskopie vorlag und nach 12 Monaten postoperativ nur noch 9 % (n=11) der Befunde dies zeigten (Chi-Quadrat-Test=0,02). Die untersuchten Frauen bestätigen dies mit präoperativ 3 von 4 und nach 12 Monaten 1 von 4 positiven Refluxbefunden. Nach 18 Monaten kam es allerdings zu einem Anstieg der Refluxerkrankung, sodass von 12 untersuchten Patienten 7 positive gastroscopische Befunde aufwiesen. Verfolgt man einzelne Patienten über die Zeit und schaut sich nach 18 Monaten ihre Ergebnisse an, so fällt auf, dass von diesen 7 positiv gastroscopierten Patienten 4 bereits präoperativ einen Reflux hatten. Bei 3 Patienten trat Reflux im Verlauf neu auf. Patient Nummer 21 hatte über den gesamten Untersuchungszeitraum mit Ausnahme des Nachsorgetermins nach 9 Monaten zu allen Zeitpunkten einen Reflux.

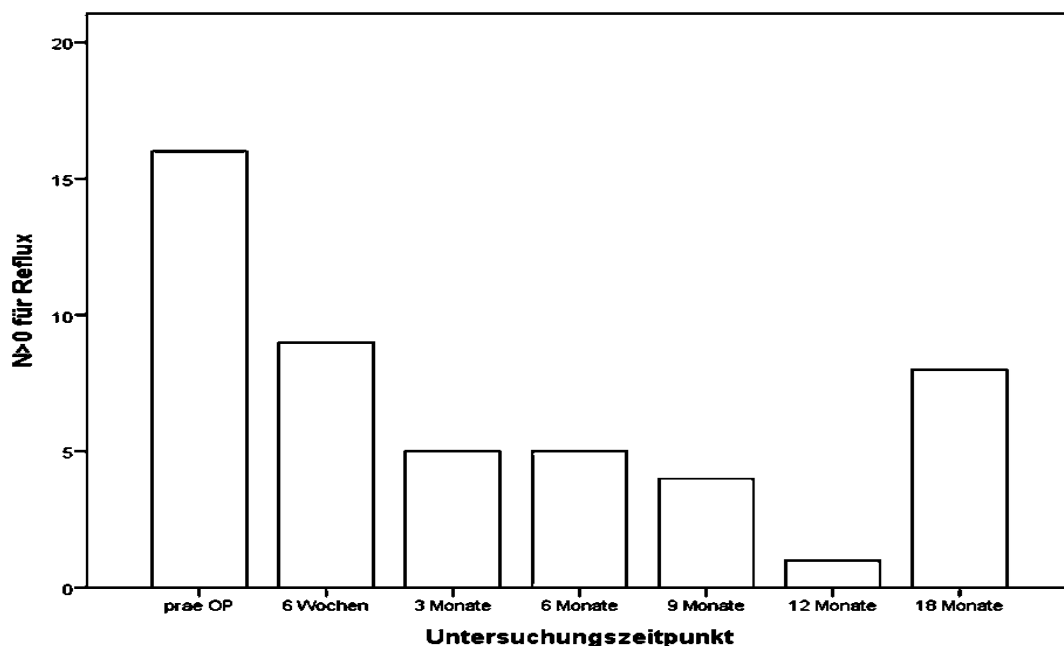


Abbildung 6: Darstellung der Anzahl von Patienten mit Refluxzeichen in der Gastroskopie

3.2 Der messbare metabolische Status der Patienten verbessert sich nach Sleeve Gastrektomie.

3.2.1 Das Metabolische Syndrom

Das Metabolische Syndrom ist die Kombination von gestörtem Kohlenhydratstoffwechsel (Insulinresistenz), Hypertonie, Dyslipoproteinämie und abdomineller (stammbetonter) Adipositas.

Die abdominelle Adipositas bzw. das Gewicht anhand des BMIs wurde bereits in Punkt 3.1.1. untersucht.

Der Kohlenhydratstoffwechsel lässt sich mittels des nüchtern bestimmten Blutzuckerwertes und des Langzeitwerts für erhöhten Blutzucker HbA1c bestimmen. Der nüchtern Blutzucker lag präoperativ bei 123 mg/dl (± 57 , n=24) und nach 12 Monaten bei 96 mg/dl (± 17 , n=12) ($p=0,084$). Ab einem nüchtern gemessenen Blutzuckerwert von 126 mg/dl ist eine diabetische Stoffwechsellage definiert und ein Wert zwischen 100-125 mg/dl gibt ein Typ-2-Diabetes-Vorstadium an. Präoperativ hatten somit laut Blutzuckerwert 7 von 24 Patienten eine diabetische Stoffwechsellage und 9 Patienten ein Vorstadium. 8 Patienten lagen im Normbereich (<100 mg/dl). Nach 12 Monaten hatten 9 von 12 Patienten laut nüchtern Blutzuckerwert keine diabetische Stoffwechsellage, 2 ein Vorstadium und 1 Patient eine diabetische Stoffwechsellage. Der HbA1c fiel von präoperativ 44 mmol/mol (± 16 , n=21) auf 37 mmol/mol nach 12 Monaten (± 7 , n=11) ($p=0,378$). Eine diabetische Stoffwechsellage ist ab 47,54 mmol/mol (6,5 %) definiert. Zwischen 38,8-47,54 mmol/mol (5,7-6,4 %) liegt ein Vorstadium vor. So lag präoperativ bei 5 Personen laut HbA1c eine diabetische Stoffwechsellage, bei 5 Patienten ein Vorstadium und bei 11 Patienten keine diabetische Stoffwechsellage vor. Postoperativ nach 12 Monaten lag bei einer Person eine diabetische Stoffwechsellage, bei 2 ein Vorstadium und bei 8 keine diabetische Stoffwechsellage vor.

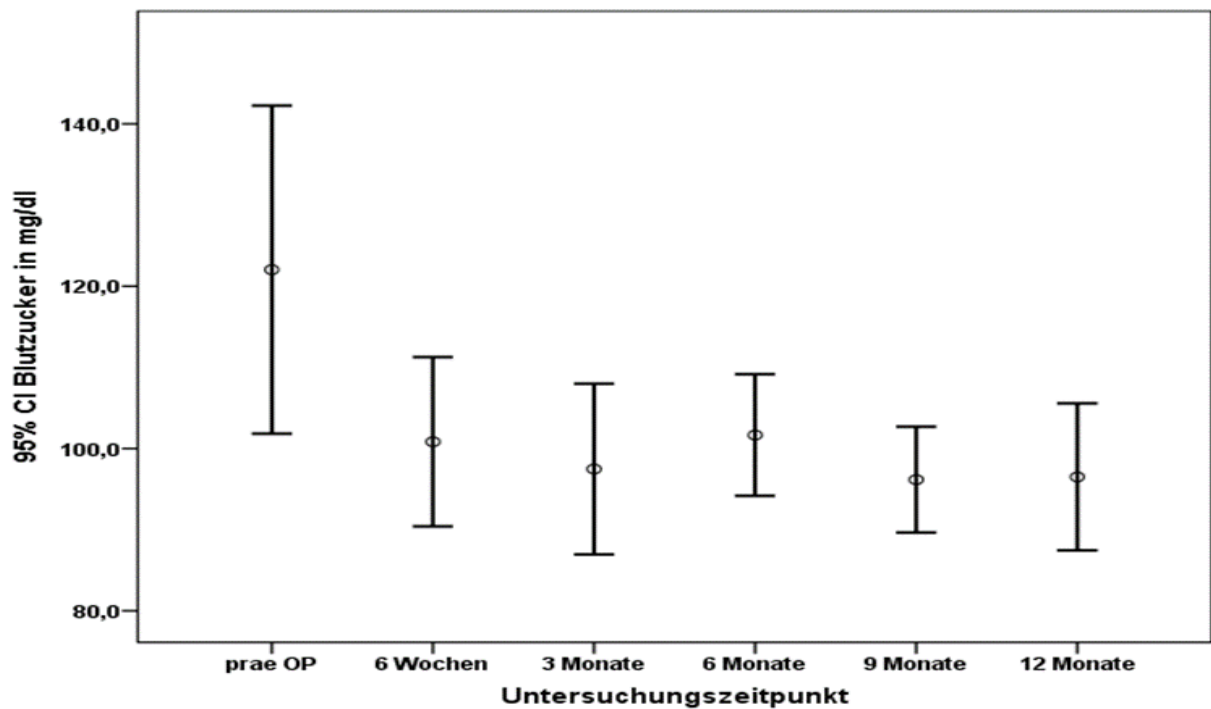


Abbildung 7: Darstellung des Verlaufs des nüchtern Blutzuckerspiegels in mg/dl

Die Dyslipoproteinämie kann anhand der Blutfettwerte untersucht werden. So sind die Veränderungen von Triglyceriden, Cholesterin und den Lipoproteinen LDL (Low Density Lipoprotein) und HDL (High Density Lipoprotein) zu untersuchen. Die Triglyceridkonzentration lag präoperativ bei 159 mg/dl (± 88 , $n=20$) und nach 18 Monaten postoperativ bei 120 mg/dl (± 69 , $n=11$) ($p=0,491$). Der Cholesterinwert fiel von 204 mg/dl (± 39 , $n=19$) auf 181 mg/dl nach 18 Monaten (± 28 , $n=12$) ($p=0,7$). Die Lipoproteinkonzentration für LDL veränderte sich im Verlauf von 18 Monaten von 128 mg/dl (± 37 , $n=20$) auf 107 mg/dl (± 23 , $n=11$) ($p=0,805$). Die HDL-Konzentration stieg signifikant von anfangs 46 mg/dl (± 10 , $n=20$) auf 60 mg/dl (± 12 , $n=12$) innerhalb von 18 Monaten postoperativ ($p<0,000$).

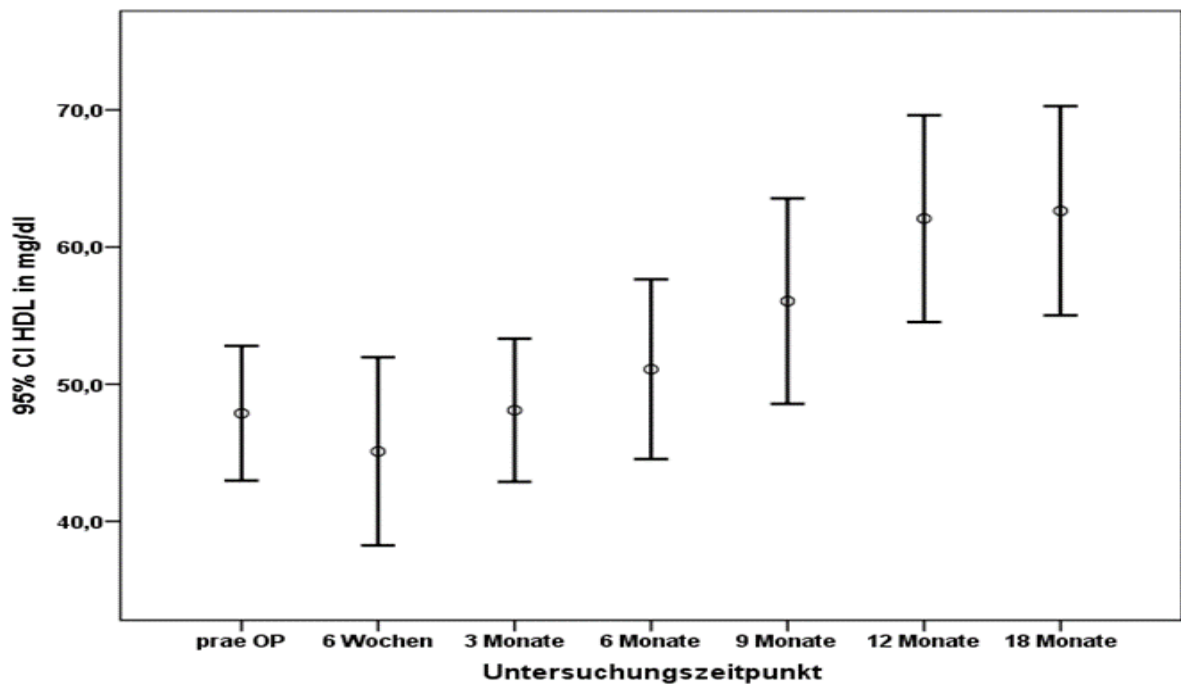


Abbildung 8: Mittelwert und Konfidenzintervall der HDL-Konzentration in mg/dl

Ein weiterer Faktor des Metabolischen Syndroms ist die Hypertonie. Der Blutdruck wurde bei jedem Nachsorgetermin und bei allen Ergometrie-Untersuchungen gemessen. Diese Messungen zeigten, dass die systolischen Werte von präoperativ im Mittel 139 mmHg (± 18 , $n=24$) auf 129 mmHg (± 12 , $n=12$) nach 18 Monaten abfielen ($p=0,009$), wobei der stärkste signifikante Abfall nach 6 Wochen nach OP zu verzeichnen war. Der diastolische Wert verhielt sich ähnlich und fiel von 88 mmHg (± 9 , $n=24$) auf 82 mmHg (± 11 , $n=12$) ($p=0,067$). Die Herzfrequenz fiel ebenso von 82 Schläge/min (± 13 , $n=24$) auf 71 Schläge/min (± 16 , $n=12$) ($p=0,116$).

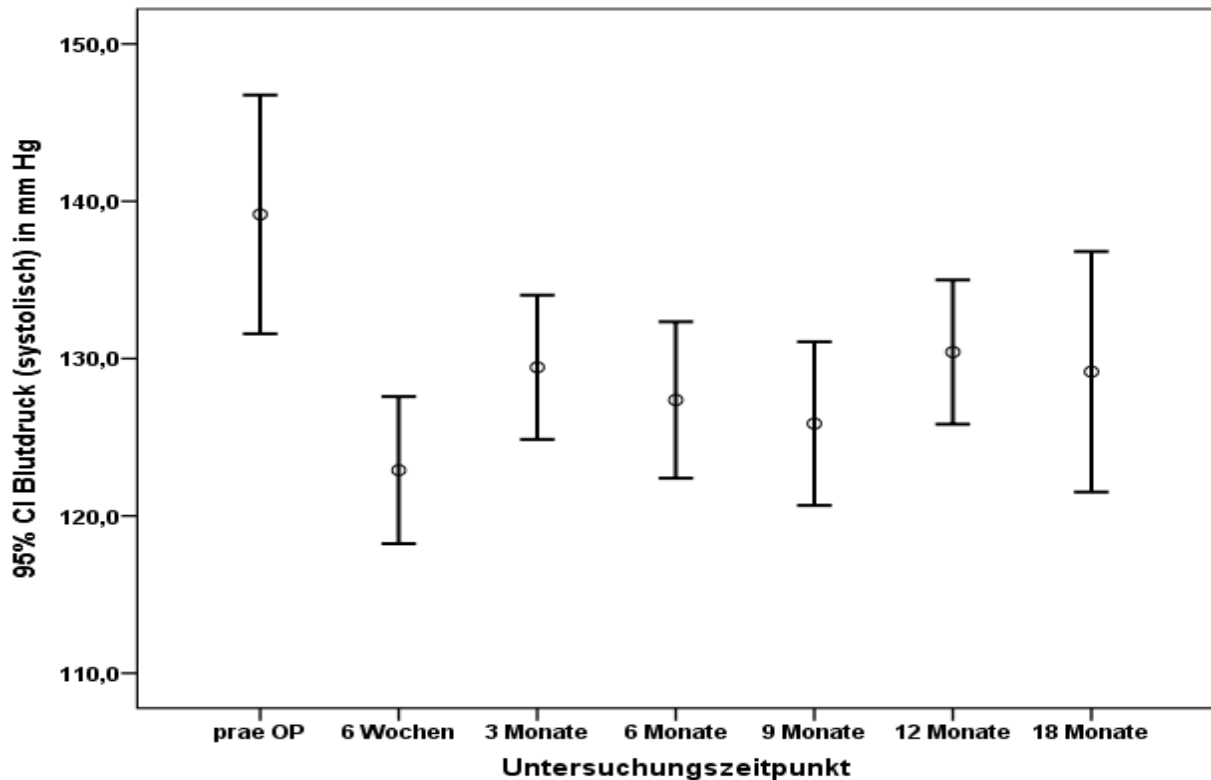


Abbildung 9: Mittelwert und Konfidenzintervall des systolischen Blutdruckwertes in mmHg im postoperativen Verlauf

In der Zusammenschau der Befunde und unter Zuhilfenahme der Definition des Metabolischen Syndroms bzw. bestimmter Unterkategorien (BMI > 30, Triglyceride > 150 mg/dl, Blutdruck systolisch >140 mmHg) zeigte sich eine Reduktion der Prävalenz des Metabolischen Syndroms anhand dieser Werte. Einen BMI über 30 zeigten präoperativ alle Patienten, nach 12 Monaten hatten 3 von 12 Patienten einen BMI unter 30. Die Triglyceridkonzentration war präoperativ bei 6 von 24 pathologisch erhöht und nach 12 Monaten bei nur einem Patient. Der systolische Blutdruckwert war präoperativ bei 13 von 24 Patienten pathologisch zu hoch und nach 12 Monaten postoperativ bei 2 von 12 Patienten. Die Definition ist erfüllt bei 2 pathologischen Werten, somit lag bei mindestens 13 Patienten präoperativ ein Metabolisches Syndrom (BMI >30 + Blutdruck systolisch >140 mmHg) vor, nach 12 Monaten bei mindestens 2 Patienten.

Die vier Frauen zeigen in der Einzelbetrachtung ähnliche Verläufe der einzelnen untersuchten Werte.

3.2.2 Ernährungsmangel präoperativ

Das Gesamteiweiß als Marker für ausreichende Proteinaufnahme zeigte, dass 2 von 24 Patienten einen Mangel aufwiesen. Als Folge eines Proteinmangels kommt es meist zu einem Mangel an Albumin, was allerdings bei keinem Patienten zu den Untersuchungszeitpunkten vorlag.

Der Eisenstoffwechsel gibt Auskunft über die Versorgung mit lebenswichtigen Spurenelementen. Festgestellt werden kann ein Mangel an Eisen anhand seiner Trägerproteine, da im menschlichen Körper das Eisen an Ferritin und Transferrin gebunden und langzeitgespeichert wird. So lag bei 3 von 20 Patienten präoperativ eine erniedrigte Transferrinsättigung vor. Der Wert des Ferritins lag bei 2 von 24 Patienten unterhalb des Referenzwertes. Das Transferrin lag im Normbereich.

Die Calcium - Werte der Patienten lagen zu allen Zeitpunkten im Normbereich.

Durch die Fehlernährung kann es zu einer zu geringen Aufnahme bzw. Verwertungsstörung von Vitamin B12 kommen. Folge wäre eine Vitamin-B12-Mangelanämie, welche bei keinem Patienten nachzuweisen war, da die Laborwerte von Erythrozytenzahl, Hämatokrit, Hämoglobinkonzentration und Vitamin B12 – Konzentration (443 ± 157 pg/ml) im Untersuchungszeitraum in der Norm lagen.

3.2.3 Ernährungsmangel postoperativ

Durch den restriktiven Eingriff kommt es zu einer Behinderung der Nahrungsaufnahme. Betrachtet man die Werte des Gesamteiweißes bzw. Albumins, die Werte des

Eisenstoffwechsels (Ferritin, Transferrin, Transferrinsättigung), des Calciums, des Hämatokrits, des Hämoglobins und die Anzahl der Erythrozyten fällt auf, dass alle Werte innerhalb der Referenzbereiche liegen.

Durch die 90 prozentige Resektion des Magens vermindert man die Aufnahmefähigkeit des Körpers für Vitamin B12. Betrachtet man die Werte im Verlauf so fällt eine Streuung der Blutkonzentrationen mit bis zu 1950 pg/ml (Norm: 191-663 pg/ml) auf. Eine signifikante Reduktion zeigte sich nicht.

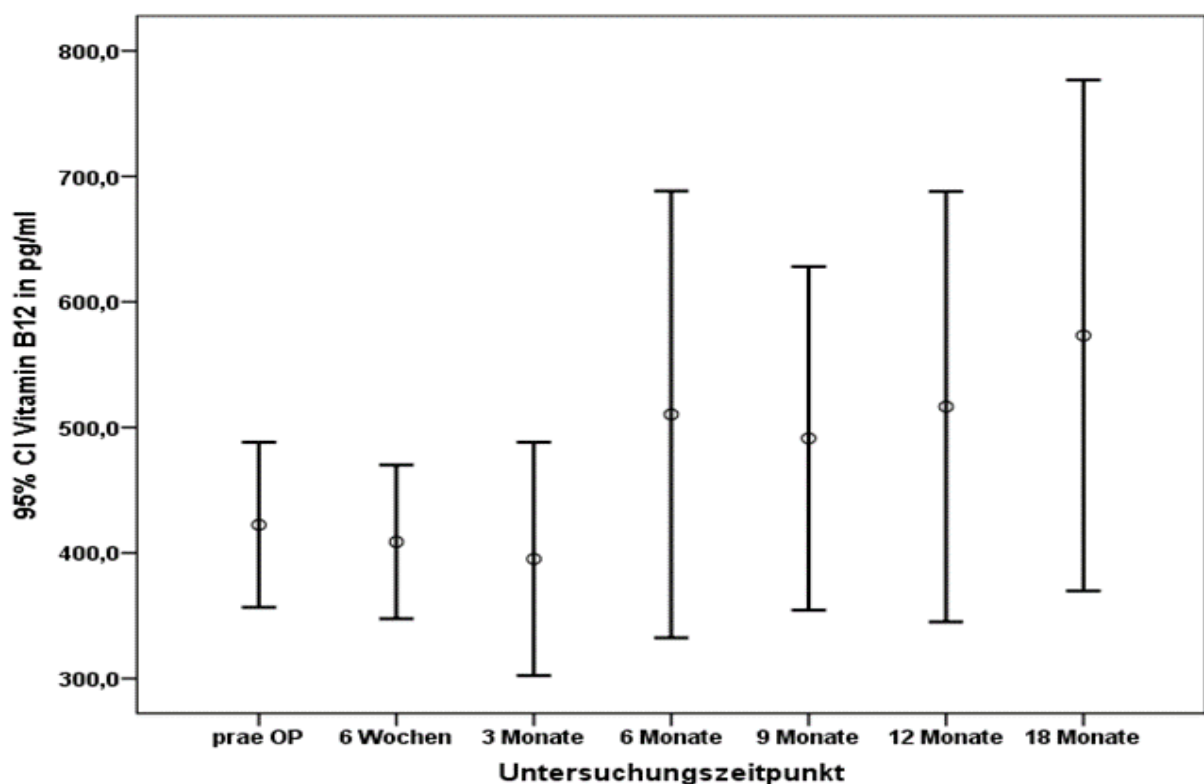


Abbildung 10: Mittelwert und Konfidenzintervall der Vitamin B12- Konzentration in pg/ml

3.2.4 Metabolismus der Leber

Die Transaminasen Aspartat-Aminotransferase (ASAT) und Alanin-Aminotransferase (ALAT) sind katalytische Enzyme der Leber und sind im Eiweißstoffwechsel wichtig (Normwert: 10-50 U/l). Betrachtet man sie im Verlauf nach SG ergab sich folgendes Bild:

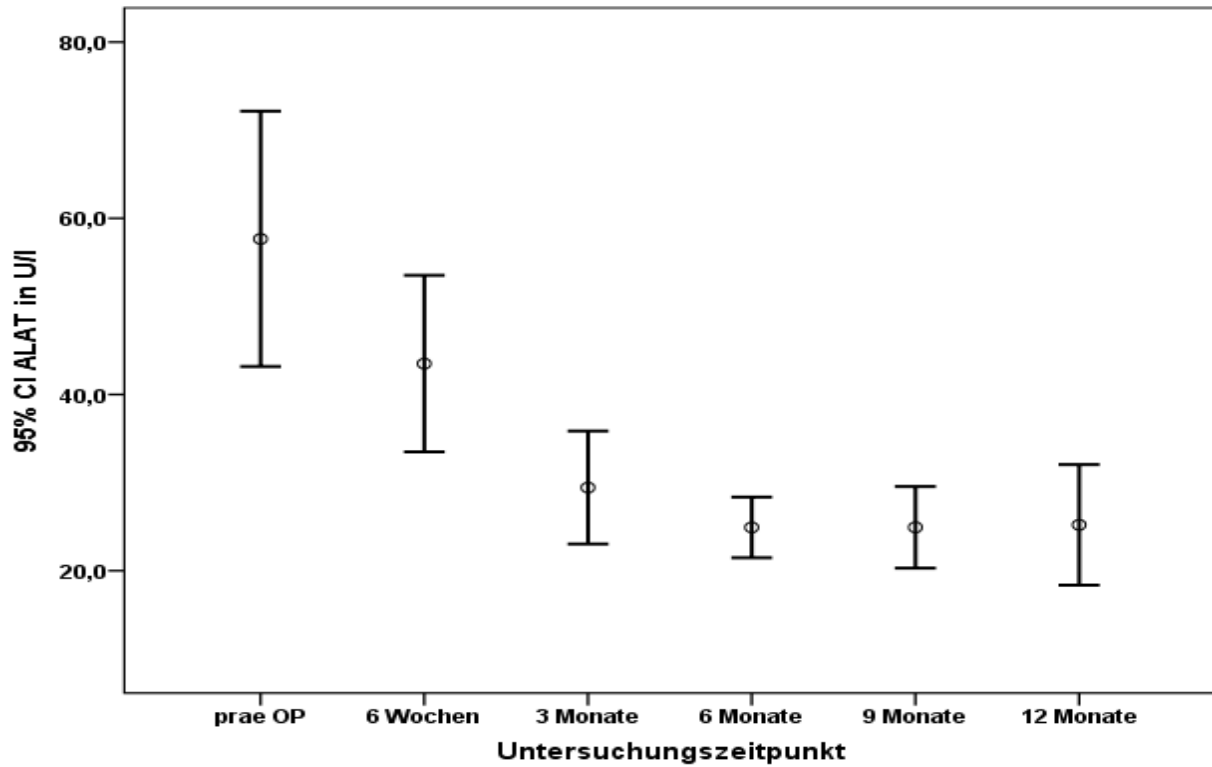


Abbildung 11: Mittelwert und Konfidenzintervall der ALAT- Konzentration in U/l

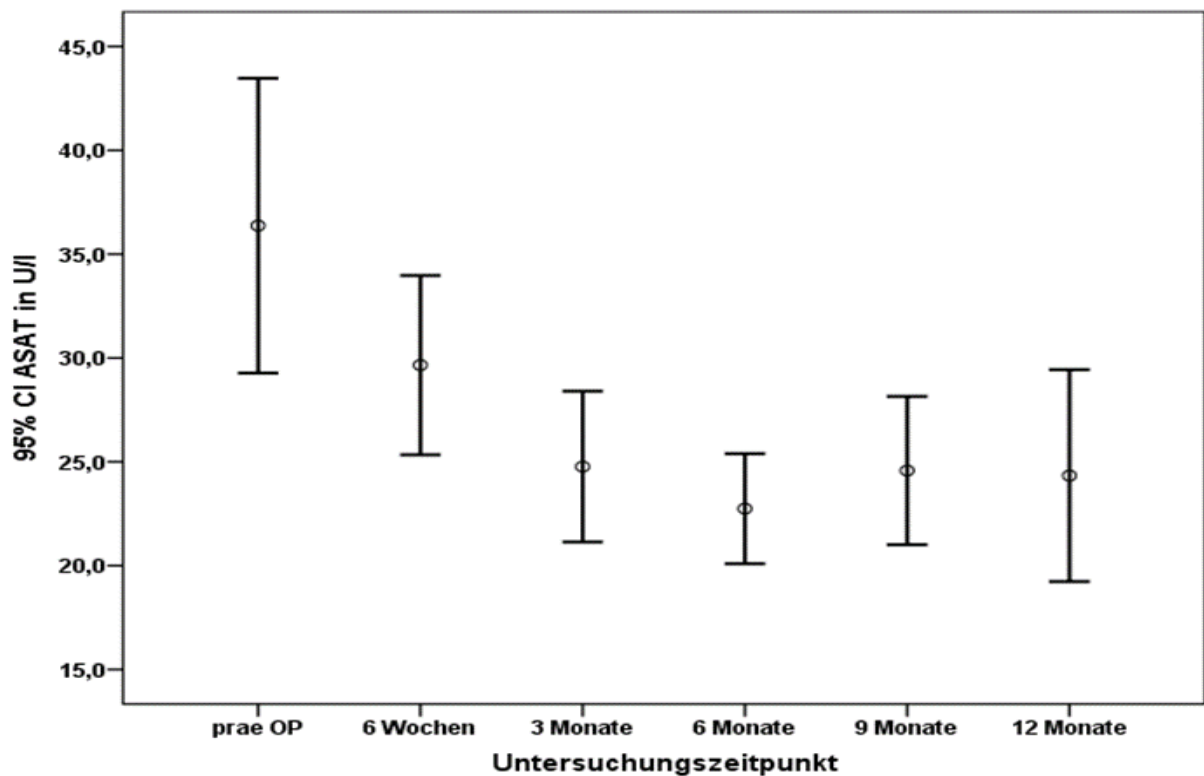


Abbildung 12: Mittelwert und Konfidenzintervall der ASAT- Konzentration in U/l

Der Wert der ALAT sank signifikant von pathologischen 58 U/l (± 34 , $n=24$) auf 25 U/l (± 11 , $n=13$) in den Normbereich nach 12 Monaten nach SG ($p < 0,001$). Die ASAT-Konzentration sank ebenfalls signifikant von 38 U/l (± 19 , $n=24$) auf 24 U/l (± 10 , $n=13$) innerhalb der 12 Monate ($p=0,001$). Als entscheidend wird in der Medizin das Verhältnis der beiden Transaminasen zueinander, welches im De-Ritis-Quotient (ASAT/ALAT) ausgedrückt wird, angesehen. Hier ergab sich folgendes Bild:

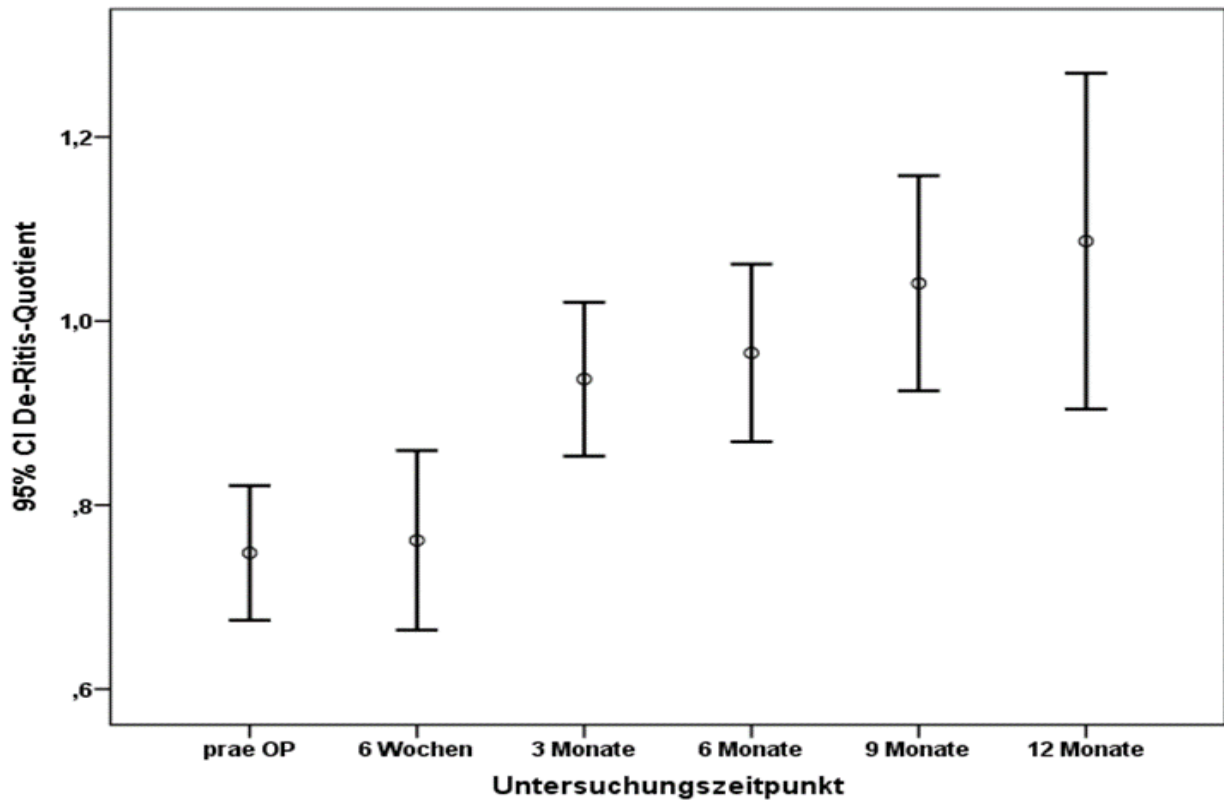


Abbildung 13: Mittelwert und Konfidenzintervall des De-Ritis-Quotienten im Verlauf

Zu sehen war eine Erhöhung von im Mittel präoperativen 0,73 ($\pm 0,2$, $n=24$) auf 1,03 ($\pm 0,3$, $n=13$) nach 12 Monaten ($p < 0,001$). Ein weiterer Parameter ist die Cholinesterase als Enzym der Leber, an der man die Syntheseleistung der Leber überwachen kann. Sie sank von 10111 U/l (± 1800 , $n=21$) nach 18 Monaten auf 8773 U/l (± 1870 , $n=11$) ($p=0,116$), lag aber die gesamte Zeit im Normbereich.

An der Größe der Leber in Medioclavikularlinie (MCL) aus der sonografischen Untersuchung kann man sich ein Bild machen über die Steatose der übergewichtigen Patienten. Die Größe in MCL sank signifikant von präoperativ 17,1 cm (± 2 , $n=17$) auf 14,4 cm ($\pm 1,9$, $n=11$) nach 18 Monaten ($p=0,016$), wobei ein Normwert von 12 \pm 3 cm angenommen wurde. Über 15 cm in MCL als Zeichen einer Steatosis hepatitis waren präoperativ bei 13 von 17 Patienten und nach 18 Monaten bei 4 von 11 Patienten nachzuweisen.

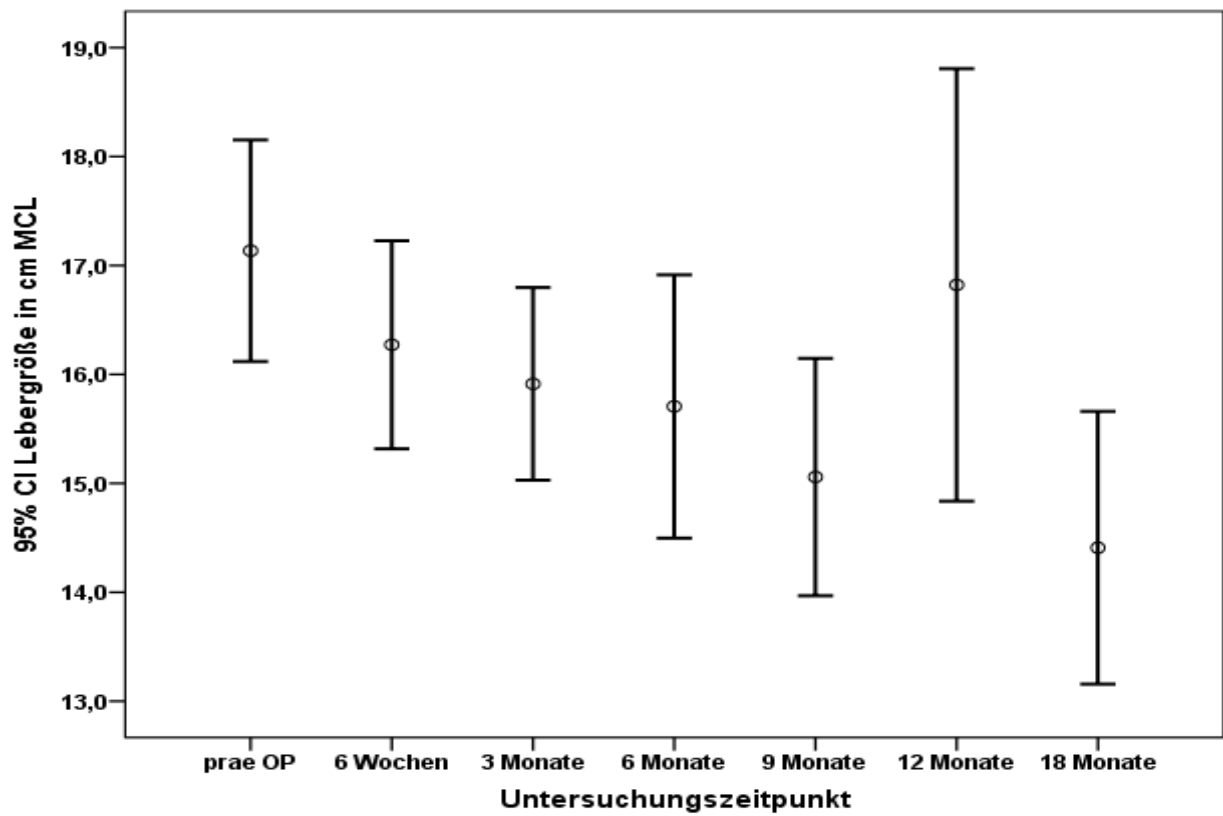


Abbildung 14: Mittelwert und Konfidenzintervall der Lebergröße in cm in MCL im Verlauf
Der Fettstoffwechsel wurde bereits in 3.2.1. dargestellt.

3.2.5 Die Nierenfunktion

Anhand des Verlaufs des Kreatinins und des Harnstoffs lässt sich die Ausscheidung und Funktion der Niere beurteilen. Die Werte des Kreatinins lagen im gesamten Untersuchungszeitraum ohne größere Veränderungen im Normbereich bei rund 0,9 mg/dl ($\pm 0,1$). Die Harnstoffkonzentration sank innerhalb der ersten 6 Wochen nach der Operation von 31 mg/dl (± 5 , n=24) auf 26 mg/dl (± 5 , n=22) ($p=0,036$) ab und bewegte sich bei den weiteren Untersuchungszeitpunkten um 30 mg/dl.

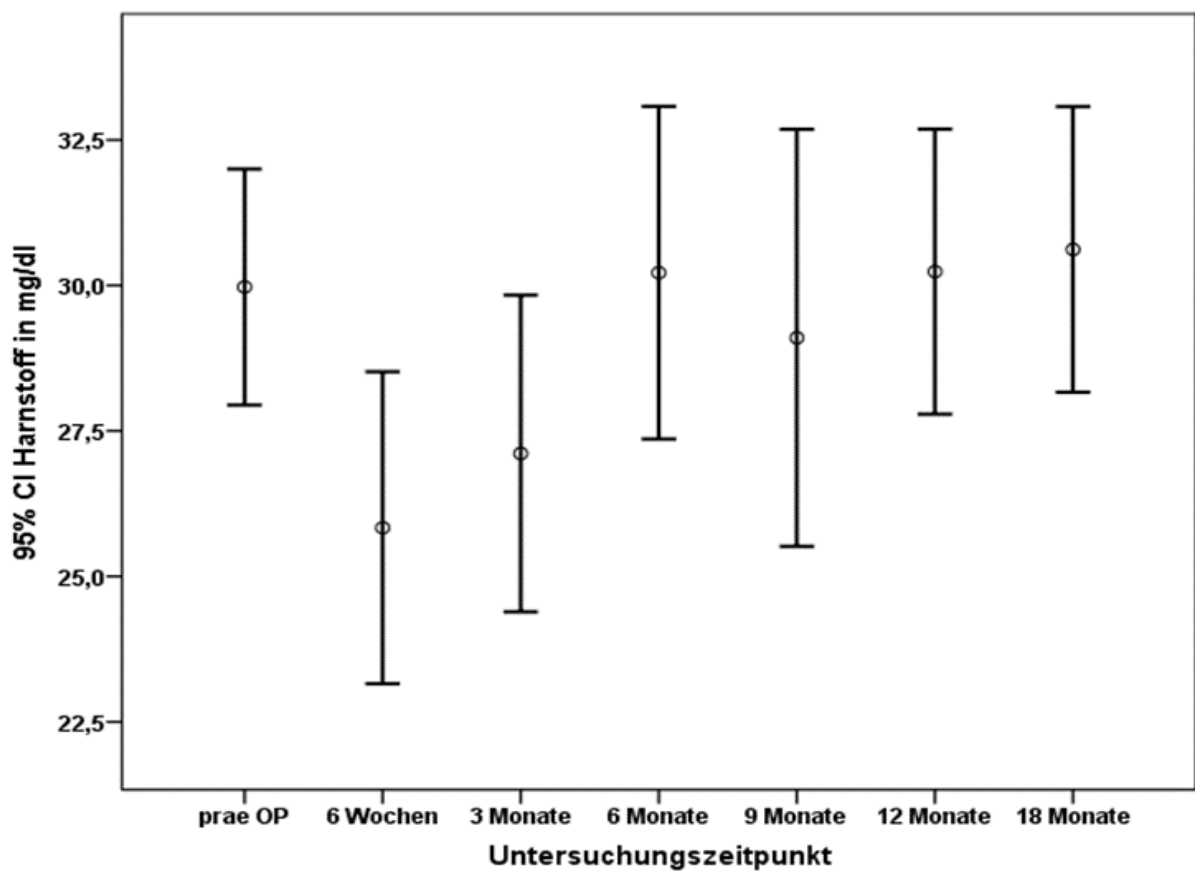


Abbildung 15: Mittelwert und Konfidenzintervall der Harnstoffkonzentration in mg/dl

3.2.6 Das inflammatorische Potenzial

Die Konzentration des CRPs (C-reaktives Peptid) fiel von 7,5 mg/l ($\pm 6,7$, n=24) auf 2 mg/l ($\pm 1,8$, n=15) nach 9 Monaten ($p=0,108$), wobei die Normwerte zwischen 0-5 mg/l lagen. Die Anzahl der Leukozyten sank von präoperativen $8,9 \cdot 10^9/l$ (± 3 , n=24) auf $7,1 \cdot 10^9/l$ (± 2 , n=12) nach 18 Monaten ($p=0,125$) und alle Messungen befanden sich im Normbereich zwischen $3,8-10 \cdot 10^9/l$.

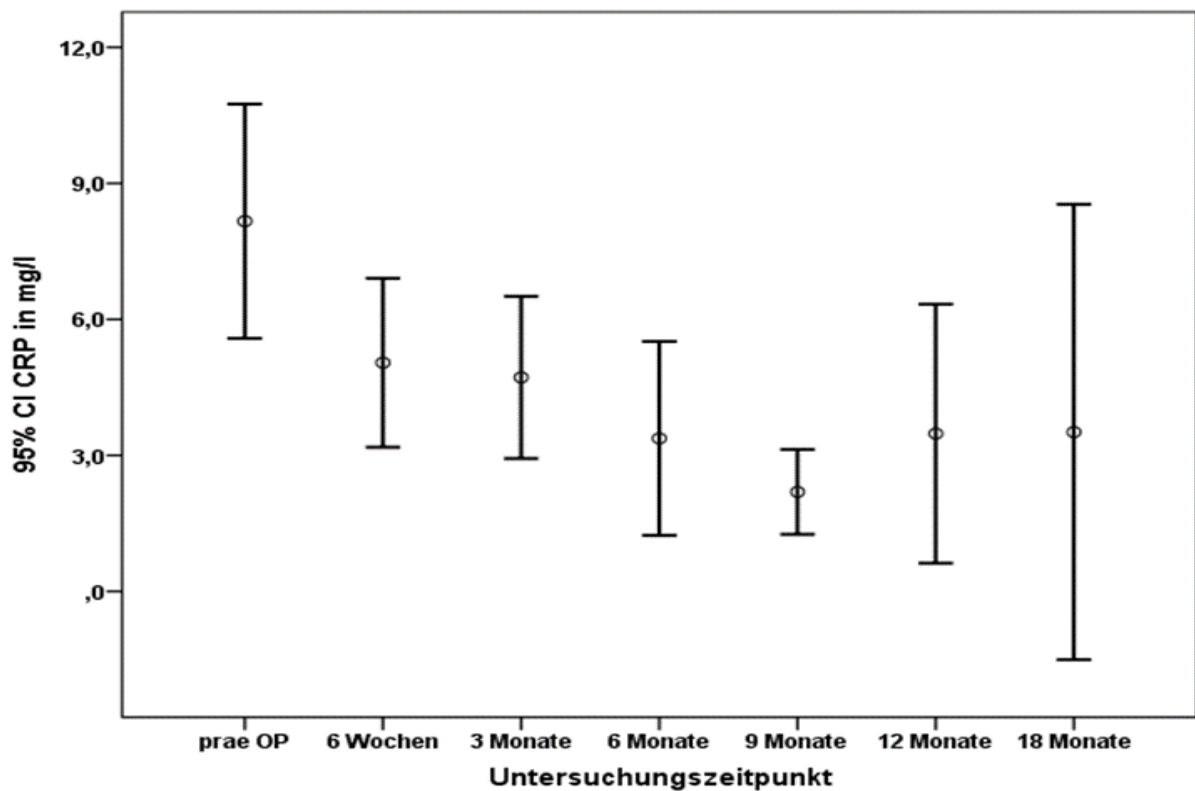


Abbildung 16: Mittelwert und Konfidenzintervall der CRP- Konzentration in mg/l

4 Diskussion

Die Prävalenz von Übergewicht in der Bundeswehr liegt bei männlichen jungen Soldaten bei 31,5 - 37,9 % und für Adipositas bei 8,5 - 10,8 % [26]. Es wird somit der bundesdeutsche Durchschnitt widergespiegelt und diese Zahlen verdeutlichen, dass das Problem der Adipositas auch in der Bundeswehr aktuell ist. Um dem entgegenzuwirken besteht seit 2001 an dem Sportmedizinischen Institut der Bundeswehr (SportMedInstBw) die Möglichkeit am Adipositas-Interventionsprogramm der Bundeswehr (AiPBw) teilzunehmen [26]. Dieses besteht aus einer konservativen Therapie mit Ernährungsberatungen, Bewegungstherapie und Verlaufsuntersuchungen über 18-24 Monate. Es konnte eine signifikante Verbesserung des körperlichen Status erhoben werden, bei allerdings einer sehr hohen Abbruchquote mit über 50 % [26]. Als Ultima ratio und bei Versagen der konservativen Therapie bleibt bei starker Adipositas ein bariatrischer Eingriff. Für Soldaten der Bundeswehr ist in solchen Fällen eine Laparoskopische Sleeve Gastrektomie (LSG) vorgesehen, da dieser Eingriff die Verwendungsfähigkeit der Soldaten nicht einschränkt.

Diese Studie ist die erste, die die Wirksamkeit eines bariatrischen Eingriffs bei Soldaten der Bundeswehr untersuchte. Ein nennenswerter Unterschied in Bezug auf den postoperativen Verlauf zwischen Soldaten und Zivilisten aus anderen Studien fand sich bei keinem der untersuchten Parameter. Im Vergleich zu anderen Studien, die lediglich einzelne postoperative Entwicklungen zeigten, hebt sich diese Arbeit durch den Umfang der untersuchten Teilaspekte und einzelnen Untersuchungen hervor.

Durch den operativen Eingriff der LSG verbesserten sich die körperliche Leistungsfähigkeit und der Metabolismus der Soldaten. In der Zusammenschau der Ergebnisse fiel bei allen untersuchten Punkten auf, dass innerhalb der ersten 6 Wochen die größten Veränderungen sichtbar waren. Eine Hypothese wäre, dass dies darauf zurückzuführen ist, dass die Eigenmotivation zur zuvor zugesicherten Lebensänderung mit gelebtem Ernährungs- und Sportprogramm direkt nach der OP sehr hoch ist.

4.1 Die körperliche Leistungsfähigkeit der Patienten verbessert sich nach Sleeve Gastrektomie

Durch die Adipositas sind die Soldaten in ihren täglichen Aktivitäten meist sehr eingeschränkt bzw. meiden diese vermehrt. Hauptursache hierfür ist eine Einschränkung der Beweglichkeit und des Bewegungsradius durch einen zu hohen Körperfettanteil. Durch den operativen Eingriff (LSG) wird eine Reduktion der Nahrungszufuhr erreicht und es kommt somit zu einer geringeren Aufnahme von Energie, was sich wiederum in einer Gewichtsreduktion äußert. Dieser Überschuss an Körpermasse lässt sich mit Hilfe des Body-Mass-Index gut darstellen. In der vorliegenden Arbeit konnte gezeigt werden, dass der BMI der untersuchten Soldaten signifikant von 44 auf 33 nach 12 Monaten sank. Etliche Studien kommen zu ähnlichen Ergebnissen (BMI) und bestätigen alle eine postoperative Gewichtsabnahme [9, 18, 19, 22, 27-29]. So fällt der BMI in diesen Studien von anfangs 51-47 nach 12 Monaten auf 39-31. In der Fachliteratur wird immer wieder in Verlaufsuntersuchungen ein leichter Gewichtsanstieg der Patienten nach etwa 24 Monaten beobachtet [9, 13, 15]. Dieser Trend fiel auch in der vorliegenden Arbeit auf. Eine Hypothese wäre, dies auf eine zunehmende Dilatation des Schlauchmagens zurückzuführen. Auch eine Nahrungsanpassung auf hochkalorische, vorwiegend flüssige Kost durch den Patienten selbst wird im klinischen Alltag immer wieder beobachtet. Ein großes Problem scheint auch die Eigenmotivation der Patienten darzustellen. Dies zeigte sich durch die nachlassende Wahrnehmung von Nachsorgeterminen durch die Patienten auch in dieser Studie.

Der Excess Weight Loss (EWL), als Maßzahl zur Verdeutlichung des Gewichtsverlusts, lag nach 12 Monaten bei 56 %. In einer Metaanalyse von Buchwald et al., in der 136 Studien mit insgesamt 22094 Patienten nach bariatrischen Operationen untersucht wurden, betrug der Prozentsatz des Gewichtsverlustes 61,2 % [30]. Eine Studie von Deitel et. al zeigte nach LSG einen EWL bei 1, 2, 3, 4 und 5 Jahren von 62,7%, 64,7%, 64,0%, 57,3% bzw. 60,0% [31]. In der Arbeit von Nocca et al. wurde ein EWL von 48,97% nach 6 Monaten, 59,45% nach einem Jahr (120 Patienten), 62,02% nach 18 Monaten und 61,52% nach 2 Jahren (98 Patienten) angegeben [32]. Es zeigen sich somit sehr

ähnliche Ergebnisse und ebenfalls ein leichter Gewichtsanstieg nach 24 Monaten. Weitere Studien bestätigen dies [15, 17]. Die Reduktion des Bauchumfangs unterstreicht die deutliche Gewichtsabnahme.

Durch die Adipositas kommt es zu einer mechanischen Verschlechterung der Atmung. Dies sollte nach dem Eingriff durch das sinkende Körpergewicht und durch Zunahme der körperlichen Aktivität reversibel sein und sich in einer Steigerung der körperlichen Leistungsfähigkeit widerspiegeln. In den vorliegenden Daten fiel eine Verbesserung der Atmung besonders in den ersten 3 Monaten auf. Danach blieben die Werte stabil, bis hin zu einer leichten Verschlechterung der Werte nach 30 Monaten. Betrachtet man hierzu den Verlauf des BMI, der initial von 44 auf 38 nach 6 Wochen fiel und sich nach 9 Monaten bei um 33 hielt, verhält dieser sich ähnlich wie die Werte der Lungenfunktionsprüfung. Auch die leichte Verschlechterung der Lungenfunktion nach 30 Monaten korreliert mit einem leicht ansteigenden BMI. Durch die LSG kam es zu einer Funktionsverbesserung der Atmung, die statistisch nicht signifikant war. In Bezug auf die Lungenfunktionsuntersuchung ist noch die hohe Untersucher- und Patientencompliance-Abhängigkeit anzumerken. Diese kann die Ergebnisse der Lungenfunktionsuntersuchung negativ beeinflussen. Für aussagekräftige Ergebnisse müsste eine deutlich höhere Zahl an Untersuchungen oder eine Bodyplethysmographie erfolgen, was im Rahmen einer gesonderten Studie anzustreben wäre. Eine systematische Verlaufsbeobachtung der Lungenfunktion wurde bisher in keiner Studie durchgeführt.

Durch die Adipositas ist die körperliche Leistungsfähigkeit eingeschränkt. Es kommt sehr schnell zu Erschöpfungszuständen mit Luftnot und Tachykardie. Dies veranschaulichen die erhobenen Werte der Ergometrieuntersuchung, wie die absolute Leistungsfähigkeit und die relative Leistungsfähigkeit. Präoperativ lag im Mittel eine schlechtere Belastbarkeit als bei Gesunden vor. Anhand der Ergometrie Ergebnisse lässt sich vor allem die Entwicklung für den relativen Leistungswert hervorheben. Hier zeigte sich ein deutlicher Trend, dass nach LSG durch die Reduktion der Körpermasse die physiologische Belastbarkeit größer wurde. Die absolute Leistungsfähigkeit stieg nach 12 Monaten um 30 Watt. Im Vergleich zu einer erreichten Verbesserung um 11 Watt in der

konservativen Studie des Sportmedizinischen Instituts der Bundeswehr, zeigte sich nach LSG eine größere Verbesserung der Leistungsfähigkeit [26]. Eine Studie von Valezi et al führte eine andere Art der ergometrischen Testung nach zurückgelegter Strecke auf dem Laufband an. Es zeigte sich nach einem Jahr nach bariatrischem Eingriff eine Verbesserung von 378.9 ± 126.5 m auf 595 ± 140.4 m [33]. Weitere Studien mit einer Aussage über die eine Veränderung der Leistungsfähigkeit nach bariatrischem Eingriff waren nicht zu identifizieren.

Durch die Adipositas kommt es bei den Patienten im Schlaf zu einer kurzzeitigen Verlegung der Atemwege, was sich als Schnarchen bemerkbar macht und als obstruktives Schlafapnoe-Syndrom (OSAS) bezeichnet wird. In einer Studie von Stroh et al. wird OSAS als Komorbidität mit einer Prävalenz von 39,9% bei Männern und 19,1% bei Frauen angegeben [12]. Auf Grund der zu geringen Datenmenge boten sich lediglich einzelne Fallbeschreibungen an, die daraufhin deuten, dass es zu einer Verbesserung des OSAS kam. Bei einigen Soldaten lag nach LSG sogar kein OSAS mehr vor. Die Untersuchung mit dem MESAM-Gerät über Nacht ist etwas aufwändiger und stört die Patienten beim Schlafen, sodass viele diese Untersuchung aus persönlichen und zeitlichen Gründen ablehnten. Des Weiteren wurden über den Zeitraum unterschiedliche MESAM-Geräte benutzt und Patienten mit bereits diagnostiziertem OSAS benutzten ein CPAP-System über die Nacht, was die Aussage der MESAM-Untersuchungsergebnisse beeinflusst. In einigen wenigen Studien wird die Wirksamkeit bariatrischer Eingriffe auf das OSAS mit bis zu 100% (52-100%) Verbesserung bzw. Heilung beschrieben [15, 20, 30]. Dies zeigte sich auch bei den vorgestellten Kasuistiken dieser Arbeit.

Adipöse Patienten leiden häufiger unter gastroösophagealem Reflux als Patienten mit normalem BMI, da es auf Grund des erhöhten Gewichts zu einer intraabdominellen Druckerhöhung bzw. zu einer Insuffizienz des Magenpförtners kommt. Laut Stroh et al. leiden klinisch 14,9% der adipösen Patienten unter einem erosiven gastralen Reflux [34]. In der vorliegenden Arbeit lagen anhand der Gastroskopiebefunde präoperativ bei 52 % der Patienten Zeichen eines gastralen Refluxes vor. Diese Differenz lässt sich durch die unterschiedliche Erhebung der Daten erklären. So zählt in der Arbeit von Stroh et al.

lediglich der klinische bzw. anamnestisch erhobene Hinweis auf eine Refluxerkrankung, wohingegen in dieser Arbeit die Ergebnisse auf Grundlage der Ösophagogastroduodenoskopiefunde erhoben wurden [34]. In Folge der LSG kam es nach Gastroskopiefunden zu einer sichtlichen, kontinuierlichen Verbesserung der Refluxerkrankung. Nach 18 Monaten traten wieder vermehrt Refluxbeschwerden auf. Eine Studie von Himpens et al. bestätigt dies und gibt einen erneuten Anstieg der Refluxerkrankung bei 21 % der Patienten nach 6 Jahren an [35]. Patient Nummer 21 hatte im gesamten Untersuchungszeitraum mit Ausnahme des Untersuchungszeitpunktes nach 9 Monaten ösophagogastralen Reflux ohne eine sichtliche Besserung. Ob zu diesem Zeitpunkt kein Reflux bestand oder dieser nicht beschrieben wurde, ist den Befunden nicht zu entnehmen. Außerdem muss man kritisch anmerken, dass die LSG selbst ein Risikofaktor für Refluxerkrankung ist bzw. das bei schweren Fällen von Reflux dies sogar in Zusammenschau des Patientenstatus als relative Kontraindikation für eine LSG zu werten ist. Diese Kontraindikation lag im ausgewählten Patientenkollektiv nicht vor.

4.2 Der messbare metabolische Status der Patienten verbessert sich nach Sleeve Gastrektomie.

Betrachtet man den Kohlenhydratstoffwechsel der Soldaten fiel auf, dass der nüchtern Blutzucker nicht signifikant sank, aber ein Trend zur Normalisierung zu sehen war. Präoperativ lag der Wert im Mittel bei 123 mg/dl und nach 12 Monaten bei 96 mg/dl (Normbereich 50-100 mg/dl). Betrachtet man diese Werte unter dem Diabetes definierenden Normwert von 126 mg/dl zeigte sich, dass es zur Reduktion einer diabetischen Stoffwechsellage bei 9 Patienten präoperativ auf einen Patient postoperativ kam. Der HbA1c unterstrich diese Besserung in den Normbereich. Anhand der Grenzwerte des HbA1c war eine laborchemische Reduktion der diabetischen Stoffwechsellage ähnlich des Blutzuckerspiegels sichtbar. Dieses Ergebnis ist ähnlich zu anderen Studien. So wurde von To et al. nach LSG eine Reduktion der Serumglukose ohne signifikanten Unterschied von Diabetikern und Nicht-Diabetikern von 116 mg/dl auf 94 mg/dl beschrieben [9]. Die LSG stellt damit auch eine wirksame Therapieoption der diabetischen Stoffwechsellage dar. Eine Diabetes-Remissionsrate wurde in einer Studie von Abbatini et al. untersucht [36]. In dieser wurden Typ 2-Diabetiker nach bariatrischem Eingriff 3 Jahre nachbeobachtet. Es wurden der nüchtern gemessene Blutzucker, der HbA1c-Wert, das Ergebnis eines Oralen Glukosetoleranztestes und die Zeitspanne bis zu einem eventuellen Abbrechen einer Behandlung mit diabetischer Medikation untersucht. Es zeigte sich, dass nach LSG die besten Ergebnisse mit einer Diabetesreduktionsrate von 80,9% als klinischer Endpunkt erzielt werden konnten [36]. Weitere Studien konnten ebenfalls eine Verbesserung bzw. eine komplette Remission des bestehenden Diabetes mellitus in bis zu 86 % der Fälle nach bariatrischer Operation nachweisen [9, 15, 30]. Die Daten einer medikamentösen Therapie bzw. Behandlungsdauer waren im Rahmen dieser Arbeit nicht zu erheben. Auch eine Aussage über klinische Endpunkte bzw. Komplikationen eines bestehenden Diabetes mellitus konnte nicht getroffen werden, da lediglich laborchemische Änderungen einer eventuell bestehenden diabetischen Stoffwechsellage in dieser Arbeit untersucht wurden.

Im Verlauf zeigte der Fettstoffwechsel ebenfalls eine Besserung. So kam es im Blut zu einer Reduktion der Triglyceridkonzentration von initial 159 mg/dl auf 120 mg/dl (Normbereich 0-150 mg/dl). Auch das Cholesterin zeigte dieses Verhalten und war nach 18 Monaten stabil im Mittel im Normbereich (0-200 mg/dl). Besonders hervorzuheben ist immer das Verhältnis der Änderung des LDL gegen das HDL. Es zeigte sich, dass die LDL-Konzentration abnahm und die HDL-Konzentration signifikant von initial 46 mg/dl auf 60 mg/dl zunahm, was vermutlich einen positiven Einfluss auf das Herzkreislaufsystem und das arteriosklerotische Risiko hat [37]. To et al. zeigte ähnliche Änderung der Blutfettwerte nach LSG (Triglyceride sanken von 159 mg/dl auf 116 mg/dl und die HDL-Konzentration stieg von 46 mg/dl auf 56 mg/dl nach 12 Monaten) [9]. In einer Studie von Waldmann et al. konnte eine signifikante Senkung der Triglyceride um ca. 20 % nach 3 Monaten gezeigt werden, aber dafür keine signifikante Änderung der HDL/LDL-Konzentration [27]. Weitere Studien zeigen ebenfalls eine Verbesserung der Blutfettwerte bis zu 70 % bei den Patienten [9, 27, 30].

In der Therapie des Bluthochdruckes liegt die Grenze für eine behandlungsbedürftige Hypertonie bei 140/90 mmHg [38]. Die Werte der Soldaten zeigten im Mittel über den gesamten untersuchten Zeitraum eine gute Einstellung unter diesen Grenzwert. Für den systolischen Blutdruckwert ließ sich im Mittel eine signifikante Reduktion von 139 auf 129 mmHg nach 18 Monaten feststellen. Einen abfallenden Trend zeigte der diastolische Wert, der in dieser Zeit von 88 auf 82 mmHg abfiel. Die Herzfrequenz fiel ebenso von 82 Schläge/min auf 71 Schläge/min ab. Eine Studie von Valezi et al. zeigte ähnliche Ergebnisse nach bariatrischem Eingriff [33]. So sank in dieser Studie die Herzfrequenz von 78 auf 71 Schläge/min, der systolische Blutdruckdruck von 130 ± 20 auf 120 ± 10 mmHg und diastolische Blutdruckdruck von 80 ± 10 auf 80 ± 0 mmHg. Eine Reduktion des Blutdruckes kann durch weitere Studien bestätigt werden, in denen bis zu 78,5 % der Patienten ihren Blutdruck verbessern konnten [20, 30]. Weiterhin ist zu bedenken, dass durch diese Blutdruckeinstellung nach einem bariatrischen Eingriff das arteriosklerotische Risiko gesenkt werden kann [39].

Betrachtet man diese Ergebnisse, lässt sich feststellen, dass die einzelnen Faktoren des Metabolischen Syndroms deutlich verbessert wurden und die Prävalenz des Metabolischen Syndroms sank. Diese Wirksamkeit der metabolischen Chirurgie zeigte sich auch in einer Studie von To et al., in der gezeigt werden konnte, dass nach einem Jahr postoperativ die Prävalenz des Metabolischen Syndroms von 81 % auf 36 % gesenkt werden konnte [9]. Entscheidend ist die Gesamtrisikoreduktion der Mortalität. Christou et al. untersuchte in einer Studie das Verhalten der Langzeit-Mortalität bis 5 Jahre nach bariatrischem Eingriff bzw. konservativer Gewichtsreduktion. So zeigte sich eine Mortalitätsrate in der bariatrisch operierten Kohorte von 0,68% gegenüber 6,17% in der konservativ behandelten Kohorte, was einer relativen Reduktion des Sterberisikos von 89 % entspricht [8]. Die operierte Kohorte zeigte eine signifikante Risikoreduktion für die Entwicklung von Herz-Kreislauf-, Krebs-, endokrine, infektiöse, psychiatrische und psychische Störungen. Für die Entwicklung von hämatologischen Erkrankungen gab es keinen Unterschied. Lediglich in Bezug auf Erkrankungen des Verdauungstraktes wies die konservativ behandelte Kohorte weniger Fälle auf. In der vorliegenden Arbeit konnte keine Aussage über Prävalenz des Metabolischen Syndroms oder das Mortalitätsrisiko getroffen werden, da die Daten ohne klinisch einheitliche Untersuchung und langjährigem Follow-up lediglich Hinweise auf das Vorliegen dieser Erkrankung geben konnten.

Besonders hervorzuheben waren in der hier durchgeführten Studie die ansteigende HDL-Konzentration und die verminderten Werte des systolischen Blutdrucks. Anzumerken ist hier, dass die Patienten im Untersuchungszeitraum weiterhin mit Antihypertensiva, Statinen, Antidiabetika und anderen Medikamenten therapiert wurden, was möglicherweise die Aussagekraft dieser Arbeit mindern könnte. Betrachtet man aber die Medikation der Soldaten im Verlauf, so fiel auf, dass die Patienten sogar auf ihre Medikation verzichten konnten bzw. die Dosierungen verringert werden konnten.

Trotz der Adipositas und erhöhter Nahrungszufuhr kann durch Fehlernährung präoperativ ein Mangel vorliegen, da die Patienten meist zu hochkalorischen, verarbeiteten Nahrungsmitteln greifen, in denen wichtige Mikronährstoffe fehlen. Außerdem besteht nach LSG eine Insuffizienz Intrinsic-Factor auszuschütten, der zur Resorption von

Vitamin B12 im terminalen Ileum benötigt wird. Es ist beschrieben, dass es über längere Zeiträume zu einer negativen Bilanz an Protein, Albumin, Vitamin B12 und Eisen kommt [40, 41]. Dies ließ sich für die untersuchte Kohorte nicht feststellen, da die Laborwerte meist im bzw. in wenigen Fällen knapp unter dem Referenzbereich lagen.

Im Verlauf trat kein Mangel durch den operativen Eingriff auf, d. h. die Laborwerte bleiben innerhalb der Referenzbereiche stabil. Dies ist vermutlich als Zeichen einer guten und suffizienten prä- und postoperativen Betreuung zu werten. Durch die Vitamin B12 Werte aus den Blutuntersuchungen der Patienten im Verlauf ist ein Nachweis einer suffizienten Substitution durch die hohe Streuung der Werte auf teilweise oberhalb der Referenzwerte liegende Werte gegeben. Unterhalb des Referenzbereichs lag kein Patient, was dies unterstreicht.

Die Leber ist zuständig für den Abbau und die Ausscheidung von Stoffen, die Produktion lebenswichtiger Eiweiße und Energiemetaboliten und Verwertung von Nahrungsbestandteilen [42]. Dies wird durch eine zunehmende Steatose der Leber erschwert [43]. Ihre Funktionsweise sollte sich nach LSG bessern und lässt sich anhand der Transaminasen (ALAT, ASAT), der Cholinesterase und des Fettstoffwechsels kontrollieren [42]. Die Leberfunktion bzw. ihr Metabolismus verbesserte sich. Dies war zu sehen an den Transaminasen, welche signifikant sanken und im Normbereich stabil blieben. ALAT sank wesentlich stärker als ASAT, da ALAT leberspezifischer ist als ASAT [42]. Der De-Ritis-Quotient (Norm: 0,6-0,8) stieg signifikant an. Zu deuten ist ein Quotient unter 1 als geringer und über 1 als schwerer Leberzellschaden, wie z.B. bei Leberzirrhose oder chronischer Hepatitis [44]. Solange aber die Transaminasen im Normbereich liegen, ist der De-Ritis-Quotient trotz der festgestellten Signifikanz nicht zu verwerfen bzw. hat hier somit keine Aussagekraft über einen eventuellen progredienten Leberzellschaden bei den Patienten.

Auch die sinkenden Werte der Cholinesterase lagen im Untersuchungszeitraum im Normbereich und sind somit nicht als Minderung der Syntheseleistung der Leber zu deuten. Die signifikante Verkleinerung der Lebergröße in MCL in den Normbereich ist als ein Rückgang der Steatosis hepatitis zu deuten. Die Messung ist allerdings sehr

untersucherabhängig. In einer Studie von Ooi et al. konnte ebenfalls ein signifikanter sehr ähnlicher Abfall der ALAT nach 6 Monaten nach einem bariatrischen Eingriff gezeigt werden [43]. Zu ähnlichen Ergebnissen kam auch die Studie von Bower et al., in der im Mittel eine ALAT Reduktion von 11 U/l auffiel [45]. Der hauptsächlich in der Leber stattfindende Fettstoffwechsel besserte sich signifikant und zeigte sich in der Erhöhung der HDL-Fraktion und Erniedrigung der Triglycerid-, Cholesterin- und LDL-Konzentration.

Die Nieren tragen zur Ausscheidung von Stoffwechselprodukten bei. Die Nierenfunktion blieb im gesamten Verlauf der Nachsorge konstant im Normbereich. Dies bestätigte eine Studie von Clerte et al., in der die Hypothese aufgeworfen wurde, dass eine Gewichtsreduktion nach bariatrischem Eingriff wahrscheinlich nicht mit der Nierenfunktion korreliert [46]. Auffällig war ein signifikanter Abfall der Harnstoffkonzentration im Serum innerhalb der ersten 6 Wochen nach Operation, was als Zeichen für eine katabole Stoffwechsellage zu werten ist.

Fettgewebe wird als endokrines Organ des menschlichen Körpers angesehen. Es gibt Korrelationen zwischen Körpergewicht / Fettgewebeanteil und Entzündungsmarkern und Morbidität [39]. Ein signifikanter Abfall der Entzündungsparameter nach LSG konnte nicht gezeigt werden, aber dafür fielen beide Werte über den Beobachtungszeitraum. Das inflammatorische Potenzial nahm also leicht ab. Die Konzentrationen der Entzündungsparameter sind leicht fehleranfällig und durch Infektionen sehr variabel. Sehr hohe Werte, die auf eine Infektion hindeuten würden und die Statistik stark beeinflusst hätten, lagen zu keinem Zeitpunkt vor. Anhand der geringen gemessenen Höhe der Konzentrationen sah man eher eine latente, niedrigschwellige Entzündung präoperativ, die im Verlauf durch die Senkung der Konzentrationen in den Normbereich verschwand. Einen ähnlichen, aber signifikanten Abfall zeigte Iannelli et al. in einer Studie, in der die niedrigen CRP-Konzentrationen von 5,1 mg/l auf 2,3 mg/l fielen [47].

In der vorliegenden Untersuchung lag das Follow-up bei ca. 72 %. Gründe für die fehlende Wahrnehmung von Nachsorgeterminen lassen sich nur vermuten. So verlassen einige Patienten die veränderten Lebensgewohnheiten wieder, da sie sich als „gesund“ empfinden. Hieraus resultiert eine Verringerung in der Bereitschaft die Nachsorgetermine wahrzunehmen. Ein weiterer Grund könnte sein, dass einige Patienten in anderen Zentren die Nachuntersuchung durchführen ließen oder als ehemalige Soldaten die Bundeswehr in den ambulanten Sektor verlassen haben. Aufgrund des Studiendesigns einer retrospektiven Studie war es nicht möglich Einfluss auf das Follow-up zu nehmen. Fehlende Daten waren bei fernbleibenden Patienten nicht mehr zu generieren. Auch größere Studien dieser Art haben diese Follow-up Probleme [20]. Hierunter leidet stark die angestrebte Signifikanz und so bleibt für die Auswertung in einigen Fällen nur eine beschreibende Statistik. Dies gilt ebenfalls für die vier mituntersuchten Frauen, die bei wichtigen Ergebnissen Anmerkung finden.

Abschließend ist festzuhalten, dass die LSG ein geeignetes Verfahren zur Behandlung der Adipositas darstellt. Zusammenfassend ließ sich anhand der anthropometrischen Daten eine signifikante Gewichtsreduktion erheben. Mittels der Aufnahmedaten, Laborwertveränderungen und der Leberultraschalluntersuchung ließ sich eine signifikante Blutdrucksenkung, HDL-Konzentrationserhöhung, Transaminasenerniedrigung und eine Verkleinerung der Lebergröße in MCL darstellen. Hieraus folgte eine Risikoreduktion der Adipositas-Komorbiditäten bzw. eine Verringerung einzelner Faktoren des Metabolischen Syndroms. Die Ergebnisse der anderen Untersuchungen unterstrichen einen deutlichen Trend zur Verbesserung der körperlichen Leistungsfähigkeit und des Metabolismus der Soldaten.

Eine Verbesserung der körperlichen Leistungsfähigkeit und des Metabolismus der Soldaten durch LSG konnte somit dargestellt werden.

5 Literaturverzeichnis

1. Bundesforschungsinstitut für Ernährung und Lebensmittel, Ergebnisbericht Nationale Verzehrsstudie II. Selbstverlag, 2008: p. 81.
2. Statistisches Bundesamt, Mikrozensus - Fragen zur Gesundheit- Körpermaße der Bevölkerung, Editor. 2009, Selbstverlag: Wiesbaden: Statistisches Bundesamt. p. 8.
3. WHO. World Health Report 2002. 2004.
4. Worldwatch Institute Web Site. Available at: www.worldwatch.org. Accessed September 9, . 2002.
5. Stefan Sammito, C.H.u.A.L., Obesity intervention by military general practitioners. Wehrmedizinische Monatsschrift 11, 2011.
6. Seidell, J.C. and J. Halberstadt, [Overweight, obesity and life expectancy: do people with a high BMI live longer?]. Ned Tijdschr Geneeskd, 2016. 160(0): p. D859.
7. Braghetto, I., O. Korn, H. Valladares, L. Gutierrez, A. Csendes, A. Debandi, J. Castillo, A. Rodriguez, A.M. Burgos, and L. Brunet, Laparoscopic sleeve gastrectomy: surgical technique, indications and clinical results. Obes Surg, 2007. 17(11): p. 1442-50.
8. Christou, N.V., J.S. Sampalis, M. Liberman, D. Look, S. Auger, A.P. McLean, and L.D. MacLean, Surgery decreases long-term mortality, morbidity, and health care use in morbidly obese patients. Ann Surg, 2004. 240(3): p. 416-23; discussion 423-4.
9. To, V.T., T.P. Huttli, R. Lang, K. Piotrowski, and K.G. Parhofer, Changes in body weight, glucose homeostasis, lipid profiles, and metabolic syndrome after restrictive bariatric surgery. Exp Clin Endocrinol Diabetes, 2012. 120(9): p. 547-52.
10. WHO, Definition, diagnosis and classification of diabetes mellitus and its complications. Part 1: Diagnosis and classification of Diabetes mellitus. WHO Consultation, 1999: p. pp 1-59.
11. Hanefeld, M., F. Schaper, and A. Ceriello, Geschichte und Definition(en) des metabolischen Syndroms. Internist, 2007: p. 48:117-125.
12. Stroh, C., R. Weiner, S. Wolff, C. Knoll, M. de Zwaan, T. Manger, and K. Adipositas, [Comment on Gender-Specific Aspects in Obesity and Metabolic Surgery - Analysis of Data from the German Bariatric Surgery Registry]. Zentralbl Chir, 2015.
13. Sjöström L, N.K., Sjöström CD et al Effects of bariatric surgery on mortality in Swedish obese subjects. N Engl J Med 357:741-752, 2007.
14. Runkel, N., M. Colombo-Benkmann, T.P. Huttli, H. Tigges, O. Mann, R. Flade-Kuthe, E. Shang, M. Susewind, S. Wolff, R. Wunder, A. Wirth, K. Winckler, A. Weimann, M. de Zwaan, and S. Sauerland, Evidence-based German guidelines for surgery for obesity. Int J Colorectal Dis, 2011. 26(4): p. 397-404.

15. Huttli, T.P., F.W. Obeidat, K.G. Parhofer, N. Zugel, P.E. Huttli, K.W. Jauch, and R.A. Lang, [Operative techniques and outcomes in metabolic surgery: sleeve gastrectomy]. *Zentralbl Chir*, 2009. 134(1): p. 24-31.
16. Buchwald, H. and D.M. Oien, *Metabolic/bariatric surgery worldwide 2011*. *Obes Surg*, 2013. 23(4): p. 427-36.
17. Djalali, P. and D. Birk, [Sleeve gastrectomy--technique, safety, success, trends]. *Obes Facts*, 2009. 2 Suppl 1: p. 11-4.
18. Melissas, J., S. Koukouraki, J. Askoxylakis, M. Stathaki, M. Daskalakis, K. Perisinakis, and N. Karkavitsas, Sleeve gastrectomy: a restrictive procedure? *Obes Surg*, 2007. 17(1): p. 57-62.
19. Melissas, J., M. Daskalakis, S. Koukouraki, I. Askoxylakis, M. Metaxari, E. Dimitriadis, M. Stathaki, and J.A. Papadakis, Sleeve gastrectomy-a "food limiting" operation. *Obes Surg*, 2008. 18(10): p. 1251-6.
20. Stroh, C., R. Weiner, T. Horbach, K. Ludwig, M. Dressler, H. Lippert, S. Wolff, M. Busing, U. Schmidt, and T. Manger, [New data on quality assurance in bariatric surgery in Germany]. *Zentralbl Chir*, 2013. 138(2): p. 180-8.
21. Bueter, M., F. Seyfried, and C.T. Germer, [Why patients lose weight after bariatric operations]. *Zentralbl Chir*, 2010. 135(1): p. 28-33.
22. Karamanakos, S.N., K. Vagenas, F. Kalfarentzos, and T.K. Alexandrides, Weight loss, appetite suppression, and changes in fasting and postprandial ghrelin and peptide-YY levels after Roux-en-Y gastric bypass and sleeve gastrectomy: a prospective, double blind study. *Ann Surg*, 2008. 247(3): p. 401-7.
23. Ikramuddin, S. and H. Buchwald, How bariatric and metabolic operations control metabolic syndrome. *Br J Surg*, 2011. 98(10): p. 1339-41.
24. Rosenthal, R.J., A.A. Diaz, D. Arvidsson, R.S. Baker, N. Basso, D. Bellanger, C. Boza, H. El Mourad, M. France, M. Gagner, M. Galvao-Neto, K.D. Higa, J. Himpens, C.M. Hutchinson, M. Jacobs, J.O. Jorgensen, G. Jossart, M. Lakdawala, N.T. Nguyen, D. Nocca, G. Prager, A. Pomp, A.C. Ramos, R.J. Rosenthal, S. Shah, M. Vix, A. Wittgrove, and N. Zundel, International Sleeve Gastrectomy Expert Panel Consensus Statement: best practice guidelines based on experience of >12,000 cases. *Surg Obes Relat Dis*, 2012. 8(1): p. 8-19.
25. Badendieck, S., Lenz, K., *Die Diagnostik, Therapie und Komplikationsmanagement in der bariatrischen Chirurgie. Standard Operation Procedur*, Bundeswehr, 2014.
26. Stefan Sammito, C.H.u.A.L., *Evaluation des Adipositas-Interventionsprogramms am Sportmedizinischen Institut der Bundeswehr Wehrmedizinische Monatsschrift* 2-3/12, 2012.
27. Elisa Waldmann, T.P.H., Burkhard Göke, Reinhold Lang and Klaus G Parhofer, Effect of sleeve gastrectomy on postprandial lipoprotein metabolism in morbidly obese patients. *Waldmann et al. Lipids in Health and Disease* , 12:82, 2013.
28. Skrekas, G., D. Lapatsanis, V. Stafyla, and A. Papalambros, One year after laparoscopic "tight" sleeve gastrectomy: technique and outcome. *Obes Surg*, 2008. 18(7): p. 810-3.
29. Fuks, D., P. Verhaeghe, O. Brehant, C. Sabbagh, F. Dumont, M. Riboulot, R. Delcenserie, and J.M. Regimbeau, Results of laparoscopic sleeve gastrectomy: a

- prospective study in 135 patients with morbid obesity. *Surgery*, 2009. 145(1): p. 106-13.
30. Buchwald, H., Y. Avidor, E. Braunwald, M.D. Jensen, W. Pories, K. Fahrbach, and K. Schoelles, Bariatric surgery: a systematic review and meta-analysis. *Jama*, 2004. 292(14): p. 1724-37.
 31. Deitel, M., M. Gagner, A.L. Erickson, and R.D. Crosby, Third International Summit: Current status of sleeve gastrectomy. *Surg Obes Relat Dis*, 2011. 7(6): p. 749-59.
 32. Nocca, D., D. Krawczykowsky, B. Bomans, P. Noel, M.C. Picot, P.M. Blanc, C. de Seguin de Hons, B. Millat, M. Gagner, L. Monnier, and J.M. Fabre, A prospective multicenter study of 163 sleeve gastrectomies: results at 1 and 2 years. *Obes Surg*, 2008. 18(5): p. 560-5.
 33. Valezi, A.C. and V.H. Machado, Morphofunctional evaluation of the heart of obese patients before and after bariatric surgery. *Obes Surg*, 2011. 21(11): p. 1693-7.
 34. Stroh, C., B. Wilhelm, R. Weiner, K. Ludwig, F. Benedix, C. Knoll, H. Lippert, T. Manger, and K. Adipositas, [Current Situation of Antibiotic Prophylaxis in Obesity and Metabolic Surgery - Data Analysis from the Study for Quality Assurance in Operative Treatment of Obesity in Germany.]. *Zentralbl Chir*, 2013.
 35. Himpens, J., J. Dobbela, and G. Peeters, Long-term results of laparoscopic sleeve gastrectomy for obesity. *Ann Surg*, 2010. 252(2): p. 319-24.
 36. Abbatini, F., M. Rizzello, G. Casella, G. Alessandri, D. Capoccia, F. Leonetti, and N. Basso, Long-term effects of laparoscopic sleeve gastrectomy, gastric bypass, and adjustable gastric banding on type 2 diabetes. *Surg Endosc*, 2010. 24(5): p. 1005-10.
 37. Karalis, D.G., A Review of Clinical Practice Guidelines for the Management of Hypertriglyceridemia: A Focus on High Dose Omega-3 Fatty Acids. *Adv Ther*, 2016.
 38. Kintscher, U. and F. Mahfoud, [Therapy of hypertension--2015] ESC POCKET GUIDELINES. *Dtsch Med Wochenschr*, 2015. 140(11): p. 835-42; quiz 843-4.
 39. Illan Gomez, F., M. Gonzalez Ortega, A. Aragon Alonso, S. Orea Soler, M.f. Alcaraz Tafalla, M. Perez Paredes, and M.f. Lozano Almela, Obesity, endothelial function and inflammation: the effects of weight loss after bariatric surgery. *Nutr Hosp*, 2016. 33(6): p. 1340-1346.
 40. Punchai, S., Z.N. Hanipah, K.M. Meister, P.R. Schauer, S.A. Brethauer, and A. Aminian, Neurologic Manifestations of Vitamin B Deficiency after Bariatric Surgery. *Obes Surg*, 2017.
 41. Roust, L.R. and J.K. DiBaise, Nutrient deficiencies prior to bariatric surgery. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*, 2017. 20(2): p. 138-144.
 42. Gekle, M., Physiologie der Leber. *Physiologie-Klinke*, Pape, Kurtz, Silbernagl, 2009: p. S. 469-478.
 43. Ooi, G.J., P.R. Burton, L. Doyle, J.M. Wentworth, P.S. Bhathal, K. Sikaris, M.A. Cowley, S.K. Roberts, W. Kemp, A. Earnest, P.E. O'Brien, and W.A. Brown, Effects of Bariatric Surgery on Liver Function Tests in Patients with Nonalcoholic Fatty Liver Disease. *Obes Surg*, 2016.

44. Kilger, B., R. Baumgarten, J.D. Fengler, and D. Bartke, [Diagnostic relevance of the De Ritis quotient and gamma-glutamyltransferase in alcoholic liver parenchyma damage]. *Z Arztl Fortbild (Jena)*, 1986. 80(10): p. 405-6.
45. Bower, G., T. Toma, L. Harling, L.R. Jiao, E. Efthimiou, A. Darzi, T. Athanasiou, and H. Ashrafian, Bariatric Surgery and Non-Alcoholic Fatty Liver Disease: a Systematic Review of Liver Biochemistry and Histology. *Obes Surg*, 2015. 25(12): p. 2280-9.
46. Clerte, M., S. Wagner, C. Carette, A. Brodin-Sartorius, E. Vilaine, J.C. Alvarez, E. Abe, C. Barsamian, S. Czernichow, and Z.A. Massy, The measured glomerular filtration rate (mGFR) before and 6 months after bariatric surgery: A pilot study. *Nephrol Ther*, 2017.
47. Iannelli, A., R. Anty, A.S. Schneck, A. Tran, and J. Gugenheim, Inflammation, insulin resistance, lipid disturbances, anthropometrics, and metabolic syndrome in morbidly obese patients: a case control study comparing laparoscopic Roux-en-Y gastric bypass and laparoscopic sleeve gastrectomy. *Surgery*, 2011. 149(3): p. 364-70.

Eidesstattliche Versicherung

„Ich, Markus Müller, versichere an Eides statt durch meine eigenhändige Unterschrift, dass ich die vorgelegte Dissertation mit dem Thema: „Bariatrische Chirurgie des Metabolischen Syndroms – eine Verlaufsstudie nach Laparoskopischer Sleeve Gastrektomie an Soldaten der Bundeswehr“ selbstständig und ohne nicht offengelegte Hilfe Dritter verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel genutzt habe.

Alle Stellen, die wörtlich oder dem Sinne nach auf Publikationen oder Vorträgen anderer Autoren beruhen, sind als solche in korrekter Zitierung (siehe „Uniform Requirements for Manuscripts (URM)“ des ICMJE -www.icmje.org) kenntlich gemacht. Die Abschnitte zu Methodik (insbesondere praktische Arbeiten, Laborbestimmungen, statistische Aufarbeitung) und Resultaten (insbesondere Abbildungen, Graphiken und Tabellen) entsprechen den URM (s.o.) und werden von mir verantwortet.

Die Bedeutung dieser eidesstattlichen Versicherung und die strafrechtlichen Folgen einer unwahren eidesstattlichen Versicherung (§156, §161 des Strafgesetzbuches) sind mir bekannt und bewusst.“

Datum

Unterschrift

Lebenslauf

Mein Lebenslauf wird aus datenschutzrechtlichen Gründen in der elektronischen Version meiner Arbeit nicht veröffentlicht.

Danksagung

Mein besonderer Dank gilt Herrn PD Dr. med. Florian Masuhr für die zuverlässige Betreuung, die Geduld und die aufmunternden Worte.

Weiterer Dank gilt Frau Kristina Lenz für die Überlassung und Ermöglichung dieser Arbeit, die sehr gute Betreuung, die zahlreichen Tipps und Ideen bei der Erstellung und Zusammenstellung und vor allem für den unermüdlichen Ansporn.

Ebenso danke ich meiner Familie für die Geduld und emotionale Unterstützung.