



universität
wien

MASTERARBEIT

Titel der Masterarbeit

„Hypoglykämien nach Roux-en-Y-Bypass –
Triggerlebensmittel von Hypoglykämien“

verfasst von

Catherina Prüser, BSc

angestrebter akademischer Grad

Master of Science (MSc)

Wien, 2015

Studienkennzahl lt. Studienblatt: A 066 838

Studienrichtung lt. Studienblatt: Masterstudium
Ernährungswissenschaften

Betreut von: Priv.-Doz. Dr. Karin Schindler

EIDESSTATTLICHE ERKLÄRUNG

Ich erkläre hiermit eidesstattlich, dass ich die vorliegende Masterarbeit selbstständig verfasst, andere als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel nicht benutzt und mich auch sonst keiner unerlaubten Hilfsmittel bedient habe;

dass ich dieses Masterarbeitsthema bisher weder im In- noch im Ausland (einer Beurteilerin/ einem Beurteiler zur Begutachtung) in irgendeiner Form als Prüfungsarbeit vorgelegt habe;

dass diese Arbeit mit der vom Begutachter beurteilten Arbeit übereinstimmt.

Wien, am _____

Catherina Prüser

DANKSAGUNG

Ein ganz besonderer Dank gebührt meiner Betreuerin Priv.-Doz. Dr. Karin Schindler, die mir die Möglichkeit gab diese Masterarbeit zu verfassen. Vielen Dank für die zahlreichen Diskussionen, Anregungen und die Unterstützung in scheinbar unlösbaren Situationen!

Ich möchte mich bei der Arbeitsgruppe von Prof. Dr. Bernhard Ludvik für die Bereitstellung der erhobenen Daten bedanken. Dabei möchte Dr. Ronald Kefurt besonderen Dank aussprechen, der mir die Datensätze erklärte.

Ein Dankeschön geht an Mag. Dr. Hans Peter Stüger, der geduldig meine statistischen Fragen klärte und mir wichtige Ratschläge für die Aufbereitung und Auswertung der Daten gab.

An dieser Stelle möchte ich meiner Familie Danke sagen, die mir immer den nötigen Rückhalt gab. Besonders meiner Mutter, die mir mein Studium ermöglichte und mich sowohl während Höhen, als auch Tiefen immer liebevoll bestärkte. Außerdem meiner Schwester, die mich bei der Korrektur der Masterarbeit unterstützte. Vielen Dank, dass ihr immer für mich da seid und an mich glaubt!

Ich möchte mich herzlich bei meiner Studienkollegin Manuela bedanken, die mich durch mein ganzes Studium begleitet hat und mir stets mit Rat und Tat zur Seite stand. Danke für deine Unterstützung bei universitären Fragen und die motivierenden Worte, aber viel mehr noch für die wertvolle Zeit als Freundin!

Jedoch auch all meinen anderen Freunden möchte ich für die vielen lustigen Stunden und Erlebnisse, aber auch unterstützenden Gespräche danken.

Mein ganz großer Dank gilt meinem Freund, der mich trotz meiner Launen immer wieder bestärkte und unterstützte. Danke, dass du stets an meiner Seite bist und mir Kraft und Motivation gibst!

KURZFASSUNG

HINTERGRUND: Weltweit steigt die Zahl an Personen, die an morbidem Adipositas erkranken, rapide an. Neben konventionellen Therapiemöglichkeiten wird die adipositaschirurgische Therapie immer häufiger angewandt und erweist sich als die effektivste Form der Behandlung. Als Folge des Eingriffs können allerdings diverse Komplikationen entstehen, eine mögliche ist die Hypoglykämie. Bisher gibt es sehr unterschiedliche Berichte über die genaue Prävalenz an Personen, die unter Hypoglykämien nach bariatrischen Operationen leiden. Die genaue Pathophysiologie ist nicht geklärt. Es stellt sich die Frage, ob die Hypoglykämien nur mit der veränderten Anatomie oder auch mit der Aufnahme von Lebensmitteln, die reich an schnell verfügbaren Kohlenhydraten sind, zusammenhängt.

FRAGESTELLUNG: Ziel dieser Arbeit war es, eine Assoziation zwischen Blutzuckerspiegel und aufgenommenen Lebensmitteln zu untersuchen und somit jene Komponenten herauszufinden, die mit Hypoglykämien in Verbindung gebracht werden können. Außerdem sollte die Prävalenz der Hypoglykämien nach Roux-en-Y-Bypass beschrieben werden.

DESIGN: Für die Untersuchung der Hypoglykämien wurden ein Mixed Meal Tolerance Test (MMT), eine kontinuierliche Glukosemessung (CGM) an fünf aufeinander folgenden Tagen und Blutzuckermessungen mittels Fingerstich durchgeführt. Außerdem wurde während der CGM ein Ernährungsschätzprotokoll geführt, das anschließend mit den Glukosewerten verknüpft wurde. Es wurden 54 Personen in die Studie eingeschlossen, wovon 46 in die endgültige Auswertung eingeschlossen wurden.

RESULTATE: In dieser Arbeit wurde bei 68,5 % der StudienteilnehmerInnen eine Hypoglykämie festgestellt. Im Durchschnitt traten während des Untersuchungszeitraums $3,5 \pm 2,8$ Hypoglykämien auf. 47,1 % konnten mit Lebensmitteln und 26,9 % mit einer längeren Nüchternphase (<4 Stunden) in Verbindung gebracht werden. Zuckerhaltige und/oder stärkehaltige Nahrungsmittel, Koffein und Alkohol ($p < 0,05$) konnten verstärkt mit den Hypoglykämien assoziiert werden.

CONCLUSIO: In dieser Studie wurde gezeigt, dass deutlich mehr Personen Hypoglykämien nach Roux-en-Y-Bypass-Operationen haben, als bislang angenommen. Dies stellt einen wesentlichen Grund dar, dieses Thema verstärkt zu untersuchen um eine geeignete Therapie definieren zu können. Es wurde ein Zusammenhang zwischen dem Auftreten von Hypoglykämien und Lebensmitteln gefunden.

ABSTRACT

BACKGROUND: The number of persons suffering from morbid obesity is rising worldwide. Beneath different conventional therapeutic options obesity surgery is performed more often and approves as the most effective way of treatment for morbid obese patients. As a consequence of this specific intervention numerous complications can be developed, one of them is hypoglycemia. Previously various reports about the prevalence of people having hypoglycemia after bariatric surgery have been published. The pathophysiology is not described precisely. There rises the question whether hypoglycemia is just associated with the altered anatomy or with foods, which are rich in quickly available carbohydrates.

OBJECTIVE: The aim of this study was to examine an association between blood glucose level and consumed foods. Furthermore the prevalence of hypoglycemia after Roux-en-Y-Bypass should be ascertained.

METHODS: For the examination of the hypoglycemic events a mixed meal tolerance test, a continuous glucose monitoring at five consecutive days and a blood glucose measurement by finger stick have been conducted. Furthermore a food record was gathered contemporaneously with continuous glucose monitoring of the patients. Consequently it was possible to analyze the glucose levels over a certain period of time. 54 persons were included in the study, whereof 46 were used for the final evaluation.

RESULTS: In this paper a hypoglycemic event at 68,5 % of the participants was determined. On average of $3,5 \pm 2,8$ hypoglycemic events occurred during the evaluation period. 47,1 % could be associated with food and 26,9 % with longer fasting periods (<4 hours). Sugar-containing and/or starchy groceries, caffeine and alcohol ($p < 0,048$) could be associated with hypoglycemia.

CONCLUSION: This study could reveal, that way more persons are affected from hypoglycemia after a Roux-en-Y-Bypass than assumed in the past. This represents a solid reason to investigate the topic in more detail to be able to define an appropriate therapy. A precise connection between the different foods and hypoglycemic events was detected.

INHALTSVERZEICHNIS

EIDESSTATTLICHE ERKLÄRUNG	V
DANKSAGUNG	VII
KURZFASSUNG	IX
ABSTRACT	XIII
ABBILDUNGSVERZEICHNIS	XXI
TABELLENVERZEICHNIS	XXV
FORMELVERZEICHNIS	XXVII
6 ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS	XXIX
1 Einleitung	1
1.1 Problemstellung	1
1.2 Fragestellung und Zielsetzung	2
2 Hintergrund	3
2.1 Adipositas	3
2.1.1 Risikofaktoren und Folgen von Adipositas	5
2.1.2 Prävention von Übergewicht und Adipositas	8
2.2 Therapiemaßnahmen	10
2.2.1 Ziele der Adipositastherapie	10
2.2.2 Arten der Adipositastherapie	11
2.2.3 Konservative Therapie	12
2.2.4 Medikamentöse Therapie	16
2.2.5 Chirurgische Therapie	16
2.3 Zuckerstoffwechsel	23
2.3.1 Entstehung von Hypoglykämien	24
2.3.2 Hypoglykämien nach Magen-Bypass-Operationen	25

3 Methode	31
3.1 Ziel dieser Masterarbeit	31
3.2 Literatur	31
3.3 Rekrutierung.....	32
3.4 Studienablauf	33
3.5 Untersuchungsparameter.....	34
3.6 Fragebogen	35
3.7 Kontinuierliche Blutzuckermessung (CGM).....	35
3.8 Blutzuckermessung mittels Fingerstich-Methode	37
3.9 Ernährungsprotokolle.....	38
3.10 Mixed Meal Tolerance Test (MMT)	42
3.11 Statistik.....	43
4 Resultate	45
4.1 Demographische Daten	45
4.2 Hypoglykämien	46
4.2.1 Fragebogen	49
4.2.2 Hypoglykämien mit verschiedenen Messmethoden.....	51
4.2.3 Hypoglykämien und Zusammenhänge mit Ernährungsverhalten beziehungsweise Lebensmittelaufnahme und Gewichtsverlauf.....	53
4.3 Ernährungsverhalten der StudienteilnehmerInnen.....	56
4.3.1 Energie	59
4.3.2 Kohlenhydrate.....	62
4.3.3 Stärke	65
4.3.4 Ballaststoffe	67
4.3.5 Summe aus Mono- und Disacchariden	71
4.3.6 Fett	73
4.3.7 Cholesterin.....	76

4.3.8 Eiweiß.....	79
4.3.9 Alkohol.....	82
4.4 Triggerlebensmittel.....	84
5 Diskussion.....	88
5.1 Limitationen der Studie	88
5.2 Charakteristika der PatientInnen	94
5.3 Hypoglykämien	95
5.4 Ernährungsverhalten der StudienteilnehmerInnen.....	98
5.5 Triggerlebensmittel.....	104
6 Schlussbetrachtung.....	108
7 Literaturverzeichnis	110
8 Anhang.....	122
8.1 Übersicht über Ernährungsempfehlungen.....	122
8.2 Fragebogen zur Hypoglykämie bei Zustand nach Magenbypass.....	124
9 Lebenslauf	126

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 2.1: Sleeve Gastrektomie (modifiziert nach [KISSANE AND PRATT, 2011]).....	19
Abbildung 2.2: Roux-en-Y Magenbypass (modifiziert nach [KISSANE AND PRATT, 2011]).....	21
Abbildung 2.3: Mini-Magenbypass [RUTLEDGE, 2001]	22
Abbildung 2.4: Ernährungspyramide für PatientInnen nach Magen-Bypass (modifiziert nach [MOIZE, et al., 2010]).....	29
Abbildung 4.1: Hypoglykämien der Studienpopulation.....	47
Abbildung 4.2: Ernährungsprotokolle und Hypoglykämien.....	48
Abbildung 4.3: Fragebogenscore (n=45) verglichen mit der Häufigkeit der gemessenen Hypoglykämien in den Risikogruppen	50
Abbildung 4.4: Vergleich der verschiedenen Messmethoden zur Ermittlung von Hypoglykämien (n=41).....	52
Abbildung 4.5: absolute Häufigkeit von Hypoglykämien im Tagesverlauf und in Assoziation mit Mahlzeiten und Nüchternphasen (n=52).....	55
Abbildung 4.6: Energiezufuhr im Vergleich der verschiedenen Messmethoden	60
Abbildung 4.7: Vergleich der Energieaufnahme mit den DACH-Referenzwerten (n=35) [DACH, 2013]	61
Abbildung 4.8: Kohlenhydratzufuhr im Vergleich der verschiedenen Messmethoden	63
Abbildung 4.9: Vergleich der Kohlenhydrataufnahme mit den DACH-Referenzwerten (n=35) [DACH, 2013].....	64
Abbildung 4.10: Stärkezufuhr der unterschiedlichen Hypoglykämiehäufigkeitskategorien (n=35).....	66
Abbildung 4.11: Stärkezufuhr im Vergleich der verschiedenen Messmethoden	67

Abbildung 4.12: Ballaststoffe/1000kcal im Vergleich der verschiedenen Messmethoden [DACH, 2013].....	69
Abbildung 4.13: Vergleich der Ballaststoffaufnahme mit individuellem Soll (n=35).....	70
Abbildung 4.14: Mono- und Disaccharidzufuhr im Vergleich der verschiedenen Messmethoden [DACH, 2013].....	72
Abbildung 4.15: Zuckerzufuhr der unterschiedlichen Altersgruppen (n=37) [DACH, 2013; WHO, 2014b].....	73
Abbildung 4.16: Fettzufuhr im Vergleich der verschiedenen Messmethoden [DACH, 2013].....	75
Abbildung 4.17: Cholesterinzufuhr im Vergleich der verschiedenen Messmethoden [DACH, 2013].....	77
Abbildung 4.18: Vergleich der Cholesterinaufnahme mit den DACH-Referenzwerten (n=35) [DACH, 2013].....	78
Abbildung 4.19: Cholesterinzufuhr der unterschiedlichen Altersgruppen (n=37) [DACH, 2013].....	79
Abbildung 4.20: Eiweißzufuhr im Vergleich der verschiedenen Messmethoden [DACH, 2013].....	81
Abbildung 4.21: Eiweißzufuhr der verschiedenen Altersgruppen (n=37) [AILLS, et al., 2008; MECHANICK, et al., 2013].....	82
Abbildung 4.22: Alkoholzufuhr im Vergleich der verschiedenen Messmethoden [DACH, 2013].....	83
Abbildung 4.23: Hypoglykämie-assoziierte Anteil am gesamten Vorkommen der Lebensmittelkategorien.....	85

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 2.1: Klassifikation des BMI von Erwachsenen (modifiziert nach [WHO, 2000]).....	4
Tabelle 2.2: Geschlechtsspezifischer Hüftumfang und das Risiko für metabolische Komplikationen assoziiert mit Adipositas (modifiziert nach [WHO, 2000]).....	5
Tabelle 2.3: Eckpfeiler einer konventionellen Adipositastherapie (modifiziert nach [PALMO, 2013])	15
Tabelle 3.1: Ein- und Ausschlusskriterien der Masterarbeit	32
Tabelle 3.2: Ablauf der Datenerhebung der Studie	33
Tabelle 3.3: Übersicht über die Untersuchungsparameter	34
Tabelle 3.4: Zuordnung der Lebensmittel zu den Lebensmittelkategorien	41
Tabelle 4.1: Charakteristika der StudienteilnehmerInnen (N = 54)	45
Tabelle 4.2: Charakteristika der StudienteilnehmerInnen nach Hypoglykämiehäufigkeit gemessen mit Fingerstichmethode und kontinuierlicher Glukosemessung	54
Tabelle 4.3: Aufnahme von Energie und Nährstoffen aufgeteilt nach Hypoglykämieereignissen	58

FORMELVERZEICHNIS

Formel 1: Berechnung des Body Mass Index (BMI).....	3
Formel 2: chemische Reaktion im iPro2®.....	37
Formel 3: prozentueller Anteil der Energiezufuhr an der Energiesollmenge laut DACH-Referenzwerten	39

6 ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

AACE	American Association of Clinical Endocrinologists (amerikanische Vereinigung der klinischen Endokrinologen)
AKH	Allgemeines Krankenhaus
ASMBS	American Society for Bariatric and Metabolic Surgery (amerikanische Gesellschaft für bariatrische und metabolische Chirurgie)
AUC	Area Under the Curve (Fläche unter der Kurve)
BMI	Body-Mass-Index
BZM	Blutzuckermessung mittels Fingerstich
CGM	Continuous Glucose Monitoring (kontinuierliche Blutzuckermessung)
DACH	Deutsche Gesellschaft für Ernährung e. V. (DGE), Österreichische Gesellschaft für Ernährung (ÖGE), Schweizerische Gesellschaft für Ernährungsforschung (SGE) und Schweizerische Vereinigung für Ernährung (SVE)
E%	Energieprozent
ENRICA	Study on Nutrition and cardiovascular risk in Spain (Studie zur Ernährung und kardiovaskulärem Risiko in Spanien)
FESNAD	Spanischer Verband der Gesellschaften für Ernährung und Diätologie
GLP-1	Glucagon-like Peptide 1
Hypo	Hypoglykämie
LM	Lebensmittel
MMT	Mixed Meal Tolerance Test
ÖAG	Österreichische Adipositas Gesellschaft
PAL	Physical Activity Level (körperliches Aktivitätslevel)

SEEDO Spanische Gesellschaft für die Erforschung von Adipositas
SOS-Studie Swedish Obese Subjects Study (schwedische Adipositas-Studie)
TOS The Obesity Society (die Adipositasgesellschaft)
WHO World Health Organization (Weltgesundheitsorganisation)

1 Einleitung

1.1 Problemstellung

Weltweit steigen die Zahlen der Prävalenz für Übergewicht und Adipositas stetig an. Zwischen 1980 und 2008 erhöhte sich der durchschnittliche Body Mass Index (BMI) pro Dekade um $0,4 \text{ kg/m}^2$ bei den Männern und um $0,5 \text{ kg/m}^2$ bei den Frauen. Rund 10 % der Männer und 14 % der Frauen waren 2008 adipös, was sich seit 1980 nahezu verdoppelte [FINUCANE, et al., 2011]. Dem österreichischen Ernährungsbericht zufolge waren 2012 9,7 % der Frauen und 14,9 % der Männer adipös [ELMADFA, 2012]. Ziel ist es die Anzahl an übergewichtigen und adipösen Personen in der österreichischen Bevölkerung zu verringern. Dafür werden zahlreiche Projekte durchgeführt, um die Prävention zu verbessern und eine hohe Qualität von Diagnose, Behandlung und Beratung zu sichern [LEHNER, 2012].

Den derzeitigen Studien zufolge ist bekannt, dass bei Adipositas durch chirurgische Eingriffe, je nach Operationstechnik, zwischen 49 % und 73 % vom Ausgangsgewicht abgenommen werden können. Jedoch sind auch negative Langzeitkomplikationen bekannt, wie Nährstoffmalabsorption, Dumping Syndrom und Hypoglykämien. Obwohl nur einige wenige Fälle mit schweren Neuroglukopenien bekannt sind, können Hypoglykämien das Leben der betroffenen PatientInnen stark beeinträchtigen. In diesem Zusammenhang wird oft ein starker Anstieg von Glucagon-like-Peptid 1 (GLP-1) und anderen Inkretinen, die eine Hyperplasie der pankreatischen Inselzellen und eine Überfunktion auslösen sollen, diskutiert. Bisher konnte noch keine geeignete Therapie für postoperative Hypoglykämien festgelegt werden [RITZ AND HANAIRE, 2011].

1.2 Fragestellung und Zielsetzung

Folgende Forschungsfragen ergeben sich aus den Recherchen und Überlegungen und sollen mit dieser Masterarbeit beantwortet werden:

- Wie häufig ist das Auftreten von klinisch gesicherten beziehungsweise subjektiven Hypoglykämien bei PatientInnen nach Roux-en-Y-Bypass?
- Besteht ein Zusammenhang zwischen dem Ernährungsverhalten und dem Blutzuckerspiegel der ProbandInnen?
- Gibt es einen Zusammenhang zwischen Lebensmitteln und Hypoglykämien? Gibt es Triggerlebensmittel?
- Gibt es Kreuzreaktionen zwischen den Lebensmitteln, die das Auftreten von Hypoglykämien negativ oder positiv beeinflussen?
- Kann durch richtige Ernährung das Auftreten von Hypoglykämien verringert oder sogar verhindert werden?

2 Hintergrund

2.1 Adipositas

Laut World Health Organisation (WHO) leben derzeit über 1,4 Milliarden übergewichtige Menschen auf der Welt, davon sind 300 Millionen Frauen und 200 Millionen Männer adipös. Ein erhöhtes Körpergewicht ist Hauptrisikofaktor für nicht übertragbare Krankheiten, wie kardiovaskulärer Erkrankungen, Diabetes, Krebs und muskuloskeletale Störungen [WHO, 2014a]. In Europa sind etwa 10-25 % der Männer und 10-30 % der Frauen adipös, das ist ein Anteil von über 50 % in den meisten Ländern [TSIGOS, et al., 2008].

Laut österreichischem Ernährungsbericht 2012 waren in Österreich 27,6 % der Erwachsenen übergewichtig und 12,2 % adipös [ELMADFA, 2012].

Adipositas ist eine chronische Erkrankung bei der die Körperfettspeicher durch eine Imbalance von Energieaufnahme und –verbrauch zunehmen. In der klinischen Praxis wird zum einen der BMI zur Klassifizierung angewandt. Dieser errechnet sich aus dem Körpergewicht in Kilogramm dividiert durch die quadrierte Körpergröße in m.

Formel 1: Berechnung des Body Mass Index (BMI)

$$BMI = \frac{\text{Körpermasse [kg]}}{\text{Körpergröße [m]}^2}$$

Ein BMI über 25 kg/m² gilt als Übergewicht, ein BMI über 30 kg/m² als Adipositas und Personen mit einem BMI über 40 kg/m² werden als morbid adipös eingestuft (Tab.: 2.1) [TSIGOS, et al., 2008; WHO, 2004].

Tabelle 2.1: Klassifikation des BMI von Erwachsenen (modifiziert nach [WHO, 2000])

Klassifikation	BMI	Risiko für Komorbiditäten
Untergewicht	< 18,5	gering
Normalgewicht	18,5 – 24,9	durchschnittlich
Übergewicht:	≥ 25	
Präadipositas	25 – 29,9	erhöht
Adipositas I	30 – 34,9	mäßig
Adipositas II	35 – 39,9	stark
Adipositas III	≥ 40	sehr stark

Jedoch ist bei der Adipositas nicht nur das Körpergewicht von Bedeutung, sondern auch die Verteilung der Körperfettmasse. Liegt eine zentrale Adipositas oder auch abdominale Adipositas vor, bei der besonders die viszerale Fettmasse überwiegt, steigt das Risiko für z.B. kardiovaskuläre Erkrankungen, Diabetes mellitus Typ 2, etc. Die viszerale Fettmasse korreliert mit dem Taillenumfang. Dies kann durch eine Messung des Taillenumfangs ermittelt werden. Bei Frauen gilt ein Grenzwert von 88 cm und bei Männern von 102 cm. Größere Umfänge entsprechen einer abdominalen Adipositas. [BERG, 2014; WHO, 2000].

Tabelle 2.2: Geschlechtsspezifischer Hüftumfang und das Risiko für metabolische Komplikationen assoziiert mit Adipositas (modifiziert nach [WHO, 2000])

Risiko für metabolische Komplikationen	Hüftumfang [cm]	
	Männer	Frauen
erhöht	≥ 94	≥ 80
deutlich erhöht	≥ 102	≥ 88

Als Ursachen für die Entwicklung von Adipositas werden biologische, psychosoziale und umweltbedingte Risikofaktoren beschrieben. Dazu zählen die familiäre Disposition, genetische Ursachen, Lebensstil, die ständige Verfügbarkeit von Nahrung, Schlafmangel, Stress, depressive Erkrankungen, ein niedriger Sozialstatus, Essstörungen, endokrine Erkrankungen, Medikamente und andere Ursachen, wie Immobilisierung, Schwangerschaft, Nikotinverzicht, etc. [BERG, 2014].

2.1.1 Risikofaktoren und Folgen von Adipositas

Als besonders großer Risikofaktor gilt die moderne Lebensweise. Speziell in den letzten dreißig Jahren veränderten sich kulturelle und umweltbedingte Einflüsse.

Beispiele dafür sind eine Ernährung mit erhöhter Energiedichte, größere Portionsgrößen, geringere körperliche Aktivität, Essstörungen und ein sitzender Lebensstil. Daraus erfolgen Veränderungen des Fettgewebes und der Sekretion von Botenstoffen, wie Adipokinen. Diese sind an verschiedenen inflammatorischen Prozessen, sowie an adipositasbedingter Insulinresistenz beteiligt [KWON AND PESSIN, 2013].

Hintergrund

Ein höherer Bildungsstand gilt als protektiver Faktor, obwohl von weniger gebildeten Personen mehr körperliche Arbeit verrichtet wird. Allerdings verbringen diese mehr Freizeit mit Fernsehen, das wiederum zu Überkonsumation besonders energiedichter Lebensmittel führt. Eine aktive Freizeitgestaltung gilt ebenfalls als schützender Faktor vor Übergewicht [LEON-MUNOZ, et al., 2013; ODA-MONTECINOS, et al., 2013].

Beim Ernährungsverhalten sind schnelles Essen, Diäten, Zwischenmahlzeiten mit sehr hoher Energiedichte und das Auslassen von Mahlzeiten Risikofaktoren. Selbstgemachte Speisen hingegen und langsames Essen wirken sich positiv auf die Entwicklung des Gewichts aus [LEON-MUNOZ, et al., 2013; ODA-MONTECINOS, et al., 2013].

Auch der Einfluss der Genetik, der allerdings besonders im Zusammenhang mit einer Adipositas fördernden Umwelt eine Rolle spielt, kann sich negativ auf das Gewicht auswirken. Die Gestaltung der Umwelt ist von besonderer Bedeutung, da unsere Entscheidungen stark vom Angebot geprägt sind. Auch das Essverhalten der Eltern und der Einfluss von Freunden können die Entwicklung von Übergewicht beeinflussen [SINTON AND WILFLEY, 2011].

Ein weiterer wichtiger Faktor ist die psychologische Gesundheit. Menschen, die als Unterdrückung der Sorgen aßen oder aufgebracht waren hatten eine höhere Chance übergewichtig zu sein. Darüber hinaus zeigen übergewichtige Jugendliche verstärkt internalisierende Symptome, externalisierendes Verhalten und Schwierigkeiten mit zwischenmenschlichen Kontakten. Weiters führt Übergewicht bei Jugendlichen zu Essstörungen, verstärkten Bedenken über Gewicht und Figur, extremen Diäten und anderen ungesunden Versuchen zur Gewichtskontrolle. Überdies werden sie oft von Gleichaltrigen stigmatisiert, was zu sozialer Isolation, Depressionen, und Einsamkeit führen kann [ODA-MONTECINOS, et al., 2013; SINTON AND WILFLEY, 2011; TSIGOS, et al., 2008].

Ein zu hohes Körpergewicht führt bereits im Kindes- und Jugendalter zu zahlreichen gesundheitlichen Problemen, wie körperliche Einschränkungen, kardiovaskulären Erkrankungen, Dyslipidämie, geringerer Insulinsensitivität, Diabetes Typ II, Bluthochdruck, muskuloskeletale Problemen und Asthma. Des

Weiteren kann es zum metabolischen Syndrom, verschiedenen Formen von Krebs und dem polycystischen Ovarsyndrom kommen, das sich im Erwachsenenalter manifestiert [SINTON AND WILFLEY, 2011].

Bei Erwachsenen treten die Folgen von Übergewicht und Adipositas häufiger auf. Durch eine abdominelle Adipositas entwickeln zwischen 21 und 27 % der Männer und 37 bis 57 % der Frauen Bluthochdruck. Dies führt wiederum zu einer Hypertrophie der linken Herzventrikel, vaskulären Schäden, sowie Nierenschäden. Aber auch eine arterielle Verschlusskrankheit, Schlaganfall und plötzlicher Herztod können die Folge sein. Adipöse Männer haben ein um 51 % und Frauen um 49 % höheres Risiko einen Schlaganfall zu erleiden, als Normalgewichtige. Eine weitere Folge ist die obstruktive Schlafapnoe, wovon etwa 40 % der morbid adipösen PatientInnen betroffen sind. Sie ist wiederum assoziiert mit Bluthochdruck und koronaren Herzkrankheiten. Bereits ein zehnzehntiger Gewichtsverlust kann die Symptome um 26 % verbessern [CHROSTOWSKA, et al., 2013].

Auch Asthma tritt verstärkt bei Übergewichtigen auf, bei einem BMI ≥ 25 kg/m² hat man bereits um 51 % höhere Chancen Asthma zu entwickeln, Adipöse sogar 253 % [SIDELEVA, et al., 2013].

Spätestens im höheren Alter zeigen sich die Folgen von Übergewicht und Adipositas. Neben der eingeschränkten Mobilität entwickeln sich zahlreiche Komplikationen, wie Diabetes, Bluthochdruck, Arthritis, kardiovaskuläre Erkrankungen, Inkontinenz und verschiedene Arten von Krebs. Durch die altersbedingten Veränderungen im Körper haben Übergewichtige mit hohem abdominellen Fettanteil ein stark erhöhtes Risiko ein metabolisches Syndrom zu entwickeln. Auch für die Entwicklung von Krebs ist ein zu hohes Körpergewicht eines der bedeutendsten vermeidbaren Gründe nach Tabakkonsum. Frauen mit einem BMI über 28 kg/m² haben ein um 26 % höheres Risiko Brustkrebs zu entwickeln, als jene mit einem BMI unter 21 kg/m² [AMARYA, et al., 2014].

Neben nichtübertragbaren Krankheiten und einer geringeren Lebensqualität für die betroffene Person, haben Übergewicht und Adipositas auch beträchtliche

Folgen für die Gesellschaft. Durch die entstehenden gesundheitlichen Defizite, sowie Einbußen in der körperlichen und mentalen Gesundheit, entstehen hohe Kosten im Gesundheitssystem und durch die verminderte Arbeits- und Erwerbsfähigkeit auch im Sozialsystem [SINTON AND WILFLEY, 2011].

2.1.2 Prävention von Übergewicht und Adipositas

Prävention wird oft als die vierte Säule des Gesundheitssystems bezeichnet, da Krankheiten wie Diabetes oder Übergewicht die Kosten im Gesundheitssystem ständig ansteigen lassen.

Die Prävention kann in drei Ebenen eingeordnet werden, die im Folgenden am Beispiel Adipositas erklärt werden. Bei der Primärprävention ist das vorrangige Ziel, das Auftreten einer Adipositas zu verhindern. Sekundärpräventiv ist es die Absicht Folgen der Adipositas, wie metabolisches Syndrom, Hyperlipidämie, Bluthochdruck, etc., früher zu erkennen und das Risiko für Folgeerkrankungen einzudämmen. Die Tertiärprävention setzt bei der Rehabilitation an. Dabei wird versucht Rezidive zu vermeiden und den Erfolg der Behandlung zu sichern.

Die Prävention ist eine Disziplin von Public Health, wobei immer darauf geachtet werden muss, welche Zielgruppe angesprochen werden soll. Allgemeines Ziel ist es den Betroffenen soviel Wissen zu vermitteln beziehungsweise zu Empowerment zu befähigen, um richtige Entscheidungen für die eigene Gesundheit treffen zu können. Außerdem kann die Prävention auf das Verhalten der Zielgruppe abzielen, also eine Verhaltensprävention, oder auf die Verhältnisse gerichtet sein, wobei hier die Umweltbedingungen verbessert werden [ZEEB H., 2011].

Yao machte 2012 ein Review von Empfehlungen und Leitlinien zum Screening und Management von Adipositas bei Erwachsenen. Dabei wurden zwei Hauptaspekte herausgefiltert. Zum einen die Untersuchung des BMI, wozu jedoch die Evidenz für jegliche Effekte fehlt. Und zum anderen das Angebot von intensiven, mehrteiligen Verhaltensinterventionsprogrammen für PatientInnen mit einem BMI ≥ 30 kg/m². Diese sollen Gewichtsziele, Verbesserung der

Ernährung und eine gesteigerte Bewegung beinhalten. Dazu konnte ein Gewichtsverlust, bessere Nüchternblutglukosewerte und geringere Inzidenz von Diabetes verzeichnet werden [YAO, 2013].

Um die Entwicklung von Übergewicht und Adipositas zu vermeiden, sollte man bereits im Kinder- und Jugendalter mit der Prävention beginnen. In einer französischen Studie konnte gezeigt werden, dass durch umfassende Screening-Methoden und eine ausreichende Versorgung der Anstieg des BMI verringert wird [BONSERGENT, et al., 2013]. In einer weiteren Studie von Cygan et al. wurde ebenfalls festgestellt, dass durch gezielte Ernährungs- und Bewegungsanweisungen das Verhalten von Kindern signifikant verbessert werden kann [CYGAN, et al., 2014].

Trotz den zahlreichen Risikofaktoren für Übergewicht, gibt es auch viele protektive Faktoren, die vor Übergewicht schützen. Ein regelmäßiges Frühstück beispielsweise verhindert die Entwicklung von Heißhunger und ist Schutz für Überkonsumation später am Tag. Auch gemeinsames Essen in der Familie trägt dazu bei, da mehr selbstgemachte Speisen verzehrt werden und die Eltern Vorbild für eine gesunde Ernährung sein können. Ebenso hilft Stillen dabei im späteren Alter normalgewichtig zu bleiben. Der genaue Grund dafür ist jedoch noch nicht bekannt, es wird angenommen, dass es einen multikausalen Zusammenhang gibt [SINTON AND WILFLEY, 2011].

In einem Review von Stephens und Veerman wurden die Daten von 60 Metanalysen und 23 Systematic Reviews miteinander verglichen. Generell ist zu verzeichnen, dass bei Präventionsprogrammen diätetische Interventionen den größten Effekt haben, hingegen Veränderungen am Arbeitsplatz und technologisch unterstützte Programme nur geringe Wirkung zeigen. Auch Bewegungsinterventionen haben einen kleineren Effekt als Ernährungsveränderungen [STEPHENS, et al., 2014].

In einem Systematic Review der FESNAD und SEEDO wurden verschiedene Aspekte zur Prävention von Übergewicht erfasst. Eine hohe Energiedichte der Speisen, ein zu geringes Angebot von Obst und Gemüse in Supermärkten in

der Umgebung, öfter als einmal pro Woche Fast Food und zu große Portionen erhöhen mit großer Evidenz das Körpergewicht.

Eine hohe Zufuhr von komplexen Kohlenhydraten (≥ 50 % der Gesamtenergiezufuhr), eine erhöhte Zufuhr von Ballaststoffen, eine angepasste Gesamtenergiezufuhr, wenig Alkohol, ein hoher Anteil von Obst und Gemüse, eine eingeschränkte Aufnahme von zuckerhaltigen Getränken und ein geringer Fleisch- und Fleischwarenkonsum kann vor Übergewicht schützen [GARGALLO FERNANDEZ, et al., 2012].

Eine weitere Publikation untersuchte den Verzehr von Vollkorn im Zusammenhang mit der Prävention und der Versorgung von abdomineller Adipositas. Dabei konnte gezeigt werden, dass Ballaststoffe Appetit hemmend sind, die glykämische Kontrolle und die Insulinsensitivität verbessern, mit Gewichtsverlust assoziiert sind und das Substrat für die Darmbakterien darstellen [PHILIP KARL AND MCKEOWN, 2014].

2.2 Therapiemaßnahmen

2.2.1 Ziele der Adipositas therapie

Das Ziel einer Behandlung von Adipositas ist es, die Morbidität und Mortalität der Person zu verringern und deren Lebensqualität zu steigern. Bei Personen mit Adipositas Grad I ($30-34,9 \text{ kg/m}^2$) beziehungsweise Grad II ($35-39,9 \text{ kg/m}^2$) führt bereits eine Gewichtsreduktion von 5-10% zu einer signifikanten Verbesserung der Gesundheit. Morbid adipöse PatientInnen ($\geq 40 \text{ kg/m}^2$) benötigen wahrscheinlich eine größere Abnahme des Gewichts um dieselben Effekte zu erzielen, wobei genaue Angaben zurzeit noch fehlen. Der derzeitigen Evidenz zufolge ist für diese PatientInnengruppe eine Gewichtsreduktion von $\geq 20\%$ als langfristiges therapeutisches Ziel zu sehen. Eine korrektere Angabe ist der wünschenswerte Gewichtsverlust als Prozentsatz des überschüssigen Gewichts mit 50-60%. Das überschüssige Gewicht errechnet sich aus dem Ist-Gewicht minus dem Idealgewicht [NHMCR, 2013; PALMO, 2013].

Die eigentliche Schwierigkeit ist es jedoch, das verlorene Gewicht zu halten. Deshalb ist es von besonderer Bedeutung mit den PatientInnen am Beginn der Intervention ein realistisches Ziel zu definieren um absurde Erwartungen zu umgehen [PALMO, 2013; TSIGOS, et al., 2008].

2.2.2 Arten der Adipositas therapie

Für die Therapie von Adipositas gibt es drei verschiedene Arten von Behandlungsmethoden, die konservative, die medikamentöse und die chirurgische Therapie. Allen Therapien gemeinsam ist, dass die PatientInnen bereit sein müssen etwas zu verändern, da eine ausreichende Motivation, Selbstregulationsfähigkeit und Compliance der PatientInnen die Grundlage für eine erfolgreiche Therapie sind [BERG, 2014].

Die konservative oder auch konventionelle Therapie basiert auf einer lebenslangen Modifikation des Lebensstils, die eine Veränderung der Essgewohnheiten, mehr körperliche Aktivität und eine Verhaltenstherapie inkludiert. Auf jeden Fall muss eine negative Energiebilanz erreicht werden [PALMO, 2013].

Vor einer Operation steht immer der Versuch zur Gewichtsreduktion durch eine konservative Therapie, die auch mit einer medikamentösen Behandlung kombiniert werden kann. Eine medikamentöse Therapie allein wird selten durchgeführt, da im Durchschnitt nur zwischen 3 und 5 % an Gewicht verloren werden und nicht alle PatientInnen auf die Behandlung ansprechen. Kombiniert mit einer Ernährungstherapie kann sie jedoch die Motivation fördern und somit die mit Adipositas verbundenen Risikofaktoren vermindern [TSIGOS, et al., 2008].

Allerdings zeigen chirurgische Maßnahmen bei morbid adipösen Personen bessere Erfolge. Im Durchschnitt werden zwischen 24% bis über 33% des Ausgangsgewichts verloren [MINGRONE, et al., 2012; NEFF, et al., 2014; SCHAUER, et al., 2012].

Hintergrund

In einer Studie von Roslin et al. wurden die Operationstechniken Roux-en-Y-Magenbypass (RYGB), Sleeve Gastrektomie und Duodenal-Switch miteinander verglichen. Nach sechs Monaten verloren die PatientInnen nach RYGB 22 % des Ausgangsgewichts, nach der Sleeve Gastrektomie 23 % und nach dem Duodenal Switch 29%, wobei hier das Körpergewicht vor der Operation am höchsten war [ROSLIN, 2012].

Weiters zeigte sich nach dem invasiven Eingriff bei 72-95 % eine Remission des Diabetes, sowie eine deutliche Verbesserung der Lipidwerte. Allerdings hatten 50% einen Rückfall nach zehn Jahren. Präventiv kann das Risiko Diabetes mellitus Typ II 15 Jahre nach der Operation zu entwickeln um 78 % gesenkt werden. Außerdem hatten die PatientInnen nach dem Eingriff eine niedrigere Nüchtern glukose, Insulinkonzentration und Lipidwerte [MINGRONE, et al., 2012; NEFF, et al., 2014; ROSLIN, 2012; SJÖSTRÖM, 2013].

Außerdem wurde bariatrische Chirurgie mit einer geringeren Anzahl an kardiovaskulären Ereignissen und einer verminderten Inzidenz von Krebs assoziiert [NEFF, et al., 2014; SJÖSTRÖM, 2013].

Neben dem Gewichtsverlust und den metabolischen Veränderungen verbessert sich die Lebensqualität der PatientInnen außerordentlich. Ein besserer Gesundheitsstatus, eine Verbesserung der Atemwege und der sexuellen Funktionen wurde verzeichnet. Weiters veränderten sich wirtschaftliche Aspekte und das Körperbild zum Positiven [STEFATER, et al., 2013]].

Im Folgenden werden die konservative und die chirurgische Therapie näher beschrieben.

2.2.3 Konservative Therapie

In einem Programm zur Gewichtsreduktion sollte die Basis eine Therapie von Ernährung, Verhalten und Bewegung sein. Außerdem bedarf es einer langfristigen Unterstützung um das reduzierte Gewicht zu halten [BERG, 2014].

Die Behandlung von Adipositas inkludiert mehr als nur die Gewichtsreduktion allein, die Risikoreduktion und Verbesserung der Gesundheit spielen eine

entscheidende Rolle. Das Ziel der Therapie muss realistisch, individuell abgestimmt und langfristig sein [TSIGOS, et al., 2008].

In Österreich gibt es die ÖAG-Leitlinien, die Empfehlungen für das Vorgehen bei einer Therapie darstellen. Als Indikation gilt ein BMI ≥ 30 kg/m² oder ≥ 25 kg/m² und gleichzeitige Hypertonie, Diabetes mellitus Typ II, abdominelle Fettverteilungsmuster, psychosozialer Leidensdruck und Erkrankung, bei welchen ein zu hohes Gewicht eine Mehrbelastung darstellt. Als Basis der Ernährungstherapie gilt die Vermittlung von Ernährungswissen, um den PatientInnen mehr Eigenverantwortung und Empowerment zu ermöglichen [ÖAG, 2004].

Es gibt mehrere Strategien um Gewicht zu verlieren, wie die Therapie durch DiätologInnen, Ersatz von Mahlzeiten durch kaloriendefinierte Produkte, kommerzielle Gewichtsreduktionsprogramme und die kontinuierliche Steigerung der Bewegung. Entscheidend für den Erfolg ist dabei das Selbstmonitoring, um Erfolge zu sehen und die Therapie reflektieren zu können [KUSHNER, 2014].

Im Bereich der Ernährung gibt es dazu unterschiedliche Ansätze. Im Allgemeinen führt jedoch eine Energiereduktion um 500-1000 kcal pro Tag zu einer 8%igen Gewichtsreduktion in den ersten 6 Monaten. Um dabei die fettfreie Körpermasse zu erhalten, wird eine Proteinzufuhr von 1.5 g/kg Körpergewicht empfohlen, jedoch sollte auf einen hohen Gehalt an pflanzlichen Eiweißen geachtet werden. Diäten mit einem sehr geringen Energiegehalt (400-800 kcal/Tag) sollten nur in Ausnahmefällen und unter strenger medizinischer Überwachung, beispielsweise vor bariatrischen Operationen, durchgeführt werden, da die Gefahr eines Nährstoffmangels sehr groß ist [GARGALLO FERNANDEZ, et al., 2012; ÖAG, 2004; PALMO, 2013]. Der Energiegehalt der verschiedenen Lebensmittel sollte gering sein, die Zusammensetzung der Hauptnährstoffe und einen hohen Ballaststoffanteil zu beachten, geeignete Zubereitungsmethoden zu wählen, hochkalorische Lebensmittel zu meiden, eine ausreichende Flüssigkeitszufuhr durch kalorienfreie Getränke zu gewährleisten, die Portionsgrößen zu verkleinern und den Alkoholkonsum einzuschränken [BERG, 2014; NHLBI, et al., 2000].

Hintergrund

Ein weiterer Teil der Therapie ist die Bewegung. Durch sportliche Bewegung wird die Fettmasse reduziert und die fettfreie Masse steigt an, was zu einem höheren Ruheenergieumsatz führt. Außerdem wird die körperliche Fitness verbessert und das Risiko für Komorbiditäten gesenkt. Zumindest 30 bis 60 Minuten moderater körperlicher Aktivität sollten täglich ausgeübt werden [TSIGOS, et al., 2008]. Durch 300 Minuten körperliche Betätigung pro Woche kann der Erfolg der Gewichtsreduktion maßgeblich gesteigert werden. Außerdem ist die Reduktion des Bauchumfangs und des Leberfettes größer als ohne Bewegung [LASKOWSKI, 2012]. Um eine effektive Gewichtsreduktion zu gewährleisten, wird ein Ausmaß von mindestens 150 Minuten Bewegung mit einem Energieverbrauch von 1200 bis 1800 kcal pro Woche empfohlen. Dabei sollen die PatientInnen über die gesundheitlichen Vorteile durch die Bewegung aufgeklärt werden. Auch nach der Gewichtsreduktion ist eine gesteigerte körperliche Aktivität zum Erhalt der Körpermasse erforderlich [BERG, 2014]. Ein Problem bei stark übergewichtigen Personen sind allerdings Bewegungseinschränkungen und die schlechtere Muskelqualität. Oftmals wird die Empfehlung von mindestens 150 Minuten moderater Bewegung pro Woche nicht beachtet [BLACKBURN, et al., 2010].

Ferner sollte in einer Adipositas therapie eine psychologische Unterstützung gewährleistet werden. Sowohl Selbsthilfegruppen, als auch Spezialisten können zum Ziel führen [TSIGOS, et al., 2008]. Jede Verhaltenstherapie sollte verschiedene psychotherapeutische Elemente enthalten, wie Stimuluskontrolle, Zielvereinbarungen, soziales Kompetenztraining, Rückfallprävention, etc. [BERG, 2014].

Die folgende Tabelle zeigt die Eckpfeiler einer konventionellen Adipositas therapie (Tab. 2.3).

Tabelle 2.3: Eckpfeiler einer konventionellen Adipositas­therapie (modifiziert nach [PALMO, 2013])

Ernährungs- therapie	Bewegungs- therapie	Verhaltens- therapie	Aufrecht- erhaltung
Mäßig energiereduzierte Mischkost (LCD = Low calorie diet)	Mindestens 30 – 60 Minuten moderate körperliche Bewegung pro Tag	Selbstkontrolle und –Überwachung des Ernährungs- und Bewegungsverhaltens	Multidisziplinäre Intervention
Vollständiger Mahlzeitenersatz mit Formulaprodukten (VLCD = Very low calorie diet)	Individueller Bewegungsplan unter Aufsicht von PhysiotherapeutInnen	Zielsetzung in kleinen spezifischen Schritten	Regelmäßige Kontrolltermine
Teilweiser Mahlzeitenersatz mit Formulaprodukten		Stimuluskontrolle	Anrufe während des Interventions-Zeitraums
Sequentielle Verwendung von VLCDs und LCDs		Kognitive Strategien	Spezielles Training um Rückfällen vorzubeugen
		Soziale Unterstützung	Spezielle Termine für Patienten mit erneuter Gewichtszunahme
		Verstärkung durch Belohnungen	Interventionsdauer von mindestens 6 Monaten

2.2.4 Medikamentöse Therapie

Die medikamentöse Therapie sollte ausschließlich in Kombination mit einer Ernährungstherapie erfolgen. Sie kann helfen die Compliance der PatientInnen Aufrecht zu erhalten und die Entwicklung von Komorbiditäten zu verhindern. Sie wird empfohlen ab einem BMI $\geq 30\text{kg/m}^2$ oder $\geq 27\text{kg/m}^2$ mit Komorbiditäten. Nach drei Monaten sollte der Erfolg evaluiert werden und nur bei über 5% Gewichtsverlust, beziehungsweise über 3% bei Diabetikern, fortgeführt werden [CA-ADIP, 2010; EMA, 2010; Tsigos, et al., 2008].

Zurzeit gibt es ein in der EU zugelassenes Medikament, Orlistat. Sibutramine und Rimonabant wurden wegen der überwiegenden Nebenwirkungen nicht mehr genehmigt [EMA, 2010; EMA, 2012; EMA, 2013].

Orlistat darf ab einem BMI von 28kg/m^2 eingesetzt werden. Es hemmt Lipasen im Gastrointestinalbereich und damit die Aufnahme von Fetten. Nebenwirkungen sind weiche Stühle, eine häufigere Stuhlfrequenz, Fettstühle und Meteorismus. Orlistat sollte nicht verwendet werden bei chronischem Malabsorptionssyndrom und Cholestase [CA-ADIP, 2010; EMA, 2012; Tsigos, et al., 2008].

2.2.5 Chirurgische Therapie

Aufgrund der steigenden Anzahl an Adipösen steigt auch die Häufigkeit an bariatrischen Operationen drastisch an. Im Jahr 2011 wurden weltweit bereits über 340.000 PatientInnen operiert. Die drei am häufigsten durchgeführten Operationen sind der Roux-en-Y Magenbypass (46,6 %), der Magenschlauch (27,8 %) und das verstellbare Magenband (17,8 %) [BUCHWALD AND OIEN, 2013].

In Österreich werden jährlich etwa 2500 Operationen durchgeführt, wobei am häufigsten der laparoskopische Roux-en-Y-Magenbypass durchgeführt wird. Es folgen die Sleeve-Gastrektomie und das Magenband [BECKERHINN, 2011].

Zu den Indikationen für einen adipositaschirurgischen Eingriff für PatientInnen zwischen 18 und 60 Jahren zählen ein BMI über 40kg/m^2 oder über 35kg/m^2

mit den Komorbiditäten Hypertonie, Diabetes mellitus Typ II, Schlafapnoe, Lipidstoffwechselstörungen, etc. Außerdem muss die Bereitschaft und Verpflichtung der PatientInnen für Nachsorgeprogramme gegeben sein. Ein hochwertiges multidisziplinäres Team von Chirurgen, Pflegepersonal, DiätologInnen und sonstiger Betreuung ist notwendig um die gewünschten Resultate zu erreichen. Kontraindikationen sind eine fehlende Periode von medizinischer Versorgung, die Unfähigkeit der PatientInnen an der Teilnahme der Nachsorge, unkontrollierte psychotische Störungen, starke Depressionen, Persönlichkeits- und Essstörungen, Alkohol- oder Drogenmissbrauch, Unfähigkeit zur Selbstversorgung und keine familiäre oder soziale Unterstützung [CA-ADIP, 2010; FRIED, et al., 2014; MILLER, 2006].

Eine Altersgrenze für die Durchführung einer solchen Operation konnte bislang nicht festgelegt werden Ziel ist oft die Verhinderung von Immobilität und Pflegebedürftigkeit. Eingriffe bei Jugendlichen unter 18 Jahren sind möglich, sollten jedoch nur bei extremer Adipositas nach einem Scheitern von konventionellen Methoden durchgeführt werden. Auch Personen über 60 Jahre können operiert werden, wobei hier die Lebensqualität im Vordergrund steht [CA-ADIP, 2010; FRIED, et al., 2014; MILLER, 2006].

Neuerdings wird auch immer wieder über bariatrische Operationen bei Adipositas Grad I diskutiert. Obwohl die Risiken von Komorbiditäten und Mortalität noch geringer sind, als bei einem höheren BMI, leiden diese Personen oft unter einer verminderten Lebensqualität und einer großen psychosozialen Belastung. Außerdem bedeutet Adipositas hohe Kosten für das Gesundheitssystem und den Staat durch reduzierte Beschäftigung, schlechteres Einkommen, höheres Verletzungsrisiko, etc. Es wird diskutiert, dass für die Evaluation einer bariatrischen Operation nicht der BMI ausschlaggebend sein sollte, sondern die Komorbiditäten genau untersucht und bewertet werden müssen [BUNETTO, et al., 2014]. Wie auch in bereits erwähnten Studien beschrieben wird, haben bariatrische Eingriffe einen erheblichen Einfluss auf die Remission von Diabetes mellitus Typ II, weshalb sie auch bei PatientInnen mit einem BMI < 35 kg/m² in Betracht gezogen werden sollten [COHEN, et al., 2013; SCHAUER, et al., 2012].

Hintergrund

Vor jeder Operation müssen unbedingt der generelle Gesundheitszustand und der Ernährungsstatus abgeklärt, die Veränderungen der Ernährung nach der Operation besprochen, sowie die Behandlung der Komorbiditäten angepasst werden um das Operationsrisiko zu verringern. Die PatientInnen müssen über die Operation ausreichend informiert sein. Außerdem ist die psychologische Betreuung vor und nach der Operation unerlässlich [FRIED, et al., 2014].

Die verschiedenen Operationstechniken der bariatrischen Chirurgie können in restriktive und malabsorptive Verfahren eingeteilt werden. Die Restriktion hat eine Reduktion der aufgenommenen Nahrungsmenge zur Folge und damit eine verminderte Energiezufuhr. Dazu zählen Techniken wie das Magenband oder die Sleeve Gastrektomie. Bei der Malabsorption hingegen wird die intestinale Resorptionsstrecke verkürzt, wodurch weniger Energie aufgenommen werden kann. Ein Beispiel dafür ist die biliopankreatische Diversion. Es gibt auch kombinierte Arten, wie den Roux-en-Y Bypass. Welche Form der Operation beim jeweiligen Fall angewandt wird ist vom BMI, dem gewünschten Gewichtsverlust, den Essgewohnheiten, Komorbiditäten und der Vorgeschichte abhängig [BUCHWALD, 2010; KHWAJA AND BONANOMI, 2010].

Etwa 90 % der bariatrischen Operationen werden laparoskopisch durchgeführt. Die Folgerisiken sind viel geringer als bei offenen Eingriffen [LANNOO AND DILLEMANS, 2014].

Im Folgenden werden die in der Studie durchgeführten Operationsmethoden näher erklärt.

2.2.5.1 Magenschlauch (Sleeve Gastrectomy)

Bei der Sleeve Gastrectomy werden etwa 75-80 % der großen Kurvatur entfernt, wobei ein dünner Magenschlauch (60-100 ml) übrig bleibt. Dies führt neben der geringeren Aufnahme von Nahrungsmitteln zu einem früheren Sättigungsgefühl [KARMALI, et al., 2010; KISSANE AND PRATT, 2011]. Neben den restriktiven Mechanismen spielen hier auch hormonelle Vorgänge eine Rolle. Ghrelin wird im Fundus, einem Teil der großen Kurvatur, gebildet. Durch die

Entfernung beim Magenschlauch wird das Hungerhormon vermindert ausgeschüttet. Als Vorteile gegenüber dem Magenbypass gelten die einfachere Durchführung der Operationen, keine Mangelerscheinungen, Ulzera, Dumping Syndrom und Dünndarmobstruktion [KHWAJA AND BONANOMI, 2010]. Die Operation wird meist bei HochrisikopatientInnen durchgeführt, oft als erster Schritt einer zweiteiligen Operation. Nachdem etwa 40-50 % vom Ausgangsgewicht abgenommen wurden, wird häufig ein Duodenal Switch oder ein Magenbypass angeschlossen [KERRIGAN, et al., 2011]. Jedoch wird diese Operation wegen geringeren Operationsrisiken und Langzeitkomplikationen immer populärer [STEFATER, et al., 2013].

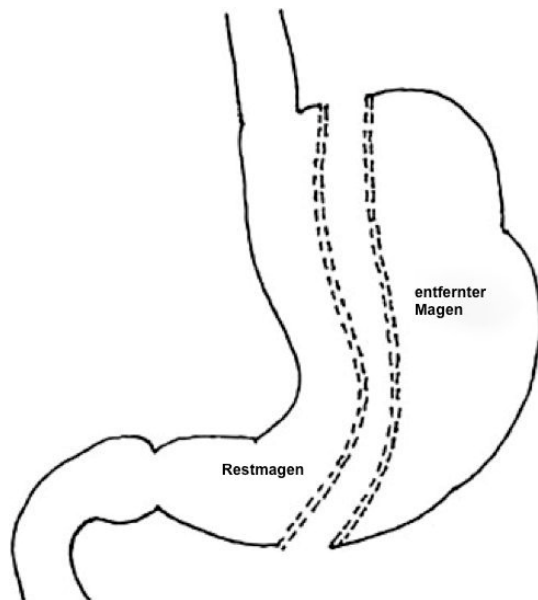


Abbildung 2.1: Sleeve Gastrektomie (modifiziert nach [KISSANE AND PRATT, 2011])

2.2.5.2 Magenbypass (Gastric Bypass)

Der Begriff Magenbypass beinhaltet zahlreiche verschiedene Operationsmethoden, wie den Short Limb Gastric Bypass, Standard Gastric Bypass, Long Limb Gastric Bypass, Very Long Limb Gastric Bypass, Roux-en-Y

Gastric Bypass, Distal Very Long Roux Limb Gastric Bypass, etc. [PRAGER, 2013].

2.2.5.3 Roux-en-Y Gastric Bypass

Die derzeit am häufigsten durchgeführte Methode des Magenbypass ist der Roux-en-Y Magenbypass. [BUCHWALD AND OIEN, 2013].

Beim Long Limb Roux-en-Y Gastric Bypass wird von der kleinen Kurvatur ein kleiner, länglicher Pouch abgetrennt, der etwa 15-20 ml fasst. Der Pouch sollte so klein wie technisch möglich sein, da auch bei einer hundertprozentigen Dehnung der Magen immer noch klein ist. An diesen wird eine circa 150 cm lange Dünndarmschlinge angebracht. Diese muss mindestens 75 cm lang sein, um einen Reflux in den Magenpouch zu verhindern. Anschließend wird ein 40-100 cm langer biliopankreatischer Dünndarm eingeleitet. Diese münden in eine gemeinsame Endstrecke, wo Speisebrei und Galle-/Pankreassekret aufeinander treffen. Es entsteht eine Kombination von Restriktion und Malabsorption [BUCHWALD, 2010; WITGROVE AND CLARK, 2000]. Der Eingriff hat einen entscheidenden Einfluss auf die Hormonproduktion. Während Ghrelin vermindert ausgeschüttet wird, wird Glucon-like-Peptid-1 (GLP-1), Peptide YY (PYY) und Glukose-abhängiges insulinotrophes Peptid vermehrt produziert [KERRIGAN, et al., 2011]. Dies könnte zum Gewichtsverlust, dem Verschwinden des Diabetes mellitus II und dem verstärkten Sättigungsgefühl beitragen [KHWAJA AND BONANOMI, 2010]. Auch andere Komorbiditäten verbessern sich durch den Eingriff, wie Hypertonie, Dyslipidämie, obstruktive Schlafapnoe und die Lebensqualität [KUSHNER, 2014]. Um Vitaminmangelzustände zu vermeiden, ist die tägliche Einnahme von Vitaminsupplementen erforderlich. In 35-50 % der Fälle ist eine zusätzliche Verabreichung von Vitamin B₁₂ notwendig. Durch eine Magen-Bypass-Operation verringert sich das Ausgangsgewicht um etwa 70 %. Jedoch ist der Eingriff mit Komplikationen verbunden, wie undichte Anastomosen, Thrombosen, Embolie, Stenosen, Haarausfall und Gallensteine [KERRIGAN, et al., 2011]. In einer kürzlich veröffentlichten Studie verloren die PatientInnen bis zu 65 % von ihrem Ausgangsgewicht und bis zu 67 % hatten

eine Remission des Diabetes, bis zu 50 % der Hyperlipidämie und bis zu 45 % des Bluthochdrucks nach zwei Jahren [FUNK, et al., 2014].

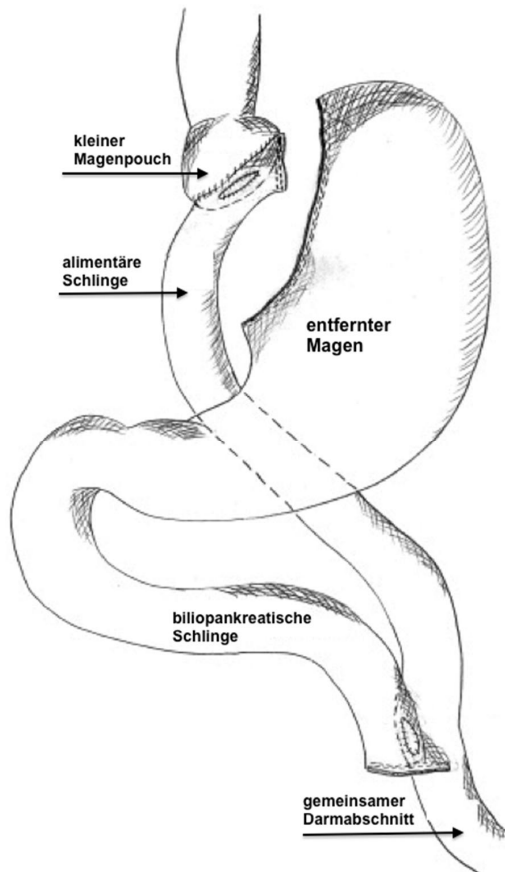


Abbildung 2.2: Roux-en-Y Magenbypass (modifiziert nach [KISSANE AND PRATT, 2011])

2.2.5.4 Omega-loop Magenbypass

Beim Omega-loop Magenbypass oder auch Mini-Magenbypass wird der Magen vom Übergangspunkt bis zum Antrum geteilt, parallel zur kleinen Kurvatur, um einen möglichst langen Pouch zu erhalten. An diesen wird eine jejunale Schlinge, 200 cm distal zum Treitz-Band, anastomosiert. Das distale Ende des Magenschlauchs wird mit dem Dünndarm verbunden [RUTLEDGE, 2001]. Durch

Hintergrund

diese Operation werden zwischen 55 und 88 % des Ausgangsgewichts abgenommen. Außerdem verbessern sich Komorbiditäten, wie gastroösophagealer Reflux, Kurzatmigkeit, Diabetes, Schlafapnoe, Bluthochdruck, Hypercholesterinämie, Inkontinenz und metabolisches Syndrom in jeweils über 80 % der Fälle. Außerdem verbessert sich die Lebensqualität der PatientInnen maßgeblich [MAHAWAR, et al., 2013].

In einer kürzlich veröffentlichten Studie wurde gezeigt, dass durch einen Omega-loop Bypass signifikant mehr Gewicht in derselben Zeit reduziert werden kann, als beim Roux-en-Y-Bypass. Nach einem Jahr verringerte sich der BMI um 89 % in der Omega-loop-Gruppe und um 71 % in der Roux-en-Y-Gruppe. Jedoch war eine Refluxrate von 10 % beim Omega-loop-Bypass zu verzeichnen, aber es gab keine Beschwerden eines Dumping Syndroms. Hingegen 6,5 % der Roux-en-Y-PatientInnen zeigten einen Sigstad score über 7. Die Komorbiditäten verbesserten sich in beiden Studien signifikant [DISSE, et al., 2014].

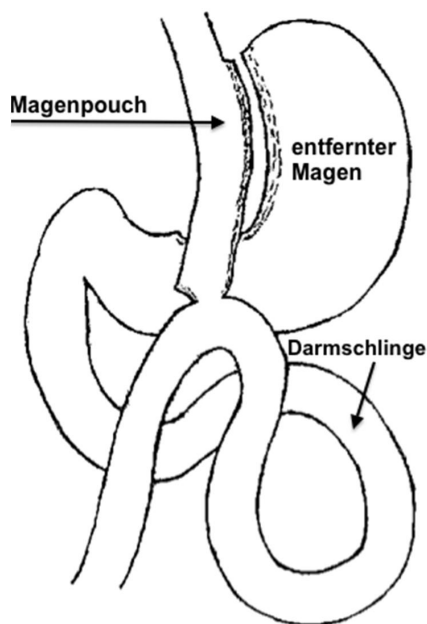


Abbildung 2.3: Mini-Magenbypass [RUTLEDGE, 2001]

2.3 Zuckerstoffwechsel

Die relevantesten Kohlenhydrate, die mit der Nahrung zugeführt werden, bestehen aus Hexosen, wie Saccharose, Laktose, Galaktose und Maltose, aber auch Pentosen, wie Xylose oder Arabinose [ROSENSWEIG AND HERMAN, 1968].

Die Verdauung beginnt bereits im Mund mit der im Speichel enthaltenen α -Amylase Ptyalin. Diese hydrolysiert die α -1,4-glykosidischen Bindungen der Stärke und verwandelt sie in Maltose [HAURI, et al., 1994].

Die weitere Aufspaltung passiert im Dünndarm durch die pankreatische Amylase Amylopsin. Durch diese werden 60% der Stärken verdaut. Für die Zerlegung von Laktose, Saccharose und Maltose dienen die Enzyme des Dünndarmepithels, Laktase, Sucrase und Maltase [MAC DONAL, et al., 2008].

Pentosen, wie Xylulose, Arabinose, Ribose und Ribulose können ohne Abbau direkt diffundieren. Die Absorption von sechswertigen Kohlenhydraten erfolgt entweder aktiv oder passiv [DASHTY, 2013].

Bei der passiven Diffusion werden die Kohlenhydrate im Dünndarmepithel zu Glukose- und Galaktose-6-phosphat phosphoryliert, wodurch ein vereinfachter Transport im Blutkreislauf möglich ist. Diese werden anschließend dephosphoryliert und können in die Leber aufgenommen werden.

Die aktive Aufnahme in die Enterozyten erfolgt über Carrierproteine mit Hilfe einer Natrium/Kalium-Pumpe [STEVENS, et al., 1984].

Galaktose und Fruktose werden in der Leber zu Glukose umgewandelt. Glukose ist ein wichtiger Faktor im Stoffwechsel zur Erhaltung des Blutzuckers bei Hypoglykämien, als Energielieferant von peripheren Geweben, als Energiespeicher in Leber und Skelettmuskel in Form von Glykogen und im Fettgewebe nach der Umwandlung zu Triglyceriden [FAIRCHILD, et al., 2003; HESSMAN, 1975; MARIN, et al., 1992].

Für die Energie- beziehungsweise Adenosintriphosphatgewinnung für die Zellen wird Glukose im Körper oxidiert.

Bei der Glykolyse erfolgt eine anaerobe Oxidation, das heißt ohne Sauerstoff, im Cytoplasma. Die Reaktion stellt den Anfang des anabolen Stoffwechsels dar

Hintergrund

und wird durch Insulin stimuliert. Bei dieser unvollständigen Oxidation entsteht Pyruvat, das zu Laktat umgewandelt wird. Dieses wird anschließend in die Leber transportiert, wo über die Glukoneogenese erneut Glukose gebildet wird und somit wieder für die Glykolyse zur Verfügung steht. Dieser Prozess wird auch als Cori-Zyklus bezeichnet.

Der oxidative Weg verläuft über den Citrat-Zyklus in den Mitochondrien unter Einfluss von Sauerstoff. Dazu werden Pyruvate zu Guanosintriphosphat und über Acetyl-Coenzym A zu NADH_2 und FADH_2 abgebaut. NADH_2 und FADH_2 dienen als Coenzyme in der Atmungskette, wodurch Adenosintriphosphat (ATP) und somit chemische Energie gebildet werden kann. Bei der vollständigen Glukoseoxidation entstehen ausschließlich CO_2 und H_2O als Abfallprodukte.

Der aerobe Stoffwechsel ist neunzehn Mal effektiver als der anaerobe [DASHTY, 2013].

Um Kohlenhydrate im Körper zu speichern ist die Glykogenese notwendig. Insulin aktiviert dabei die Glykogensynthase für die Bildung des Speichermoleküls. Glykogen ist ein Polymer aus α -1,4- und α -1,6-glykosidischen Bindungen, das in den Zellen von Leber und Skelettmuskeln gespeichert werden kann. Besonders das Leberglykogen ist für die Aufrechterhaltung des Blutzuckerspiegels von Bedeutung um die Gewebe, zum Großteil das Gehirn, mit Energie zu versorgen. Das Muskelglykogen dient lediglich der Energiebereitstellung im Muskel [DILLARD, et al., 1983].

Der Prozess des Glykogenabbaus wird als Glykogenolyse bezeichnet und passiert in der Leber und der Niere. Während körperlicher Anstrengung stimuliert Adrenalin und während Hypoglykämien Glukagon den Prozess. Dies ist wichtig um den Blutzuckerspiegel aufrecht zu erhalten und so die Energiebereitstellung für die Zellen zu sichern [DASHTY, 2013].

2.3.1 Entstehung von Hypoglykämien

Hypoglykämien werden definiert als adrenerge und neuroglukopenische Symptome, die mit einem Blutglukosespiegel $\leq 50 \text{ mg/dL}$ ($2,8 \text{ mmol/L}$) in

Zusammenhang gebracht werden. Zu den Symptomen zählen verschwommenes Sehen, Stimmungsveränderungen, Schwindel, Benommenheit, Kribbeln, Schwitzen, Herzklopfen, Hunger, Schwäche, Zittern, Sprachschwierigkeiten bis hin zu Koma, Krämpfen, Verwirrtheit, Bewusstseinsverlust und Autounfällen. Eigentlich sind Hypoglykämien ein normales biologisches Phänomen, das nach Nüchternperioden entsteht. Die Whipple-Triade beschreibt die Hypoglykämie mit einem Blutzuckerspiegel ≤ 50 mg/dL und spontanen Symptomen, der eine Korrektur durch den Körper mit Hilfe von Glukagon und der Glykogenolyse folgt. Die Symptome verschwinden, wenn der Blutzuckerspiegel wieder normalisiert ist [RITZ AND HANAIRE, 2011].

Bei einer Kalorienrestriktion erlaubt die Hypoinsulinämie, dass Fett und Muskelmasse abgebaut werden um die Aminosäuren für die Speicher im Bauchraum bereitzustellen. Durch die Hypoglykämie auf Grund einer Kalorienrestriktion kann der Körper über die Glukoneogenese und Fettsäureoxidation die nötige Energie für die Vitalfunktionen herstellen. Eine Einsparung von Protein wird bei der Ketose erreicht. Der anfängliche Gewichtsverlust passiert durch den Wasserverlust beim Metabolismus des Leber- und Muskelglykogens. Der anschließende Gewichtsverlust erfolgt aufgrund des Muskel- und Fettabbaus, sofern der Körper die Homöostase Aufrecht erhalten kann. Wird hier zu wenig Protein zugeführt, kann ein Mangel entstehen, der durch zu geringes Albumin, Muskelschwund, Schwäche und Haarverlust gekennzeichnet ist. Werden zu viele Kohlenhydrate aufgenommen, kann der Körper die Fett- und Muskelmasse nicht abbauen [AILLS, et al., 2008].

2.3.2 Hypoglykämien nach Magen-Bypass-Operationen

Eine häufige Komplikation nach Magen-Bypass-Operationen ist das Dumping Syndrom, das durch ein zu schnelles Eintreffen des Nahrungsbolus in den Magen ausgelöst wird. Die frühe Form tritt etwa 10 bis 30 Minuten nach der Nahrungsaufnahme ein und löst vasomotorische und intestinale Symptome wie

Hintergrund

Bauchschmerzen, Diarrhoe, Darmgeräusche, Blähungen, Brechreiz, Hitzewallungen, Schwitzen, Tachykardie, Hypotonie und Herzklopfen aus.

Beim Spätdumpingsyndrom, das ein bis drei Stunden nach der Nahrungsaufnahme eintritt, treten Hypoglykämien ein und es entstehen Symptome, wie Schwitzen, Herzklopfen, Hunger, Müdigkeit, Verwirrtheit, Aggression, Ohnmacht und Zittern [LAURENIUS, et al., 2013; RITZ AND HANAIRE, 2011]. Besonders einfache Kohlenhydrate, fettiges Essen, niedrigkalorische Mahlzeiten mit einem Getränk und Getränke früher als eine halbe Stunde nach dem Essen verstärken das Auftreten eines Dumping Syndroms [LANNOO AND DILLEMANS, 2014]. Durch eine Magenbypass-Operation kommt es zu früheren und erhöhten Blutzuckerwerten, aber auch niedrigeren Tiefpunkten der Glukoselevels nach der Nahrungsaufnahme. Außerdem werden Insulin und GLP-1 verstärkt und früher nach den Mahlzeiten ausgeschüttet, da Nährstoffe beziehungsweise Glukose schneller vom Restmagen in den Dünndarm und somit in den Bauchraum aufgenommen werden. Ein sehr schwerwiegendes Symptom des Dumping Syndroms ist die postprandiale hyperinsulinämische Hypoglykämie, die bei einer kleinen Anzahl von PatientInnen auftritt. Die genaue Pathophysiologie ist bislang unbekannt, jedoch glaubt man, dass der rapide Anstieg von GLP-1 und Insulin eine entscheidende Rolle spielt. Eine verstärkte Beta-Zell-Sensitivität auf GLP-1 wird mit den niedrigen postprandialen Blutglukosewerten assoziiert. Diese Form der Hypoglykämie tritt ein bis fünf Jahre nach dem Eingriff auf, im Durchschnitt nach $22,5 \pm 5,3$ Monaten [BOTROS, et al., 2014; SALEHI, et al., 2014a].

In der BOLD Studie geben 0,1 % der PatientInnen mit einem Roux-en-Y-Bypass an unter Hypoglykämien zu leiden. Beim Magenband sind es 0,01 % und bei der Sleeve-Gastrektomie 0,02 % der Operierten, die angeben Unterzuckerungen zu haben. Es konnte kein Zusammenhang zwischen Alter, Geschlecht, Lebensstatus, Gewicht vor und nach der Operation gefunden werden [SARWAR, et al., 2014a].

Um die Symptome des Dumping Syndroms zu verringern, geben in einer Studie von Laurenus et al. 73,8 % der PatientInnen an bestimmte Lebensmittel zu

vermeiden. Dabei werden von 54,8 % Fettiges, von 36,3 % zuckerreiche Lebensmittel, von 33,3 % süße Getränke und von 32,5 % Milch und Milchprodukte gemieden [LAURENIUS, et al., 2013].

Etwa 33 % der PatientInnen entwickeln nach einer Glukoseaufnahme von 75 g eine Hypoglykämie, jedoch viele ohne Symptome. Die Prävalenz von Hypoglykämien mit schweren Symptomen ist nach Magen-Bypass-Operationen sehr gering mit einer Zahl zwischen 0,36 bis 1% [RITZ AND HANAIRE, 2011].

Diese Zuckermenge wird allerdings im Normalfall selten auf einmal zugeführt. Sie wäre in etwa einem dreiviertel Liter Coca Cola® enthalten [COCA-COLA, 2008]

2.3.2.1 Metabolische Veränderungen

Nach einer Magenbypass-Operation liegen die Blutglukosewerte und Insulinkonzentrationen in Fastenperioden unter den Werten einer Vergleichsgruppe. Dies erklärt die verbesserte Insulinsensitivität durch den Gewichtsverlust [RITZ AND HANAIRE, 2011].

Als eine der metabolischen Veränderungen wird oftmals ein starker Anstieg des GLP-1 als Antwort auf eine Glukoseladung beschrieben. Außerdem wird eine abnormale Hyperinsulinämie beschrieben. Möglicherweise ist die Betazell- und Insulinantwort nach einer Magen-Bypass-Operation beeinträchtigt. Weiters kann eine Hypoglykämie auch durch eine veränderte Insulinsensitivität ausgelöst werden. Vermutlich liegen Betazellhyperplasien, -hyperfunktion und Nesidioblastose dem Problem zugrunde [RITZ AND HANAIRE, 2011].

2.3.2.2 Ernährungstherapie

Bisher konnte keine Therapie der Hypoglykämien mit starker Evidenz festgelegt werden, jedoch steht an erster Stelle der Empfehlungen immer die Ernährungstherapie. Durch eine niedrigglykämische Kost soll das Auftreten von Hypoglykämien verhindert werden.

Hintergrund

Die Aufnahme von fünf bis sechs kleineren Mahlzeiten über den Tag verteilt, das Vermeiden von Kohlenhydraten mit hohem glykämischen Index und Zubereitungsarten, die den glykämischen Index nicht erhöhen werden empfohlen. Außerdem soll die Mahlzeit in einer ruhigen Umgebung und mit ausreichend Zeit zum Kauen eingenommen werden [DE HEIDE, et al., 2012; JENKINS, et al., 1981; MECHANICK, et al., 2013; PATTI AND GOLDFINE, 2014; RITZ AND HANAIRE, 2011]

In einer kürzlich durchgeführten Studie wurde der Einfluss von Kohlenhydratrestriktion auf die Blutglukosespiegel von 11 Frauen und 3 Männern nach Roux-en-Y-Operationen untersucht. Beim Mixed-Meal-Test sind keine Hypoglykämien aufgetreten. Auch bei einem weiteren Test mit einem Supplement mit langsam verdaubaren Kohlenhydraten konnte kein unterschrittener Grenzwert verzeichnet werden, jedoch war im Vergleich zu dem gemischten Essen eine viel stärkere Insulinantwort vorhanden. Die Studie konnte zeigen, dass eine maximale Kohlenhydratzufuhr von 30 g pro Mahlzeit keine Hypoglykämie auslöste. Daraus könnte man den Schluss ziehen, dass diese Kohlenhydratrestriktion mit einer Proteinzufuhr von 1-1,5 g/kg ideales Körpergewicht aufgeteilt auf 5-6 kleine Mahlzeiten eine geeignete Ernährungsempfehlung bei hyperinsulinämischen Hypoglykämien ist. Dabei muss beachtet werden, dass möglichst wenig einfache Kohlenhydrate zugeführt werden, da diese sehr schnell aufgenommen werden und dadurch eine verstärkte Insulinantwort hervorrufen, die zu Hypoglykämie führen kann [BOTROS, et al., 2014].

Diese Empfehlungen zur Eiweißzufuhr und Mahlzeitenhäufigkeit werden auch von den AACE/TOS/ASMBS Leitlinien unterstützt. Außerdem empfehlen sie fünf Portionen frisches Obst und Gemüse pro Tag, sowie die Elimination von konzentriert zuckerreichen Lebensmitteln zur Prävention von Hypoglykämien [MECHANICK, et al., 2013].

Weiters gilt, dass zur Vermeidung des Spätdumpings Getränke nur in Mindestabständen von 30 Minuten zu den Mahlzeiten konsumiert werden

sollen. Mindestens 1,5 bis 2 Liter energiefreie Flüssigkeit sollten pro Tag aufgenommen werden [HELLBARDT, 2014].

Die folgende Pyramide wurde entwickelt um eine langfristige Versorgung mit Nährstoffen sicherzustellen und den gewünschten Therapieerfolg zu erzielen (Abb. 2.4).

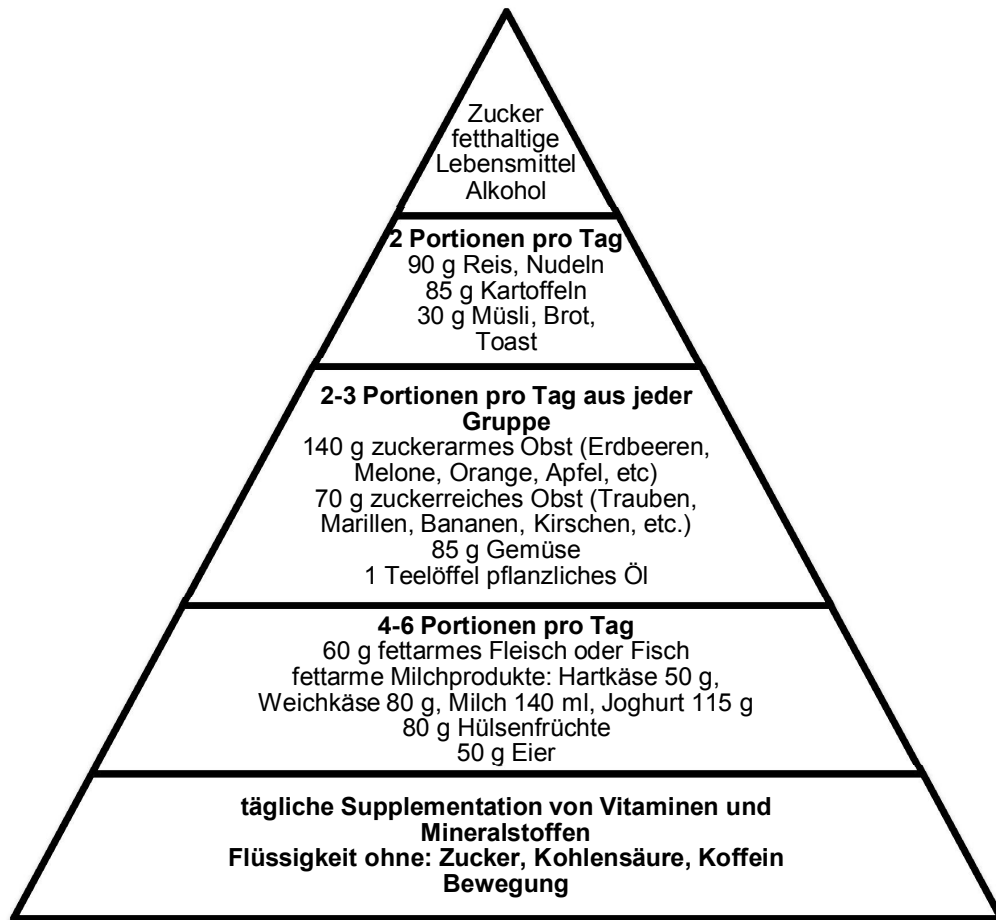


Abbildung 2.4: Ernährungspyramide für PatientInnen nach Magen-Bypass (modifiziert nach [MOIZE, et al., 2010])

Neben der Ernährungstherapie sollen auch medikamentöse Therapien Abhilfe gegen Unterzuckerungen schaffen. Beschrieben werden der Einsatz von Acarbose, das den schnellen Blutzuckeranstieg verhindert, Octreotide, die die Insulin- und Incretinsekretion reduziert, Diazoxide und

Hintergrund

Calciumkanalantagonisten, die die Insulinsekretion herabsetzen und das Einsetzen eines Magenbandes um die Magenentleerung zu verzögern [PATTI AND GOLDFINE, 2014; VALDERAS, et al., 2012].

3 Methode

Die Masterarbeit beruht auf den Daten, die im Rahmen der Studie „Hypoglycemia after Roux-en-Y Gastric Bypass – Detection Rates of Continuous Glucose Monitoring (CGM) vs. Mixed Meal Test vs. Scheduled Glucometer Measurements“ erhoben wurden [KEFURT, et al., 2014]. Die Studie wurde von der Ethikkommission der medizinischen Universität Wien genehmigt.

3.1 Ziel dieser Masterarbeit

Ziel dieser Masterarbeit ist es herauszufinden, ob beziehungsweise welche Lebensmittel an der Entstehung von postprandialen Hypoglykämien beteiligt sind. Außerdem soll der Anteil an PatientInnen, die unter Hypoglykämien leiden bestimmt werden. Ein weiterer Aspekt sind die Auswirkungen von Nüchternphasen auf Hypoglykämien und der Zeitpunkt von Unterzuckern im Tagesverlauf. Weiters wird geprüft, ob der Fragebogen „Fragebogen zur Hypoglykämie bei Zustand nach Magenbypass“ postprandiale Hypoglykämien erkennt.

3.2 Literatur

Für die Literaturrecherche wurden die Suchmaschinen Pubmed, Science Direct, sowie die Websites relevanter Journals verwendet. Außerdem dienten die Daten der WHO, des österreichischen Ernährungsberichts und der Statistik Austria für die Ermittlung der aktuellen Prävalenzzahlen.

Die Suchbegriffe waren: obesity/ Adipositas, overweight/ Übergewicht, obesity prevention/ Adipositasprävention, bariatric surgery/ bariatrische Chirurgie, metabolic surgery/ metabolische Chirurgie, therapy of obesity/ Adipositastherapie, hyperinsulinemic hypoglycemia/ hyperinsulinämische Hypoglykämie, hypoglycemia/ Hypoglykämie, prevalence of obesity/ Adipositasprävalenz.

Methoden

Für den Überblick über den aktuellen Stand der Wissenschaft wurden ausschließlich Papers, die in Deutsch oder Englisch verfasst wurden verwendet. Dabei wurde darauf geachtet, dass diese bei aktuellen Themen nicht älter als drei Jahre sind. Jedoch wurden bei besonders relevanten Daten oder Erkenntnissen, die nicht revidiert wurden, auch ältere Quellen verwendet.

3.3 Rekrutierung

Für diese Masterarbeit wurden 54 PatientInnen rekrutiert, die sich zwischen 2005 und 2012 einer bariatrischen Operation (laparoskopischer Roux-en-Y Magenbypass) unterzogen haben. Hierfür wurden PatientInnen bei der ambulanten Nachsorgekontrolle im Allgemeinen Krankenhaus der Stadt Wien gefragt, ob sie an der Studie teilnehmen wollen. Dabei wurde nicht beachtet, ob bei den PatientInnen bereits Hypoglykämien festgestellt oder behandelt wurden. Die Personen wurden am Beginn genau über die Studie mündlich aufgeklärt und erhielten zudem eine schriftliche PatientInneninformation. Außerdem wurde von allen PatientInnen eine Einverständniserklärung eingeholt, die die freiwillige Teilnahme, das Verständnis über den Ablauf der Studie und der Rechte der TeilnehmerInnen bestätigt. Die folgende Tabelle gibt einen Überblick über die Ein- und Ausschlusskriterien für diese Masterarbeit.

Tabelle 3.1: Ein- und Ausschlusskriterien der Masterarbeit

Einschlusskriterien	Ausschlusskriterien
Roux-en-Y Magenbypass	andere Operationsmethode
zwischen 18 und 75 Jahren	<18 bzw. >75 Jahre
beide Geschlechter	keine Einwilligungsfähigkeit

3.4 Studienablauf

Die folgende Tabelle stellt den Zeitplan der Datenerhebung der Studie dar (Tab. 3.2). Die hier angeführte Blutabnahme war für diese Masterarbeit nicht relevant, weshalb im Folgenden auch nicht näher darauf eingegangen wird.

Tabelle 3.2: Ablauf der Datenerhebung der Studie

Zeitplan	Datenerhebung
Tag 1	Blutabnahme
	Gewichtskontrolle
	Ausfüllen des Fragebogens „Fragebogen zur Hypoglykämie bei Zustand nach Magenbypass“
	Einschulung auf das kontinuierliche Blutzuckermessgerät iPro-2 [®] (Medtronic Inc.) und Fingerstichmethode durch Contour TS [®] (Bayer Inc.)
	Setzen des iPro-2 [®]
	Aushändigen eines Ernährungsprotokolls
Tag 6	Blutabnahme
	Entfernen des iPro-2 [®] (Medtronic Inc.)
	Mixed Meal Tolerance Test
	Erhalt des Ernährungsprotokolls

Methoden

Für die Anonymisierung der PatientInnen wurden diese kodiert. Jegliche Erfassung der Erkenntnisse und Ergebnisse in Datenbanken wurde mit Hilfe dieser Kodierung vorgenommen.

3.5 Untersuchungsparameter

Nachstehend werden die Untersuchungsparameter der Studie dargestellt, die für die Masterarbeit von Bedeutung waren (Tab. 3.3).

Der BMI vor der Operation und zum Zeitpunkt der Datenerhebung wurde mittels der oben genannten Formel berechnet (Formel 1).

Tabelle 3.3: Übersicht über die Untersuchungsparameter

Anthropometrie	Körpergewicht Körpergröße BMI
Ernährungsanamnese	Ernährungsschätzprotokoll
Einschätzung der Hypoglykämien	Fragebogen zur Hypoglykämie bei Zustand nach Magenbypass
Blutzucker	kontinuierliche Messung mittels iPro-2® (Medtronic Inc.) Messung mittels Fingerstich durch Contour TS® (Bayer Inc.)

3.6 Fragebogen

Der „Fragebogen zur Hypoglykämie bei Zustand nach Magenbypass“ wurde zur Selbsteinschätzung des Risikos einer Hypoglykämie nach einer Magenbypass-Operation erstellt und wurde bislang nicht validiert. Er beinhaltet elf Fragen über das Befinden der PatientInnen nach den Mahlzeiten, die von den StudienteilnehmerInnen selbstständig beantwortet werden. Außerdem klärt eine weitere Frage, ob bereits eine Hypoglykämie festgestellt oder behandelt wurde. Die Einschätzung erfolgt auf einer Skala von 1-10 (1 trifft nicht zu, 5 trifft manchmal zu, 10 trifft zu). Außer zwei Fragen, die drei Antwortkategorien zur Auswahl haben. Das Ergebnis wird in vier Risikogruppen unterteilt, hohes Risiko (75–101 Punkte), mittleres Risiko (50–74 Punkte), geringes Risiko (25–49 Punkte) und sehr geringes Risiko (12–24 Punkte). Bei der Aushändigung wurde nicht beachtet, ob die PatientInnen bereits diagnostizierte Hypoglykämien hatten.

Die Ergebnisse des Fragebogens wurden mit den Ergebnissen für auftretende Hypoglykämien der verschiedenen Messmethoden verglichen. Dies diente dem Vergleich der Selbsteinschätzung und der tatsächlich aufgetretenen Hypoglykämieereignisse.

3.7 Kontinuierliche Blutzuckermessung (CGM)

Für die Kontrolle des Blutzuckerspiegels wurde eine fünftägige kontinuierliche Messung mittels iPro-2® (Medtronic Inc.) durchgeführt. Dieser wurde für die Blutzuckerkontrolle von Diabetikern entwickelt. Als Grenzwert für eine Hypoglykämie wurden ≤ 55 mg/dl (= 3,5 mmol/L) Gewebsglukose festgelegt.

Die PatientInnen bekamen eine genaue Einführung in die Bedienung des Messgeräts. Außerdem waren sie dazu angehalten in dieser Zeit ihre Essgewohnheiten beizubehalten um möglichst realitätsnahe Ergebnisse zu erzielen. Für die Messung wurde der Sensor im rechten unteren Bauchraum laut den Anweisungen des Herstellers im Krankenhaus platziert.

Method

Die Kalibration des iPro-2® erfolgte durch Messungen mittels Fingerstich (mindestens vier pro Tag). Mindestens drei Messung sind notwendig um das Gerät ausreichend kalibrieren zu können, da durch den Vergleich der Sensor-Glukosewerte mit den Blutzuckermesswerten die Genauigkeit der vom System gemessenen Werte beurteilt wird. Die Blutzuckermesswerte werden jenen Sensorwerten zugeordnet, der vom Kalibrierungsalgorithmus zu diesem Zeitpunkt errechnet wurde. Es werden nur Blutzuckermesswerte zwischen 40 und 400mg/dl für die Kalibrierung verwendet. Wegen diesen technischen Einschränkungen wurden Glukosewerte unter 40mg/dl (2,22mmol/L) als 40mg/dl angenommen.

Weiters beurteilt das Gerät die Genauigkeit der Messungen durch die Schwankungsbreite der Blutzuckermesswerte. Liegt diese über 100mg/dl, so gilt ein Grenzwert von 28,0 und unter 100mg/dl 18,0 als optimaler Wert für die Exaktheit der Messungen. Außerdem wird für die Beurteilung auch die Korrelation miteinbezogen. Ein Wert von 0,79 oder höher wird als optimal angesehen. Beträgt die Schwankungsbreite der Blutzuckermesswerte unter 100mg/dl an einem Tag oder liegen weniger als drei Messungen vor, so wird die Korrelation nicht für die Beurteilung der optimalen Genauigkeit herangezogen.

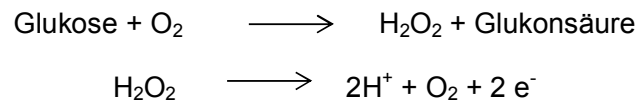
Eine weitere Information über die Messwerte erhält man durch die Area under the Curve (AUC), die Aufschluss über Glukosewerte außerhalb des Zielbereichs gibt. Dazu gibt es pro Tag zwei Werte, einen über dem Grenzwert für hyperglykämische Ereignisse und einen unter dem Grenzwert für hypoglykämische Abweichungen im Tagesverlauf. Die Berechnung basiert auf dem definierten Grenzwert für Hypoglykämien und ist der Durchschnitt der Differenzen zum Grenzwert.

Der iPro-2® tätigt alle fünf Minuten eine Messung, die die Darstellung einer kontinuierlichen Gewebszuckerkurve über den gesamten Tag ermöglicht [MEDTRONIC, 2010]. Er misst nicht wie Messgeräte mit Fingerstich-Methode den Blutzucker im Kapillarblut, sondern den Zucker im Unterhautfettgewebe. Da der

Zucker erst etwa eine halbe Stunde später im Gewebe, als im Blut ist, muss bei der Auswertung auf die Zeitverzögerung geachtet werden.

Die Glukose aus dem Interstitium gelangt durch eine semipermeable Membran in das Gerät und trifft auf das Enzym Glukoseoxidase. Dadurch erfolgt die Reaktion in Glukonsäure und Wasserstoffperoxid (*Formel2*).

Formel 2: chemische Reaktion im iPro2®



Durch Anlegen einer Spannung erfolgt die zweite chemische Reaktion, die für die Messung des Stromflusses notwendig ist. Dieser kann dann durch die Kalibrierung mit Blutzuckerwerten in Glukosewerte umgerechnet werden.

Die Auswertung der erhobenen Daten erfolgte mittels Carelink iPro (Medtronic Inc.) und wurde mit den Werten der Fingerstich-Methode kalibriert.

3.8 Blutzuckermessung mittels Fingerstich-Methode

Für die Kalibration des iPro-2® wurden täglich 4 Messwerte mittels Fingerstich erhoben. Dazu wurde ein Contour TS® (Bayer Inc.) verwendet. Die Daten wurden vor dem Frühstück, vor dem Mittagessen, vor dem Abendessen und vor dem Schlafengehen von den PatientInnen eigenständig ermittelt.

Der Contour TS® (Bayer Inc.) beruht auf einem elektrochemischen beziehungsweise enzymatischen (GDH-FAD) Messprinzip, das unempfindlich gegenüber Sauerstoff ist. Außerdem befindet sich auf dem Teststreifen eine Elektrode, die den Hämatokrit bestimmt, wodurch eine kompensierte Blutglukosemessung möglich ist. Für die Messung benötigt er 0,6µl kapillares Vollblut, das aus einer der Fingerkuppen entnommen wird. Der Messbereich liegt zwischen 10 und 600mg/dl Blutglukose [BAYER, 2013; FRANK, et al., 2011].

3.9 Ernährungsprotokolle

Die Ernährungsprotokolle wurden während der 5-tägigen Phase der kontinuierlichen Blutzuckermessungen erhoben. Dies war für die Vergleichbarkeit der verzehrten Lebensmittel und deren Einfluss auf die Blutzuckerwerte entscheidend.

Die PatientInnen wurden informiert wie ein Ernährungsschätzprotokoll zu führen ist und die mitgegebene Vorlage enthielt zusätzlich eine Anleitung.

Das Schätzprotokoll war mit allen verzehrten Speisen und Getränken selbstständig zu führen. Dafür wurden die Lebensmittel in haushaltsüblichen Mengen (Schöpfer, Teller, Löffel, etc.) geschätzt. Für diese Methode ist eine hohe Kooperationsbereitschaft notwendig, da ansonsten konsumierte Lebensmittel leicht vergessen werden können. Außerdem können sich durch die Aufzeichnung die Ernährungsgewohnheiten verändern und dies zu verfälschten Ergebnissen führen [BLACK AND COLE, 2001; GORIS, et al., 2000; KRISTJANSDOTTIR, et al., 2005; QUESADA, et al., 2014; REBRO, et al., 1998; THOMPSON AND SUBAR, 2013].

Die Protokolle wurden mittels nut.s® (dato Denkwerkzeuge Inc.), einem Programm zur Nährwertberechnung ausgewertet. Erfasst wurden dabei die aufgenommene Energie-, Kohlenhydrat-, Eiweiß-, Fett-, Ballaststoff-, Zuckermenge (Mono- und Disaccharide gemeinsam berechnet). Die Zuckermenge aus Mono- und Disacchariden wird im Folgenden als Saccharide bezeichnet. Die Software beruht auf dem Bundeslebensmittelschlüssel (BLS 3.01) und wurde in der Version v1.32.03 verwendet. Um die Fehlerwahrscheinlichkeit zu minimieren, wurden die Ernährungsprotokolle ausschließlich von einer Person (Catherina Prüser) in das System eingegeben.

Für die anschließende Auswertung wurden die kohlenhydrathaltigen Lebensmittel nach ihren Hauptbestandteilen in unterschiedliche Lebensmittelkategorien eingeteilt. Jene fünfzehn Kategorien, die mit einer Hypoglykämie assoziiert wurden und Kohlenhydrate in Form von Stärke oder Zucker, Alkohol oder Koffein enthielten, wurden für die Auswertung als

Triggerlebensmittel verwendet. In der Tabelle 3.4 wurde die Zuordnung der Lebensmittel zu den Lebensmittelkategorien anhand von Beispielen dargestellt.

Um die Lebensmittelkategorien mit Hypoglykämien assoziieren zu können, wurden die Hypoglykämieereignisse jenen Mahlzeiten zugeordnet, die 0,75 bis 4 Stunden zuvor verzehrt wurden. Als Nüchternphasen wurden Zeitspannen definiert in denen länger als vier Stunden kein Lebensmittel verzehrt wurde. Hypoglykämien, die keiner Mahlzeit zugeordnet werden konnten, wurden entweder in Assoziation mit einer Nüchternphase gesetzt oder bei fehlenden Daten als Hypoglykämie ohne Assoziation gewertet.

Um eine Reihung der Lebensmittelkategorien und der Stärke der Hypoglykämieassoziation vornehmen zu können, wurde der Anteil der Häufigkeit, die eine Lebensmittelkategorie mit einer Hypoglykämie in Verbindung gebracht wurde, an der gesamten Häufigkeit, die eine Lebensmittelkategorie gegessen wurde, berechnet.

Für den Vergleich des Ernährungsverhaltens wurden die Daten den empfohlenen Mengen für die Aufnahme von normalgewichtigen Personen mit einem Physical Activity Level (PAL) von 1,4 für ausschließlich sitzende Tätigkeit mit wenig oder keiner anstrengenden Freizeitaktivität, wie beispielsweise bei Büroangestellten, gegenübergestellt [DACH, 2013]. Um Underreporting auszuschließen wurde die individuelle Energiezufuhr der für die Altersgruppe entsprechenden Energiesollmenge gegenübergestellt.

$$\% = \frac{\text{Energiezufuhr [kcal]}}{\text{Energiesollmenge [kcal]}} \times 100$$

Formel 3: prozentueller Anteil der Energiezufuhr an der Energiesollmenge laut DACH-Referenzwerten

Jene PatientInnen, die gewichtsstabil waren (<5% Gewichtszunahme vom niedrigsten Gewicht nach der Operation) und in einem Bereich zwischen 90-110% der Energiesollmenge lagen wurden bei den Auswertungen ausgeschlossen.

Methoden

Die Einteilung der Altersgruppen erfolgte angelehnt an jene der DACH-Referenzwerte. Alle Referenzwerte wurden individuell dem entsprechenden Alter zugeordnet [DACH, 2013]. Die Einteilung der Altersgruppen erfolgte in unter 51 Jahre und ab 51 Jahre. Außerdem wurden die Ergebnisse mit den Empfehlungen für das Ernährungsverhalten nach bariatrischen Operationen aus verschiedenen Leitlinien verglichen [AILLS, et al.; AILLS, et al., 2008; MECHANICK, et al., 2013]. Weiters wurden Leitlinien für Adipositas verwendet für die Empfehlungen zur Gewichtsreduktion [BERG, 2014; NHLBI, et al., 2000; ÖAG, 2004]. Dabei ist zu beachten, dass die DACH-Referenzwerte als Empfehlung für jene angenommen wurden, die das Gewicht halten sollten, die Leitlinien nach bariatrischen Operationen für alle PatientInnen und die Empfehlungen zur Gewichtsreduktion für diejenigen die zum Zeitpunkt der Datenerhebung noch weiter an Gewicht verlieren sollten oder erneut Gewicht zugenommen haben.

Als erneute Gewichtszunahme wurde ein Wert von über 5% des niedrigsten Gewichts nach der Operation gewertet. Weiters wurden die PatientInnen in vier Gewichtsklassen eingeteilt um die Unterschiede dieser Gruppen ermitteln zu können. Eine Gruppe war unter 5% Gewichtszunahme, eine zwischen 5-10%, eine zwischen 10-25% und eine über 25%. 25% als obere Grenze wurden gewählt, da nach bariatrischen Operationen eine erneute Gewichtszunahme bis zu 25% über 10 Jahre auftreten kann [HEBER, et al., 2010; JOHNSON STOKLOSSA AND ATWAL, 2013]

Für den Vergleich des Ernährungsverhaltens zwischen PatientInnen mit und ohne Hypoglykämien wurden die Ergebnisse gegenübergestellt bei allen drei Messmethoden gemeinsam betrachtet, bei jeder Messmethode einzeln und bei den gemessenen Hypoglykämien während des Untersuchungszeitraums von CGM, BZM und Ernährungsprotokollen.

Zusätzlich wurde die Häufigkeit, der mittels iPro2® und Contour TS® gemessenen Hypoglykämien, in Gruppen aufgeteilt und die Unterschiede untersucht. Die vier Gruppen wurden definiert in keine Hypoglykämien, eine Hypoglykämie, 2-4 Hypoglykämien und 5-10 Hypoglykämien.

Tabelle 3.4: Zuordnung der Lebensmittel zu den Lebensmittelkategorien

Lebensmittelkategorie	Zugeordnete Lebensmittel
Alkohol	Bier, Wein, Schaumwein, Schnaps, Rum, Weinbrand
Alkohol + Saccharide	Bier mit Limonade, zuckerhaltige Cocktails, Liköre, Punsch, etc.
Koffein	Kaffee, Kaffee mit Milch, Cola light, Energydrinks mit Süßstoffen, etc.
Koffein + Saccharose	Kaffee mit (Milch und) Zucker, Cola, Energydrinks, Schwarztee mit Zucker, Eiskaffee, etc.
Protein + Saccharose	gezuckerte Milchprodukte, Schaumzuckerwaren, etc.
Stärke + Ballaststoffe	Gebäck mit Kleie, Vollkornschrot oder Vollkornmehl, Vollkornbrot, Vollreis, Müsli, Mais, Vollkorngetreide, Reis mit Gemüse, Gemüsesuppe mit Teigwaren, etc.
Stärke + Ballaststoffe + Fett	gebackenes Gemüse, Frühlingsrollen, Getreide-/ Kartoffelsuppe mit Gemüse, Gemüselasagne, Gemüsepizza, etc.
Stärke+Fett	Backerbsen, Blätterteig, Bratkartoffeln, gebackener Käse, Chips, Croissants, Knabbergebäck, Käsespätzle, Kartoffelgratin, Pommes frites, Brot mit Käse >50 % F.i.T., etc.

Methoden

Lebensmittelkategorie	Zugeordnete Lebensmittel
Stärke + Fett + Protein + Ballaststoffe	Kebab, Wraps, Pizza mit Wurst, Käse und Gemüse, Spaghetti Bolognese, etc.
Stärke + Fett + Saccharose	Kuchen, Krapfen, Plundergebäck, Schnitten, Torten, Striezel, gefüllte Waffeln, Pudding, Fruchtknödel, Eis in Waffel, etc.
stärkereich	Gebäck aus Weißmehl, Teigwaren, Gnocchi, Mischbrot, Kartoffeln, Reis-/Maiswaffeln, Knödel etc.
saccharid- und ballaststoffreich	Obst frisch, gekocht, getrocknet
Saccharose + Fett	Schokolade, Eis, Pralinen, etc.
saccharidreich	Fruchtsaft, Limonaden, Früchtetee mit Zucker, Bonbons, Honig, Marmelade, Sorbet, Wassereis, Traubenzucker, Zucker, etc.

3.10 Mixed Meal Tolerance Test (MMT)

Für den MMT wurde ein allin® Kaffee (250 kcal; 7,2 g Fett; 28,4 g Kohlenhydrate; 3,8 g Ballaststoffe, 16 g Eiweiß) getrunken. Für die Blutzuckermessung wurde ein intravenöser Zugang gelegt um den PatientInnen eine möglichst angenehme Untersuchung zu ermöglichen. Zehn Minuten vorher wurde bereits der erste Blutzuckerwert im venösen Blut bestimmt, der als Nüchternblutzuckerwert diente. Anschließend wurde innerhalb der ersten Minute nach dem Trinken und dann nach 15, 30, 60, 90 und 120 Minuten der Zuckerwert gemessen. Als Hypoglykämie wurde auch hier ein Wert ≤ 55 mg/dl festgelegt.

3.11 Statistik

Für die statistische Analyse der gewonnenen Daten wurde das Programm IBM® SPSS® Statistics für Mac, Version 22 (IBM Corp., Armonk, NY, U.S.) verwendet. Außerdem wurden die Daten mit Microsoft Excel® für Mac 2011 in der Version 14.3.8 aufbereitet.

Die Daten wurden durch eine deskriptive Analyse und schließende Statistik, univariat ausgewertet. Als Signifikanzniveau wurde ein $p < 0,05$ als statistisch signifikant angenommen.

Die Beschreibung der Daten erfolgte mittels Häufigkeiten oder Prozentsätzen, Mittelwerten, Standardabweichungen und Graphiken, wie Fehlerbalkendiagramm, Histogramm, etc.

Um die Normalverteilung der Daten bestimmen zu können wurde ein Kolmogorov-Smirnov-Test durchgeführt, sowie Histogramme erstellt.

Da die Daten größtenteils nicht normalverteilt waren, wurde für den Vergleich von früher und später erhobenen Daten ein Wilcoxon-Test oder für Unterschiede zwischen Frauen und Männern ein Mann-Whitney-U-Test durchgeführt.

Für die Auswertung des Fragebogens wurden die Häufigkeiten der Antworten in prozentuellen Anteilen der Gesamtantworten angegeben. Außerdem wurde die Gesamtpunktzahl den jeweiligen Auswertungsgruppen zugeordnet und die Anzahl an Personen in den Gruppen in Prozent angegeben. Für die Berechnung der Spezifität und Sensitivität wurde eine binär logistische Regression mit einem Trennwert von 0,78 durchgeführt. Die Spezifität beschreibt wie viele Gesunde tatsächlich als gesund erkannt werden und die Sensitivität wie viele Kranke als krank erfasst werden.

Um den Zusammenhang zwischen Hypoglykämien und den Lebensmittelkategorien zu erfassen wurden logistische Regressionen durchgeführt.

Für die Analyse der Glukosewerte und der Ernährungsprotokolle wurden Chi²-Tests durchgeführt. Die Odds Ratios wurden aus den Kreuztabellen für die Chi²-Tests errechnet und mit 95 % Konfidenzintervallen angegeben.

Method

Um die Unterschiede in den verschiedenen Gruppen zu bestimmen wurden einfaktorielle Varianzanalysen (ANOVA) durchgeführt, wobei hier Alter, BMI bei der Datenerhebung, Gewichtszunahme sowohl absolut als auch prozentuell und allgemeine Gewichtszunahme (ja/nein) beachtet wurden. Um die Varianzhomogenität auszuschließen wurde ein Levene-Test gemacht.

Um die Unterschiede innerhalb der Gruppen zu erfassen wurde ein Dunnett-T-Test als Post-hoc-Test durchgeführt.

Korrelationen wurden mittels Pearson-Korrelation ermittelt.

4 Resultate

4.1 Demographische Daten

Tabelle 4.1: Charakteristika der StudienteilnehmerInnen (N = 54)

Charakteristika					
	n	Mittelwert	Minimum	Maximum	Standard-abweichung
Alter [Jahre]	53	46,8	22,0	71,0	11,8
Zeit seit OP [Monate]	50	71,7	39	90	9,0
Ausgangsgewicht vor der OP [kg]	51	133,6	103,0	212,0	21,7
BMI vor der OP [kg/m ²]	51	47,9	38,3	77,9	7,5
Gewicht bei der Datenerhebung [kg]	50	92,5	58,8	165,0	22,5
BMI bei der Datenerhebung [kg/m ²]	49	32,9	22,3	53,3	6,4
Gewichtszunahme [kg]	23	11,8	5,4	25	5,0
Nüchtern glukose [mg/dl]	50	66	159	91,2	19,4

n...Anzahl an PatientInnen, kg...Kilogramm, OP...Operation, BMI...Body Mass Index

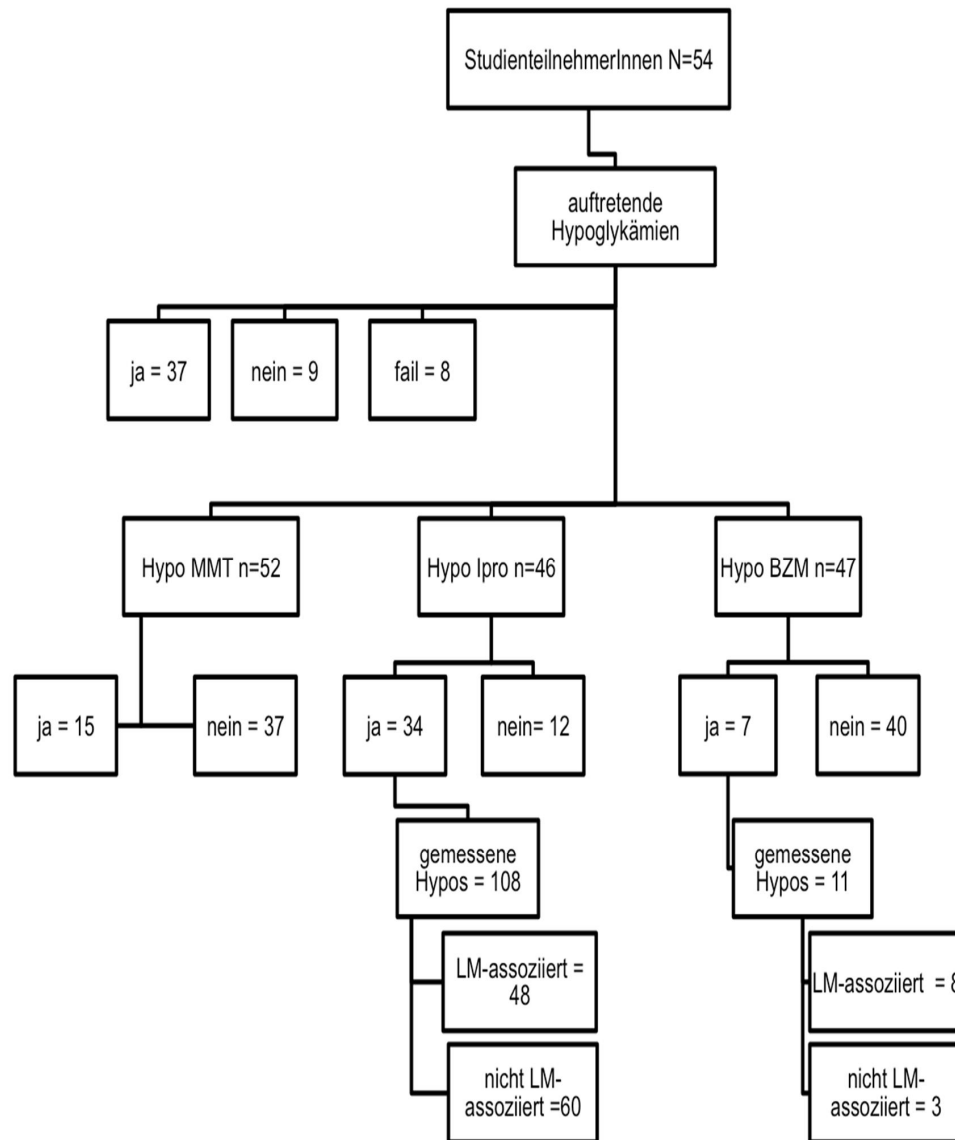
In Tabelle 4.1 wurden die Charakteristika der PatientInnen dargestellt. Die Mehrheit der teilnehmenden PatientInnen war weiblich (90,7%), nur fünf waren männlich. Die männlichen Studienteilnehmer hatten ein mittleres Körpergewicht von $157,8 \pm 10,7$ kg und die Frauen von $131,5 \pm 21,4$ kg vor der Operation. Männer hatten vor dem Eingriff im Durchschnitt einen BMI von $44,5 \pm 3,4$ kg/m² und Frauen von $48,2 \pm 7,8$ kg/m². Der maximale Gewichtsverlust nach der Operation

Resultate

lag im Mittel bei $46,5 \pm 17,3$ kg ($35,0 \pm 11,7\%$). Es gab keinen signifikanten Unterschied zwischen männlichen und weiblichen TeilnehmerInnen. Das Gewicht bei der Datenerhebung lag bei den Frauen bei $89,2 \pm 20,6$ kg und bei den Männern bei $130,1 \pm 5,0$ kg. Dies stellte einen signifikanten Unterschied zwischen den Geschlechtern dar ($p < 0,00$). 42,6% haben $>5\%$ ihres geringsten postoperativen Gewichts wieder zugenommen. Von diesen nahmen die Männer im Mittel $14,2 \pm 5,9$ kg ($12,2 \pm 5,1\%$ des niedrigsten Gewichts) und die Frauen $11,4 \pm 4,9$ kg ($15,3 \pm 10,3\%$) zu. Die Dauer von der Operation bis zum Erhebungszeitpunkt hatte keinen signifikanten Einfluss auf die Gewichtszunahme. Es gab auch keine Korrelation zwischen der prozentuellen Gewichtszunahme und der Häufigkeit der Hypoglykämien.

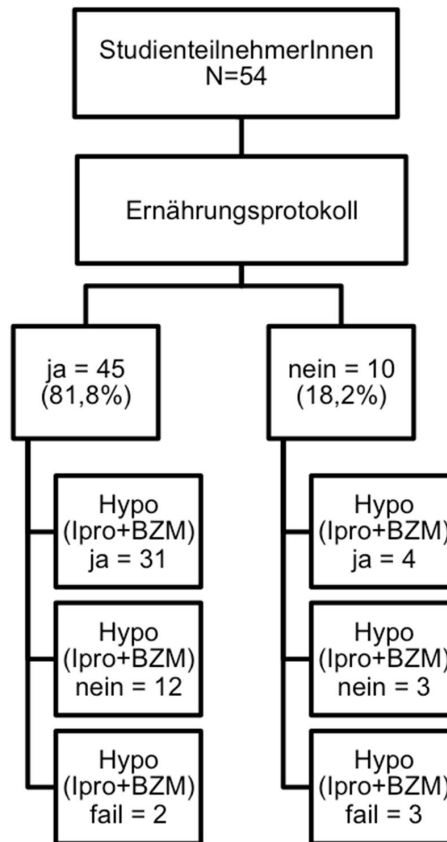
4.2 Hypoglykämien

Die StudienteilnehmerInnen für diese Studie wurden zwischen Dezember 2011 und Jänner 2014 rekrutiert. Dabei wurden ausschließlich PatientInnen ausgewählt, die sich einer Roux-en-Y-Bypass Operation unterzogen haben. Insgesamt wurden 54 PatientInnen ausgewählt, wovon 43 Personen eine gültige kontinuierliche Blutzuckermessung (CGM), eine Blutzuckermessung mittels Fingerstich (BZM) und ein Ernährungsprotokoll hatten (Abb. 4.2 & Abb. 4.3).



Hypo(s)...Hypoglykämie(n), BZM...Blutzuckermessung mittels Fingerstich, Ipro...kontinuierliche Blutzuckermessung, MMT...Mixed Meal Tolerance Test, LM...Lebensmittel

Abbildung 4.1: Hypoglykämien der Studienpopulation



Hypo(s)...Hypoglykämie(n), BZM...Blutzuckermessung mittels Fingerstich, Ipro...kontinuierliche Blutzuckermessung, MMT...Mixed Meal Tolerance Test, LM...Lebensmittel

Abbildung 4.2: Ernährungsprotokolle und Hypoglykämien

4.2.1 Fragebogen

Der Fragebogen zur Hypoglykämie nach Magenbypass wurde von 45 StudienteilnehmerInnen beantwortet.

In der *Abb.4.3* wurden die Ergebnisse des Fragebogens mit den gemessenen Hypoglykämien in den einzelnen Risikogruppen in Beziehung gesetzt.

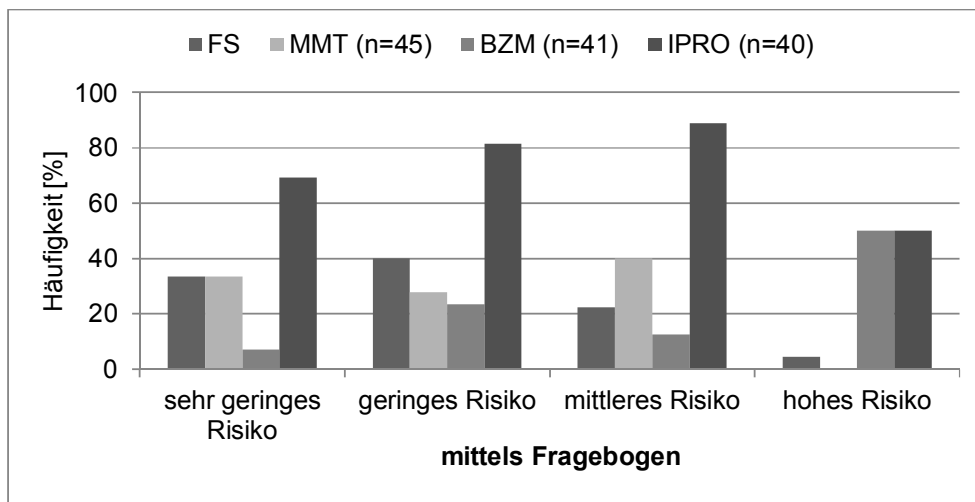
Von den beantworteten Fragebögen wiesen 33,3% der Personen ein sehr geringes Risiko auf eine Hypoglykämie zu entwickeln. Verglichen mit den gemessenen Hypoglykämien in dieser Gruppe zeigte der MMT, dass 33,3% eine Hypoglykämie hatten. Mittels BZM hatten lediglich 7,1% eine Unterzuckerung, allerdings hatten bei der Messung mit dem Ipro2® auch in dieser Gruppe 69,2% eine Hypoglykämie.

40% lagen im Bereich eines geringen Risikos einer Hypoglykämie. Die gemessenen Hypoglykämien beim MMT waren in dieser Gruppe etwas geringer als in der vorherigen Gruppe, jedoch bei der Messung mittels BZM wiesen hier 23,5% einen Blutzuckerwert ≤ 55 mg/dl auf. Die Messungen durch die CGM ergaben höherer Werte als in der Gruppe zuvor.

22,2% hatten ein mittleres Risiko, wovon 40% beim MMT eine Hypoglykämie hatten. Die CGM zeigte in dieser Risikogruppe 88,9% mit Hypoglykämien, was über den unteren Gruppen liegt.

4,4 % hatten ein hohes Risiko eine Hypoglykämie zu bekommen. Von diesen zwei Personen hatte eine einmal eine gemessene Hypoglykämie bei der BZM und CGM (*Abb. 4.3*).

Resultate



FS...Fragebogenscore, MMT...Mixed Meal Tolerance Test, BZM...Blutzuckermessung mittels Fingerstich, IPRO...kontinuierliche Glukosemessung

Abbildung 4.3: Fragebogenscore (n=45) verglichen mit der Häufigkeit der gemessenen Hypoglykämien in den Risikogruppen

Bei 7 der befragten Personen wurde bereits eine Hypoglykämie festgestellt oder behandelt. Bei allen dieser Personen wurde auch während der Studienphase eine Hypoglykämie gemessen, jedoch zeigte der Fragebogen bei sechs TeilnehmerInnen insgesamt nur ein geringes Risiko an und bei einer Person ein mittleres Risiko.

Unter häufiger Müdigkeit nach den Mahlzeiten litten 37,8% der befragten StudienteilnehmerInnen, jeweils 22,2 % waren manchmal oder selten müde.

Für die Berechnung der Spezifität und Sensitivität wurden jene Personen mit einem sehr geringen bis geringen Risiko in eine Gruppe mit geringer Wahrscheinlichkeit eine Hypoglykämie zu entwickeln und jene mit mittlerem beziehungsweise hohem Risiko wurden in die Gruppe mit hoher Wahrscheinlichkeit eingeteilt. Anschließend wurden die beiden Gruppen mit den Ergebnissen der gemessenen Glukosespiegel verglichen, woraus sich eine Sensitivität von 0% und eine Spezifität von 100% ergab. (Prävalenz in dieser Gruppe: 77,8%) Dies bedeutet, dass durch den Test das Risiko für eine Hypoglykämie nicht erkannt wird.

4.2.2 Hypoglykämien mit verschiedenen Messmethoden

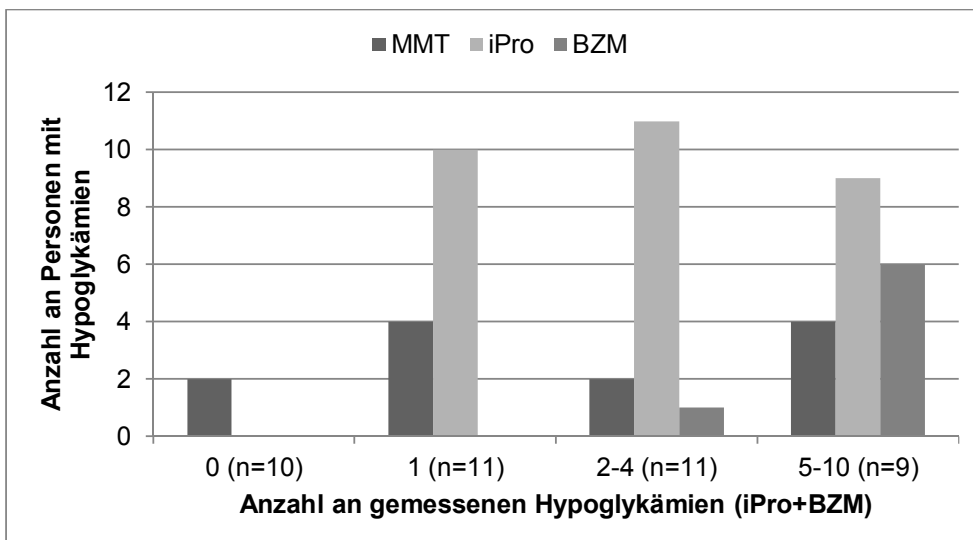
Von den 43 Personen, bei denen eine Hypoglykämie festgestellt wurde, hatten 31 Personen zumindest eine Hypoglykämie während des Untersuchungszeitraums. Im Rahmen der Studie hatten 68,5% der PatientInnen eine Hypoglykämie, wenn man alle drei Messmethoden gemeinsam betrachtet.

Beim Mixed Meal Tolerance Test hatten 28,8% eine Hypoglykämie zwischen der 60. und 180. Minute der Messung. Bei drei dieser Personen wurde weder bei der BZM, noch bei der CGM eine Hypoglykämie festgestellt. Der niedrigste Blutglukosewert während dieses Tests lag bei 38mg/dl (=2,1mmol/L).

Durch die CGM wurde bei 73,9% der StudienteilnehmerInnen mit einer gültigen Messung eine Hypoglykämie detektiert. Von den Messungen der Hypoglykämien wurden 40,9% zwischen 23:00 Uhr am Abend und 7:00 Uhr in der Früh aufgezeichnet.

47 PatientInnen hatten gültige Ergebnisse bei der Blutzuckermessung mittels Fingerstich. Allerdings wurde bei lediglich 7 (14,9%) ein Blutzuckerspiegel unter 55mg/dl verzeichnet. Bei 7 PatientInnen konnten wegen falscher Benutzung des Messgeräts keine Daten untersucht werden.

In der *Abb. 4.4* wurde die Anzahl an Personen mit ermittelten Hypoglykämien durch die verschiedenen Messmethoden der Gesamtanzahl in den Gruppen mit verschiedenen Hypoglykämiehäufigkeiten (gemessen mittels CGM oder BZM) gegenübergestellt, um die Messmethoden miteinander vergleichen zu können. In der Gruppe, in der durch CGM oder BZM keine PatientInnen mit Hypoglykämien ermittelt wurden, gab es zwei Personen bei denen während des MMT ein Blutzuckerwert unter 55mg/dl auftrat. In der Gruppe mit den häufigsten Hypoglykämien wurde auch bei fast der Hälfte beim MMT eine Unterzuckerung festgestellt und sechs dieser StudienteilnehmerInnen hatten auch bei der Blutzuckermessung mittels Fingerstich eine Hypoglykämie.



MMT...Mixed Meal Tolerance Test, iPro...kontinuierliche Glukosemessung,
BZM...Blutzuckermessung mittels Fingerstich

Abbildung 4.4: Vergleich der verschiedenen Messmethoden zur Ermittlung von Hypoglykämien (n=41)

Durchschnittlich hatten die PatientInnen, bei denen zu niedrige Blutzuckerwerte auftraten, $3,5 \pm 2,8$ Hypoglykämien (Glukose ≤ 55 mg/dl), welche mittels CGM oder BZM innerhalb des Untersuchungszeitraums ermittelt wurden. 10 PatientInnen hatten keine Hypoglykämien bei der Messung mittels CGM oder BZM, jeweils 11 Personen hatten eine beziehungsweise 2-4 und neun TeilnehmerInnen hatten zwischen 5 und 10 Hypoglykämieereignisse während des Untersuchungszeitraums.

4.2.3 Hypoglykämien und Zusammenhänge mit Ernährungsverhalten beziehungsweise Lebensmittelaufnahme und Gewichtsverlauf

Insgesamt wurden 119 Hypoglykämien bei 37 StudienteilnehmerInnen mittels CGM und BZM gemessen. Davon wurden 57 mit einem eine dreiviertel Stunde bis vier Stunden zuvor konsumierten Lebensmittel beziehungsweise einer Mahlzeit assoziiert. 32 Hypoglykämien wurden mit Nüchternphasen in Verbindung gebracht und zu den 30 Restlichen gab es keine Daten von Ernährungsprotokollen, wodurch keine Zusammenhänge mit Lebensmitteln oder Nüchterphasen hergestellt werden konnten.

In Tabelle 4.2 wurden Charakteristika der PatientInnen nach der mit CGM und BZM gemessenen Hypoglykämiehäufigkeit dargestellt.

Resultate

Tabelle 4.2: Charakteristika der StudienteilnehmerInnen nach Hypoglykämiehäufigkeit gemessen mit Fingerstichmethode und kontinuierlicher Glukosemessung

	Gemessene Hypoglykämien (BZM+CGM)										
	n	0/nein	p-Wert *	1	p-Wert † **	2-4	p-Wert **	5-10	p-Wert **	ja	p-Wert ***
Alter [Jahre]	40	48,8±10,9	0,96	47,7±11,2	0,99	46,4±11,4	0,92	46,7±9,6	0,95	46,9±10,5	0,63
Zeit seit OP [Monate]	37	76,9±5,6	0,25	70,4±7,0	0,34	69,6±14,5	0,22	68,5±5,0	0,18	69,6±10,0	0,04
Ausgangsgewicht vor der OP [kg]	38	143,5±35,6	0,31	123,2±14,7	0,16	131,2±17,4	0,49	133,7±16,8	0,70	129,4±16,4	0,10
BMI vor der OP [kg/m²]	38	53,6±11,6	0,01	42,8±2,8	0,01	47,8±5,1	0,15	45,7±4,0	0,06	45,6±4,5	0,00
Gewicht bei der Datenerhebung [kg]	37	92,5±32,4	0,96	87,5±15,7	0,95	92,3±23,1	1,00	93,2±18,5	1,00	91,0±18,9	0,86
BMI bei der Datenerhebung [kg/m²]	36	34,3±9,8	0,57	30,1±4,8	0,42	33,3±5,8	0,98	31,6±3,2	0,73	31,8±4,9	0,31
Gewichtszunahme [kg]	37	5,0±5,9	0,03	7,9±3,6	0,56	11,6±7,6	0,04	3,9±4,8	0,97	8,1±6,3	0,18
Nüchtern glukose [mg/dl]	37	94,0±28,1	0,50	96,0±22,7	0,99	92,6±20,9	1,00	81,9±7,7	0,49	90,3±18,8	0,65

*:Vergleich der Gruppen mit unterschiedlicher Hypoglykämiehäufigkeit, **: Vergleich der jeweiligen Gruppe mit Gruppe ohne Hypoglykämien, ***: Vergleich zwischen Gruppen mit und ohne Hypoglykämien

Die durchschnittliche Hypoglykämiedauer war $79,7 \pm 129,0$ Minuten, wobei hier eine große Spannweite von 5 bis 945 Minuten zu verzeichnen war. Die sehr lang anhaltenden Hypoglykämien traten während der Nacht auf, wo die PatientInnen keine Nahrung aufnahmen.

Im Tagesverlauf traten die Hypoglykämien relativ gleichmäßig verteilt auf. Zwischen 00:00-07:59 wurde der Großteil der gemessenen Hypoglykämien mit Nüchternphasen in Assoziation gebracht, wohingegen zwischen 08:00-23:59 die meisten Unterzuckerungen mit einem Lebensmittel in Verbindung gebracht wurden (Abb. 4.5).

Sowohl Nüchternphase ($p < 0,00$), als auch der Verzehr von Lebensmitteln ($p < 0,00$), die mit einer Hypoglykämie in Verbindung gebracht werden konnten, stellten einen signifikanten Einfluss auf das Auftreten von Hypoglykämien dar.

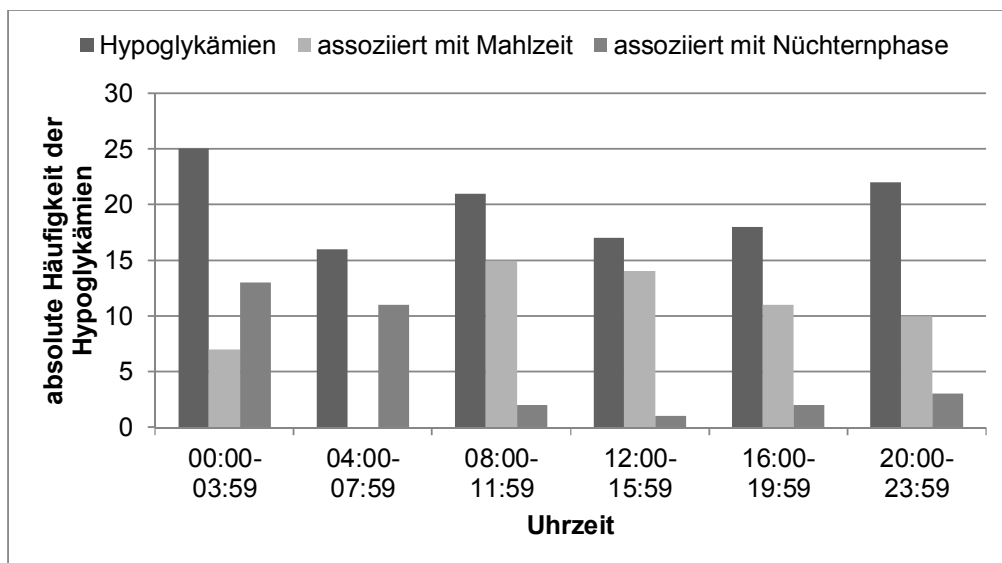


Abbildung 4.5: absolute Häufigkeit von Hypoglykämien im Tagesverlauf und in Assoziation mit Mahlzeiten und Nüchternphasen (n=52)

Durch Nüchternphasen, in denen länger als vier Stunden kein Lebensmittel verzehrt worden war, waren die Chancen um 87,0% erhöht eine Hypoglykämie zu entwickeln (OR 1,87; CI 95% [1,69; 2,07]; $p < 0,00$). In der Zeit zwischen 00:00 und 04:00 Uhr stiegen die Chancen auf 107,1%

Resultate

(OR 2,07; CI 95% [1,59; 2,70]; $p < 0,00$) und zwischen 04:00-07:59 auf über 460% (OR 5,62; CI 95% [3,34; 9,44]; $p < 0,00$).

PatientInnen, die eine erneute Gewichtszunahme hatten, konnten nicht mit länger andauernden Nüchternphasen assoziiert werden. Jedoch war die erneute Gewichtszunahme nach der Operation mit einer 13,5% höheren Chance für eine Hypoglykämie assoziiert (OR 1,14; CI 95% [1,03; 1,25]; $p < 0,01$). Die Höhe der Gewichtssteigerung hatte keinen Einfluss. Ebenfalls gab es keinen signifikanten Unterschied in den Gruppen gewichtsstabil, 5-10%, 10-25% und über 25% Gewichtssteigerung.

Allerdings konnte die Gewichtszunahme ($>5\%$ des geringsten postoperativen Gewichts) mit dem Auftreten von Hypoglykämien in Verbindung gebracht werden (OR 5,43; CI 95% [1,00; 29,61]; $p < 0,04$).

50% der StudienteilnehmerInnen konnten das Gewicht halten.

Der BMI zum Zeitpunkt der Erhebung war $36,9 \pm 4,8 \text{ kg/m}^2$ bei den Männern und $32,5 \pm 6,5 \text{ kg/m}^2$ bei den Frauen. Vergleicht man diese Daten mit dem BMI vor der Operation hatten die Frauen einen größeren Verlust beim BMI als die Männer. Betrachtet man den BMI vor der Operation und zum Zeitpunkt der Datenerhebung, zeigten die Messergebnisse einen signifikanten Unterschied ($p < 0,00$).

4.3 Ernährungsverhalten der StudienteilnehmerInnen

Das Ernährungsverhalten der PatientInnen wurde durch die Auswertung der Ernährungsschätzprotokolle erhoben.

Bei den Berechnungen wurden die in den Methoden beschriebenen Faktoren beachtet. Unterschiede gab es in den Gruppen mit unterschiedlicher Hypoglykämiehäufigkeit, gemessen mit CGM und BZM. Hier hatten die Gruppen mit 1-4 Hypoglykämien eine höhere Gewichtszunahme, als jene mit keiner oder 5-10 Hypoglykämien ($p < 0,03$). Zwischen jenen die keine Hypoglykämien hatten und jenen mit Hypoglykämien, gemessen mit CGM und BZM, gab es einen Unterschied bei der Zeit, die seit der Operation vergangen

war ($p < 0,04$). Die Gruppe ohne Hypoglykämien hatte eine längere Zeitspanne ($76,9 \pm 5,6$ Monate) dazwischen, als die Gruppe mit Hypoglykämien ($69,6 \pm 10,0$ Monate) (*Tab 4.3*).

Die folgende Tabelle (*Tab. 4.3*) gibt einen Überblick über die Aufnahme der StudienteilnehmerInnen getrennt nach Häufigkeit der mittels CGM oder BZM gemessenen Hypoglykämien.

Resultate

Tabelle 4.3: Aufnahme von Energie und Nährstoffen aufgeteilt nach Hypoglykämieereignissen

	Hypoglykämien							
	0 n = 8	p- Wert*	1 n = 9	p- Wert**	2 - 4 n = 10	p- Wert**	5 - 10 n = 8	p-Wert**
Energie [kcal]	1148±462	0,03	2028±697	0,02	1954±777	0,03	1796±425	0,11
Eiweiß [g]	49,9±12,6 18,7±4,4E%	0,07	75,6±21,6 15,5±3,4E%	0,04	71,0±27,5 15,0±2,5E%	0,09	65,7±12,4 15,0±2,3E%	0,29
Kohlenhydrate [g]	120,9±57,3 41,7±7,9E%	0,02	258,1±127,0 49,2±12,9E%	0,01	223,5±87,7 46,2±8,0E%	0,05	184,0±52,7 41,1±7,7E%	0,35
Fett [g]	46,9±20,5 36,5±4,9E%	0,10	67,3±21,0 31,9±10,6E%	0,33	80,6±42,1 36,1±8,6E%	0,05	74,6±19,6 37,4±4,3E%	0,15
Ballaststoffe [g]	12,8±4,5	0,58	14,3±6,3	0,91	16,4±6,9	0,43	13,3±5,5	1,00
Ballaststoffe /1000kcal [g]	11,8±3,3	0,03	7,3±2,3	0,02	9,0±3,6	0,16	7,7±3,0	0,03
Stärke [g]	66,3±26,8	0,04	125,0±65,9	0,04	125,1±55,5	0,04	87,7±20,0	0,69
Saccharide [g]	44,5±33,8 14,5±6,1E%	0,09	114,2±72,5 21,0±8,4E%	0,03	91,7±52,2 19,0±7,7E%	0,18	87,9±50,0 18,7±7,7E%	0,27
Cholesterin [mg]	161,9±76,0	0,00	344,5±95,7	0,00	328,7±130,2	0,01	311,1±94,1	0,02
Alkohol [g]	2,8±7,3	0,30	9,2±22,5	0,70	5,0±6,3	0,98	16,0±16,4	0,19

E%...Energieprozent, *:Vergleich der Gruppen mit unterschiedlicher Hypoglykämiehäufigkeit, **: Vergleich der jeweiligen Gruppe mit Gruppe ohne Hypoglykämien

4.3.1 Energie

Die durchschnittliche Energieaufnahme (n=37) lag bei 1807 ± 710 kcal (7570 ± 2974 kJ). Dies entsprach $93,7 \pm 34,7\%$ der in den DACH-Referenzwerten empfohlenen Zufuhrmengen [DACH, 2013].

Bei weiterer Gewichtsreduktion waren es $126,9 \pm 46,5\%$ der Empfehlungen [BERG, et al., 2014; NHLBI, et al., 2000; ÖAG, 2004].

Es gab keinen signifikanten Unterschied der Zufuhr zwischen jenen, die gewichtsstabil waren und jenen, die an Gewicht zugenommen hatten ($p < 0,50$).

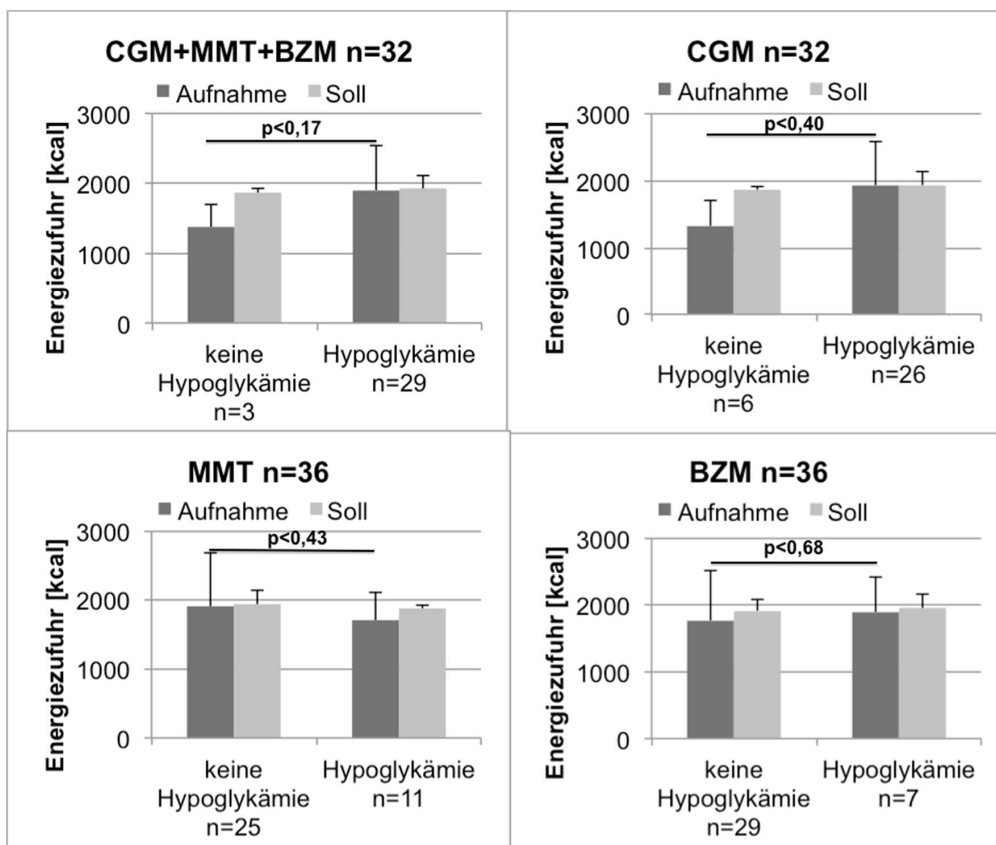
Auch gab es keinen relevanten Unterschied der Mittelwerte in den Gruppen gewichtsstabil (1628 ± 696 kcal), 5-10%, 10-25% und über 25% Gewichtszunahme ($p < 0,32$). Allerdings hatten die TeilnehmerInnen mit über 25% Gewichtssteigerung die niedrigste Kalorienzufuhr (1196 ± 696 kcal), die 5-10% zugenommen hatten wiesen die höchste Zufuhr auf (2208 ± 756 kcal), gefolgt von jenen mit 10-25%iger Zunahme (1996 ± 426 kcal).

Jedoch gab es einen signifikanten Unterschied zwischen der Häufigkeit der auftretenden Hypoglykämien, die mittels kontinuierlicher Glukosemessung beziehungsweise Fingerstich gemessen wurden, und der Gewichtszunahme [kg] ($p < 0,03$). Jene Gruppe ohne Hypoglykämien hatte im Mittel eine Gewichtszunahme ($>5\%$ vom geringsten postoperativen Gewicht) von $5,0 \pm 5,9$ kg, jene mit einer $7,9 \pm 3,6$ kg und jene mit 2-4 Unterzuckerungen $11,6 \pm 7,6$ kg. Die Gruppe mit 5-10 Hypoglykämien hatte allerdings die geringste Gewichtszunahme von $3,9 \pm 4,8$ kg.

Alle drei Messmethoden (MMT, CGM, BZM) gemeinsam betrachtet gab es keine Unterschiede bei der Energiezufuhr ($p < 0,17$) und Abweichung von den DACH-Referenzwerten ($p < 0,18$) zwischen jenen mit beziehungsweise ohne Hypoglykämien. Auch beim MMT und bei der BZM waren hier keine Unterschiede zu verzeichnen. Bei der Messung mit dem iPro-2® gab es signifikante Unterschiede sowohl bei der Energiezufuhr ($p < 0,04$), als auch bei der Abweichung von den DACH-Referenzwerten ($p < 0,05$). Die durchschnittliche Aufnahme im Vergleich zu den DACH-Referenzwerten war $71,3 \pm 20,3\%$

Resultate

(1329±375kcal) bei jenen ohne Hypoglykämien und 99,3±31,4% (1933±658kcal) bei jenen mit Hypoglykämien. Die Energiezufuhr war in allen Fällen, außer beim MMT, bei jenen mit Hypoglykämien höher (Abb. 4.6).



CGM...kontinuierliche Glukosemessung, BZM...Blutzuckermessung mittels Fingerstich, MMT...Mixed Meal Tolerance Test, Soll...DACH-Referenzwerte nach Altersgruppe (PAL 1,4)

Abbildung 4.6: Energiezufuhr im Vergleich der verschiedenen Messmethoden

Es gab Unterschiede der Kalorienzufuhr ($p<0,00$), sowie der Abweichung von den DACH-Referenzwerten ($p<0,00$) zwischen jenen mit Hypoglykämien und ohne Hypoglykämien, die mittels CGM oder BZM gemessen wurden. Jene ohne Hypoglykämien nahmen durchschnittlich 1148 ± 462 kcal ($61,9\pm24,5\%$ der DACH-Referenzwerte) auf und jene ohne 1932 ± 645 kcal ($99,3\pm30,8\%$).

Zwischen den Gruppen mit unterschiedlicher Hypoglykämiehäufigkeit gab es Unterschiede bei der Energieaufnahme ($p < 0,03$), sowie der prozentuellen Aufnahme im Vergleich zu den DACH-Referenzwerten ($p < 0,03$) (Abb. 4.7). In der Gruppe, die keine Hypoglykämien hatte, war die durchschnittliche Aufnahme $61,9 \pm 24,5\%$ der DACH-Referenzwerte. Die Gruppe mit einem Hypoglykämieereignis während des Untersuchungszeitraums hatte eine Aufnahme von $101,8 \pm 30,6\%$, zwischen 2 und 4 Vorkommnissen $102,6 \pm 39,2\%$ und zwischen 5 und 10 Hypoglykämien $92,5 \pm 19,9\%$ der DACH-Referenzwerte [DACH, 2013].

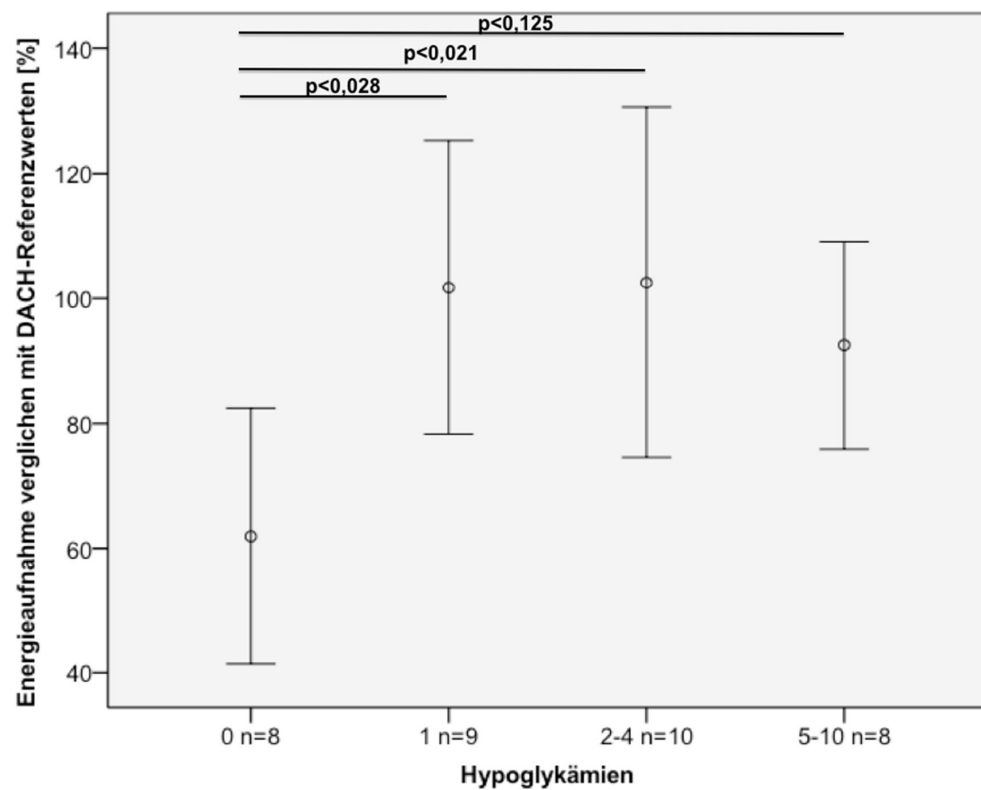


Abbildung 4.7: Vergleich der Energieaufnahme mit den DACH-Referenzwerten (n=35) [DACH, 2013]

Resultate

In den verschiedenen Altersgruppen gab es einen signifikanten Unterschied bei der Energieaufnahme ($p < 0,01$), der sich allerdings auch beim Vergleich mit den empfohlenen Mengen der DACH bestätigte ($p < 0,01$). Die jüngeren PatientInnen nahmen im Durchschnitt $103,3 \pm 32,8\%$ ($2027 \pm 660 \text{kcal}$) der Empfehlungen der DACH auf und die Älteren $73,7 \pm 30,8\%$ ($1349 \pm 600 \text{kcal}$) [DACH, 2013].

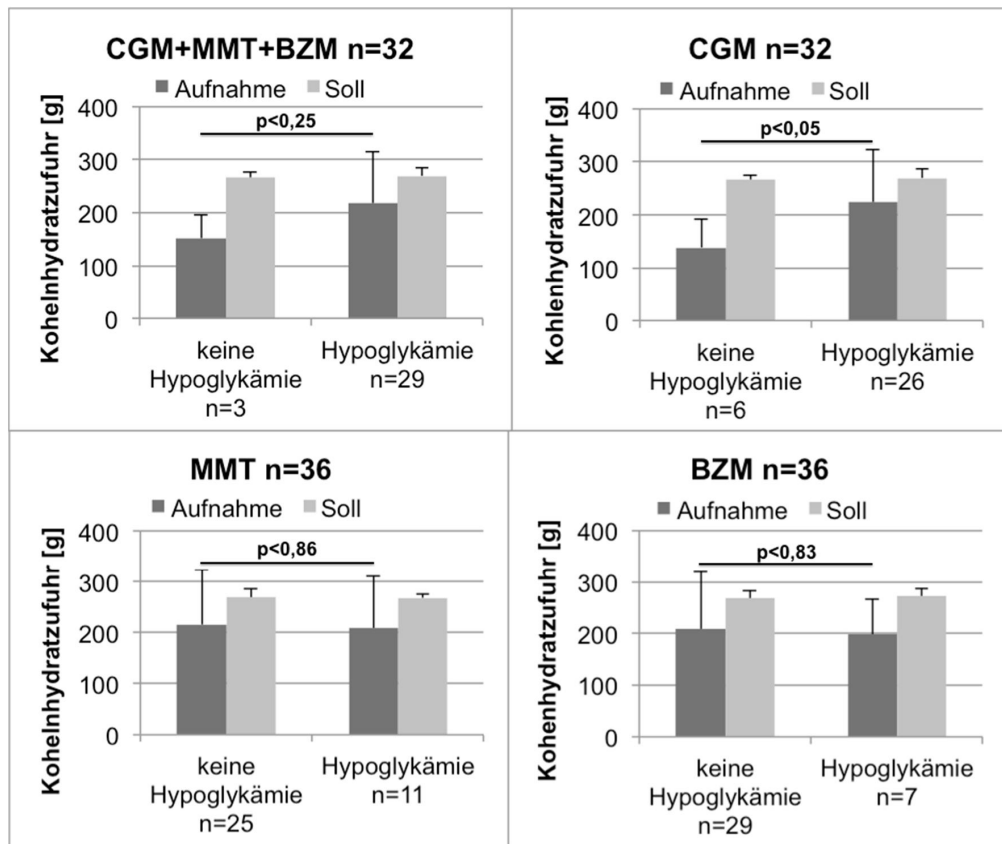
4.3.2 Kohlenhydrate

Die Gesamtkohlenhydrataufnahme ($n=37$) war $209,8 \pm 104,6 \text{g}$ ($45,4 \pm 9,7 \text{ E}\%$) und entsprach durchschnittlich $77,4 \pm 37,5\%$ der in den DACH-Referenzwerten empfohlenen Mengen [DACH, 2013].

Es gab keinen Unterschied bei der Zufuhr zwischen gewichtsstabilen und an Gewicht zugenommenen TeilnehmerInnen ($p < 0,58$). Auch der Unterschied zwischen den verschiedenen Gruppen, die ein konstantes Gewicht hatten oder zugenommen hatten, war nicht signifikant ($p < 0,64$). Die durchschnittliche Aufnahme unter den gewichtsstabilen Personen war $184,9 \pm 110,3 \text{g}$ ($43,2 \pm 11,0 \text{ E}\%$), zwischen 5-10% $235,1 \pm 93,7 \text{g}$ ($42,5 \pm 6,1 \text{ E}\%$), zwischen 10-25% $205,9 \pm 106,3 \text{g}$ ($46,9 \pm 10,7 \text{ E}\%$) und über 25% $132,3 \pm 50,9 \text{g}$ ($44,0 \pm 1,4 \text{ E}\%$).

Bei allen drei Messmethoden gemeinsam, beim MMT und bei der BZM waren keine signifikanten Verschiedenheiten zwischen jenen mit oder ohne Hypoglykämien zu erkennen. Bei der CGM erreichten die Unterschiede bei der Kohlenhydrataufnahme und den Abweichungen von den Empfehlungen genau das Signifikanzniveau ($p < 0,05$) (Abb 4.8).

Beim MMT war die Zufuhr bei jenen ohne Hypoglykämien höher ($79,4 \pm 38,1\%$ der DACH-Referenzwerte), als bei jenen mit Hypoglykämien ($77,5 \pm 36,4\%$), auch bei der BZM war sie höher bei jenen ohne Hypoglykämien. Bei der CGM wurden in der Gruppe ohne Hypoglykämien $52,1 \pm 19,4\%$ ($41,3 \pm 6,9 \text{ E}\%$) der Empfehlungen der DACH zugeführt und in der Gruppe mit Hypoglykämien $82,5 \pm 35,0\%$ ($45,8 \pm 10,2 \text{ E}\%$) (Abb. 4.8).



CGM...kontinuierliche Glukosemessung, BZM...Blutzuckermessung mittels Fingerstich, MMT...Mixed Meal Tolerance Test, Soll...DACH-Referenzwerte nach Altersgruppe (PAL 1,4)

Abbildung 4.8: Kohlenhydratzufuhr im Vergleich der verschiedenen Messmethoden

Bezogen auf die Messungen mittels CGM und BZM wurden signifikante Unterschiede bei der Kohlenhydrataufnahme ($p < 0,01$) und den Abweichungen von den DACH-Referenzwerten ($p < 0,01$) gefunden. In der Gruppe ohne Hypoglykämien wurden $45,6 \pm 20,9\%$ der Empfehlungen der DACH aufgenommen und in der Gruppe mit Hypoglykämien $82,2 \pm 34,3\%$. Es gab hier eine Divergenz bei der Zeit die seit der Operation vergangen war ($p < 0,04$). In der Gruppe ohne Hypoglykämien war diese höher ($76,9 \pm 5,6$ Monate), als in der Gruppe mit Hypoglykämien ($69,6 \pm 10,0$ Monate).

Zwischen der Häufigkeit der aufgetretenen Hypoglykämien und der Kohlenhydrataufnahme ($p < 0,02$) (Tab. 4.3) sowie der Abweichung von den

Resultate

DACH-Referenzwerten ($p < 0,02$) konnte ein signifikanter Unterschied in den Gruppen gefunden werden. Die durchschnittliche Aufnahme in der Gruppe ohne Hypoglykämien entsprach $45,6 \pm 20,9\%$ der DACH-Referenzwerte, mit einer Hypoglykämie $94,0 \pm 45,8\%$, zwischen zwei und vier $83,2 \pm 30,6$ und bei 5-10 Unterzuckerungen $67,6 \pm 19,0\%$ (Abb. 4.9).

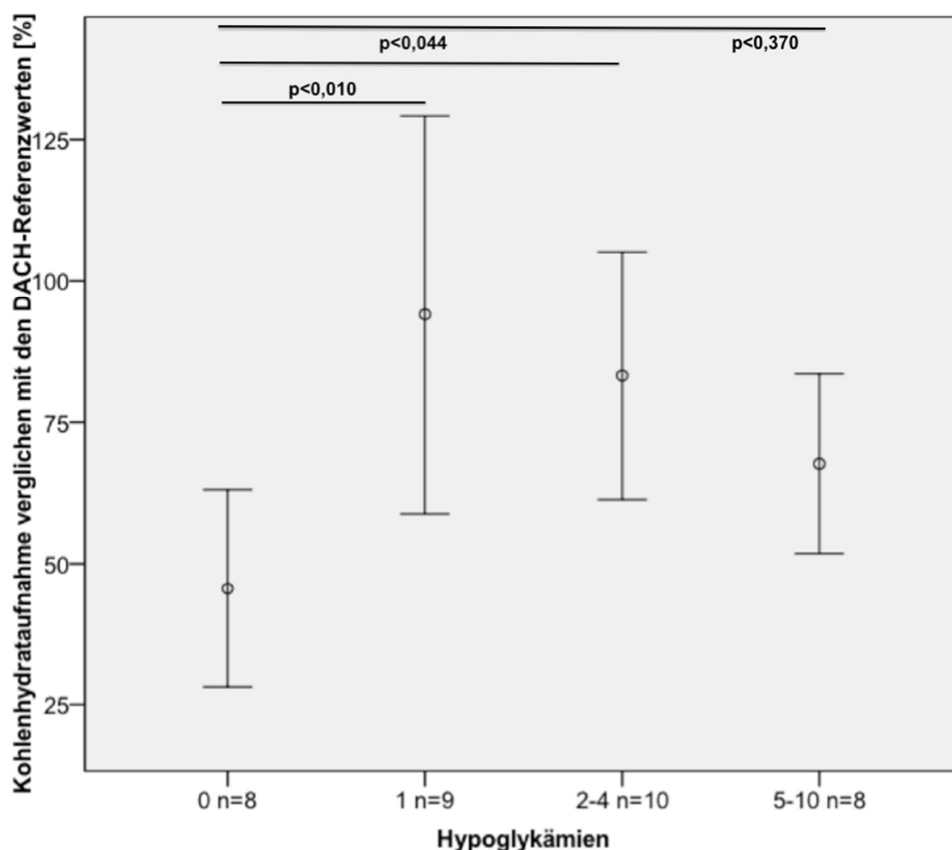


Abbildung 4.9: Vergleich der Kohlenhydrataufnahme mit den DACH-Referenzwerten (n=35) [DACH, 2013]

Der Vergleich der Altersgruppen zeigte einen signifikanten Unterschied bei der Menge an Kohlenhydraten, die gegessen wurde ($p < 0,00$). Umgerechnet in Energieprozent ($p < 0,04$) und im Vergleich zu den empfohlenen Mengen der DACH-Referenzwerte ($p < 0,01$) waren auch Unterschiede zu erkennen. Die jüngere Altersgruppe nahm $243,6 \pm 97,2\text{g}$ ($47,7 \pm 9,1\text{E}\%$) auf, das $88,3 \pm 35,2\%$

der DACH-Empfehlungen entsprach. Die Älteren aßen durchschnittlich 139,3±84,5g (40,6±9,5E%), das 54,7±32,8% der DACH-Referenzwerte waren [DACH, 2013].

4.3.3 Stärke

Die PatientInnen der Studie haben im Durchschnitt 106,4±529,6g Stärke konsumiert (n=37).

Es wurde kein signifikanter Unterschied zwischen keiner Gewichtszunahme und erneuter Gewichtssteigerung gefunden ($p < 0,14$), sowie auch keine Unterschiede in den verschiedenen Gruppen der Gewichtszunahme erkannt wurden ($p < 0,30$). Jene ohne Gewichtszunahme aßen im Mittel 90,7±47,4g und jene mit Gewichtssteigerung 120,1± 58,3g.

Beim Vergleich der Gruppen mit den unterschiedlichen Häufigkeiten der Hypoglykämieereignisse wurde ein signifikanter Unterschied gefunden ($p < 0,04$) (Abb. 4.10). Jene StudienteilnehmerInnen, die keine Hypoglykämien (CGM und BZM) hatten, hatten eine niedrigere Aufnahme zu verzeichnen als die Gruppen mit Hypoglykämien. Diejenigen zwischen einer und vier Unterzuckerungen hatten die höchste Zufuhr. (Tab. 4.3). Bei der Einteilung in Hypoglykämieereignis und keine Hypoglykämie, von den Messungen mittels CGM und BZM, wurden signifikante Unterschiede bei der Aufnahme gefunden ($p < 0,02$). In der Gruppe ohne Hypoglykämien aßen die PatientInnen 66,3±26,8g und in der Gruppe mit Hypoglykämien 114,0±53,0g.

Resultate

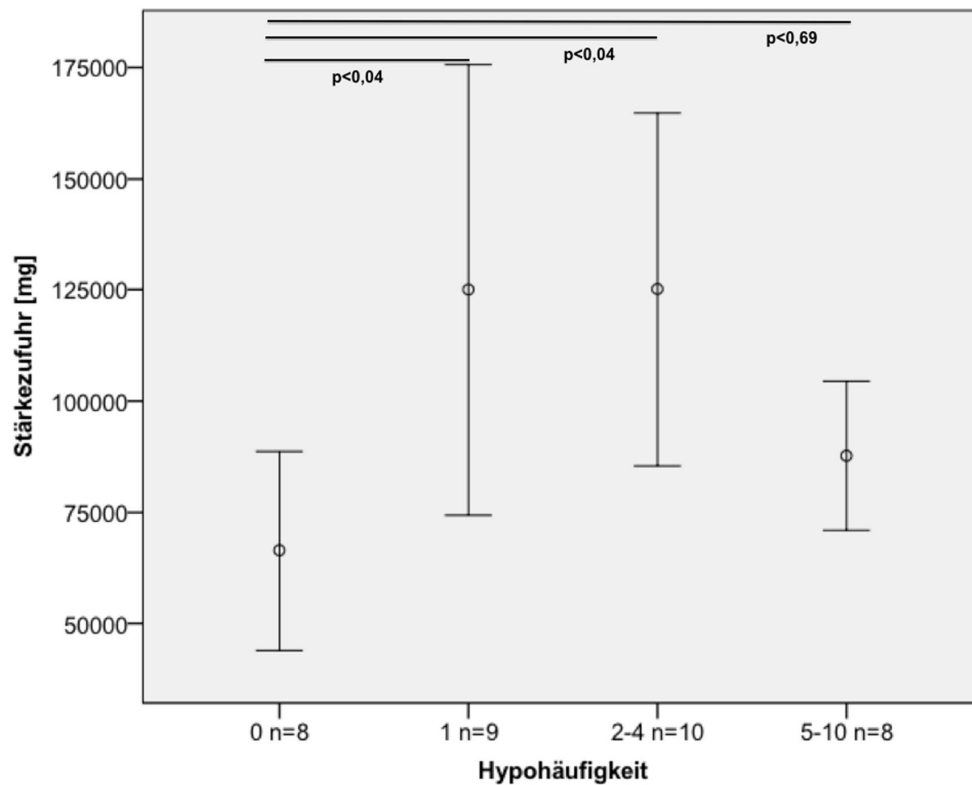
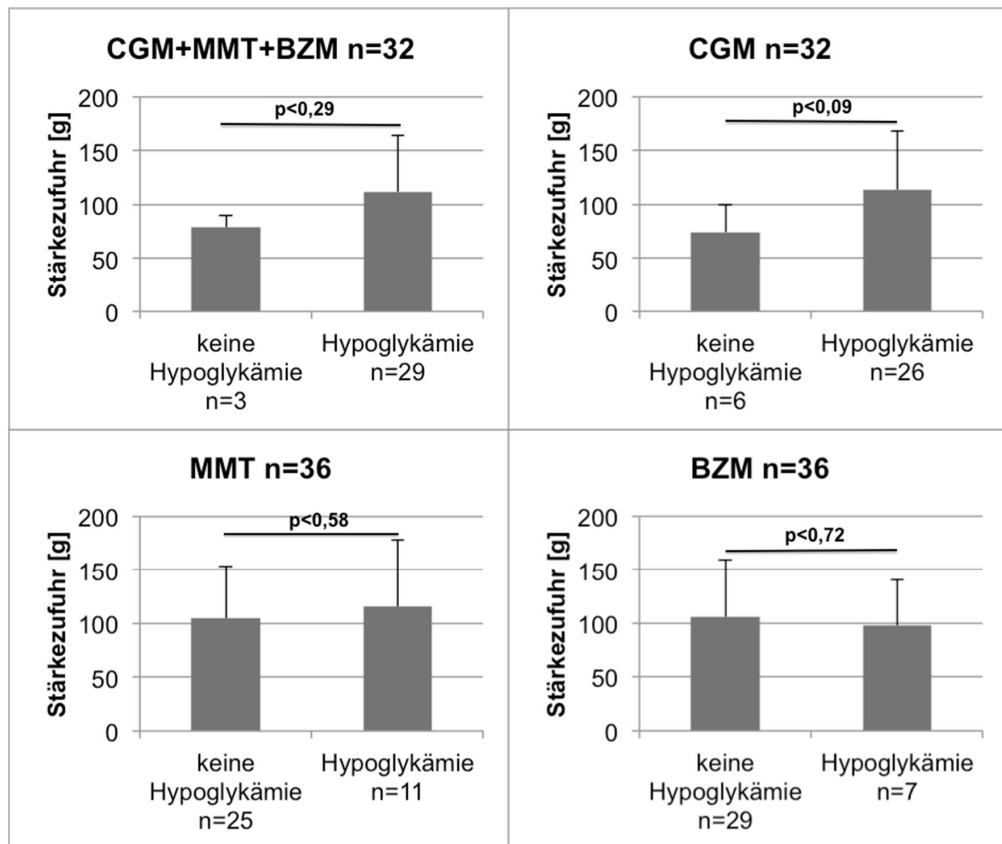


Abbildung 4.10: Stärkezufuhr der unterschiedlichen Hypoglykämiehäufigkeitskategorien (n=35)

Bei der Untersuchung aller drei Messmethoden gab es keine Unterschiede zwischen Hypoglykämie und keiner Hypoglykämie und der Aufnahme von Stärke ($p < 0,29$). Bei allen drei Methoden gemeinsam, bei der CGM ($p < 0,09$) und beim MMT ($p < 0,58$) waren die Zufuhrmengen derjenigen ohne Hypoglykämien niedriger, nur bei der BZM ($p < 0,72$) waren sie höher. Bei der CGM nahmen jene mit Hypoglykämien durchschnittlich $74,3 \pm 25,2$ g auf und jene ohne $113,9 \pm 54,1$ g (Abb. 4.11).



CGM...kontinuierliche Glukosemessung, BZM...Blutzuckermessung mittels Fingerstich,
MMT...Mixed Meal Tolerance Test

Abbildung 4.11: Stärkezufuhr im Vergleich der verschiedenen Messmethoden

Zwischen den Altersgruppen gab es einen signifikanten Unterschied bei der Aufnahme ($p < 0,01$). Die älteren StudienteilnehmerInnen aßen weniger Stärke ($75,6 \pm 30,7g$), als die Jüngeren ($121,3 \pm 55,4g$).

4.3.4 Ballaststoffe

Die durchschnittliche Aufnahme an Ballaststoffen der Studienpopulation lag bei $14,9 \pm 6,2g$ und damit wurden $49,5 \pm 20,7\%$ der in den DACH-Referenzwerten empfohlenen $30g$ erreicht. Bei der individuellen Berechnung des Solls ($16g/1000kcal$ für Frauen, $12,5g/1000kcal$ für Männer) erreichten die

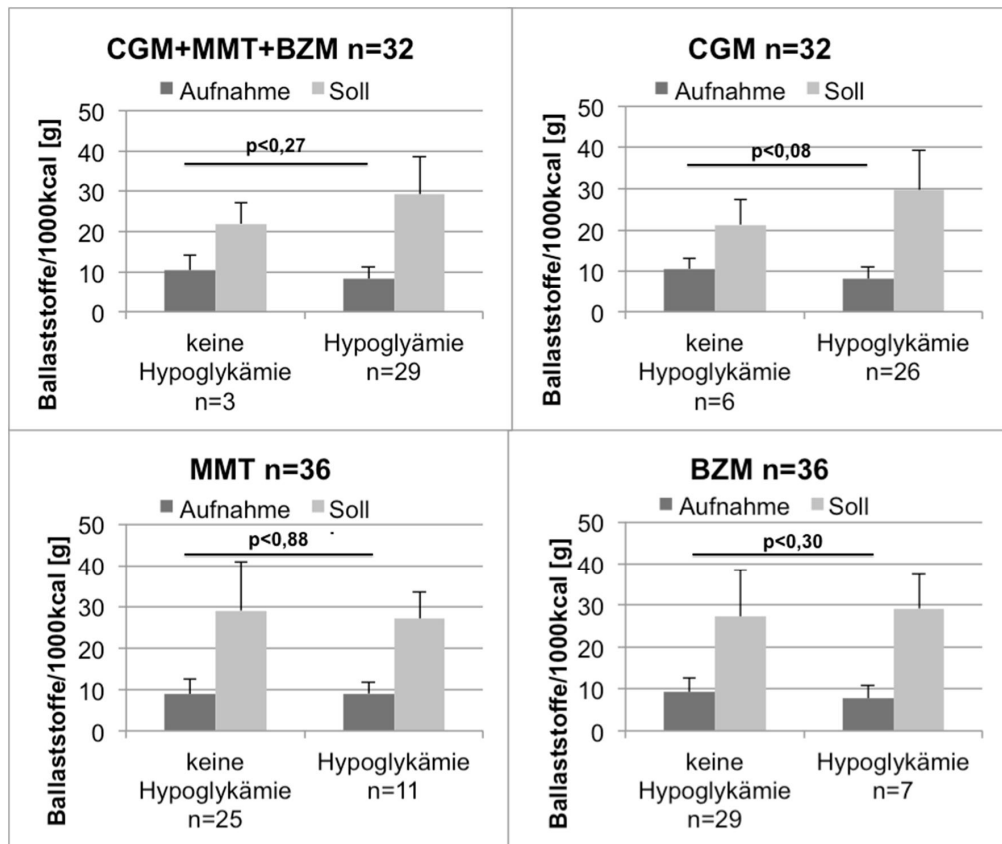
Resultate

StudienteilnehmerInnen $56,5 \pm 20,0\%$ dieser Menge [DACH, 2013].
Durchschnittlich sollten $28,0 \pm 10,7\text{g}$ zugeführt werden.

Es gab keine signifikanten Unterschiede zwischen gewichtsstabilen in instabilen TeilnehmerInnen ($p < 0,65$), sowie bei den Gruppen der Gewichtszunahme ($p < 0,71$). StudienteilnehmerInnen ohne Gewichtszunahme hatten eine durchschnittliche Aufnahme von $9,1 \pm 3,3\text{g}/1000\text{kcal}$ und jene, die Gewicht zunahmen, $8,9 \pm 3,4\text{g}/1000\text{kcal}$.

Beim Vergleich der verschiedenen Messmethoden mit der Ballaststoffzufuhr gab es keine signifikanten Unterschiede. Allerdings war die prozentuelle Aufnahme pro 1000kcal in den Gruppen ohne Hypoglykämien bei allen Messmethoden höher. Alle drei Methoden gemeinsam betrachtet nahmen die PatientInnen ohne Hypoglykämien $65,1 \pm 22,8\%$ des individuellen Solls auf ($12,5\text{g}/1000\text{kcal}$ für Männer, $16\text{g}/1000\text{kcal}$ für Frauen) [DACH, 2013].

Bei der CGM ($p < 0,08$) aßen jene ohne Hypoglykämien $66,0 \pm 15,8\%$ und jene mit $52,0 \pm 18,4\%$, beim MMT jene ohne $56,7 \pm 17,2\%$ und jene mit $56,3 \pm 17,2\%$ und bei der BZM jene ohne $58,6 \pm 20,5\%$ und jene mit $49,1 \pm 18,7\%$ der DACH-Referenzwerte (Abb. 4.12).



CGM...kontinuierliche Glukosemessung, BZM...Blutzuckermessung mittels Fingerstich, MMT...Mixed Meal Tolerance Test, Soll...12,5g/1000kcal für Männer, 16g/1000kcal für Frauen

Abbildung 4.12: Ballaststoffe/1000kcal im Vergleich der verschiedenen Messmethoden [DACH, 2013]

Bei den gemessenen Hypoglykämien während des Untersuchungszeitraum mit CGM und BZM gab es eine Divergenz zwischen jenen mit Hypoglykämien und ohne Hypoglykämien. Die Gruppe ohne Hypoglykämien nahm im Mittel $11,8 \pm 3,3$ g Ballaststoffe pro 1000kcal auf und die Gruppe mit Hypoglykämien $8,0 \pm 3,0$ g ($p < 0,01$). Bei der absoluten Aufnahme, sowie beim Vergleich mit den 30g der Referenzwerte wurden keine Unterschiede bei den Gruppen mit unterschiedlicher Hypoglykämiehäufigkeit gefunden ($p < 0,66$). Allerdings gab es einen signifikanten Unterschied in den Gruppen beim Vergleich mit dem individuellen Bedarf ($p < 0,04$) (Abb. 4.13), der mit 12,5g/1000kcal für Männer und 16g/1000kcal für Frauen berechnet wurde [DACH, 2013]. In der Gruppe

Resultate

ohne Hypoglykämien sollten durchschnittlich $18,4 \pm 7,4$ g aufgenommen werden, wovon $73,4 \pm 20,4\%$ erreicht wurden. Bei einer Hypoglykämie sollten $30,3 \pm 9,1$ g gegessen werden, wovon nur $48,1 \pm 13,3\%$ tatsächlich aufgenommen wurden. Zwischen zwei und vier Unterzuckerungen war das durchschnittliche Soll $30,5 \pm 12,4$ g ($57,4 \pm 22,2\%$) und zwischen fünf und zehn Hypoglykämien $27,8 \pm 6,4$ g ($48,6 \pm 17,4\%$) (Tab. 4.3).

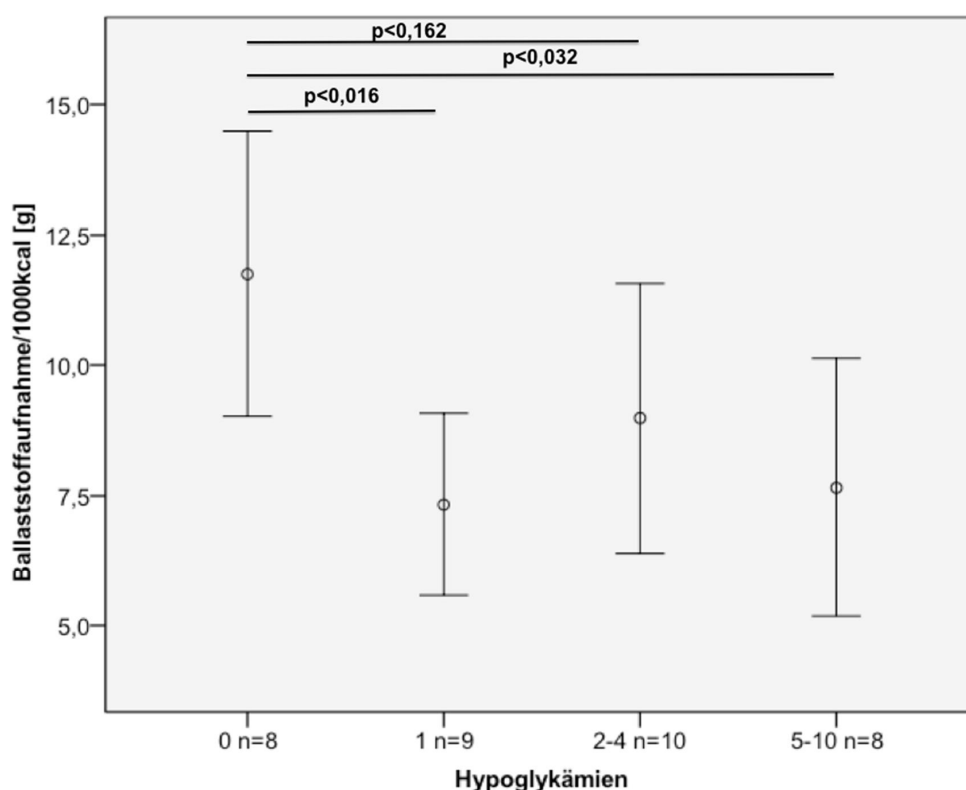


Abbildung 4.13: Vergleich der Ballaststoffaufnahme mit individuellem Soll (n=35)

Bei der absoluten Ballaststoffzufuhr gab es keine signifikanten Unterschiede in den Altersgruppen ($p < 0,34$). Die Jüngeren hatten eine Aufnahme von $15,5 \pm 6,5$ g, das $51,8 \pm 21,7\%$ der DACH-Referenzwerte und $51,5 \pm 19,6\%$ des individuellen Soll entsprach ($12,5$ g/1000kcal für Männer, $16,0$ g/1000kcal für Frauen). Die Älteren hatten eine Zufuhr von $13,4 \pm 5,5$ g, das $44,7 \pm 18,5\%$ der DACH-Empfehlungen und $67,0 \pm 17,2\%$ des individuellen Solls war.

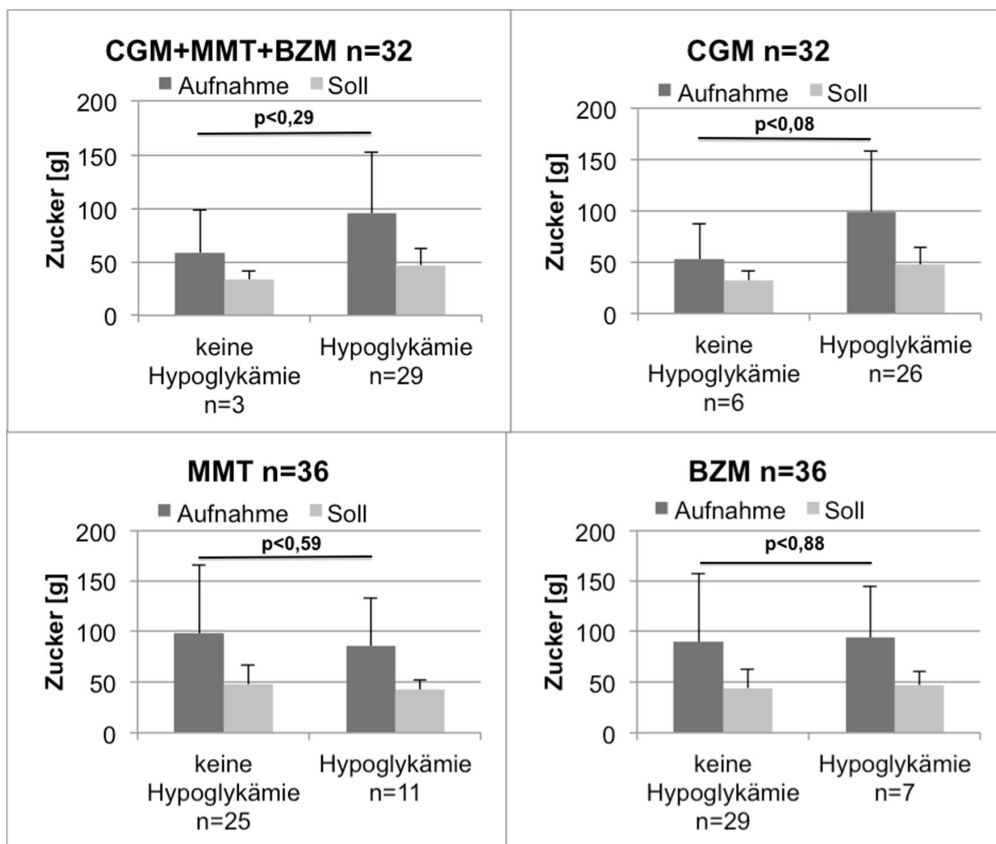
4.3.5 Summe aus Mono- und Disacchariden

Der durchschnittliche Konsum von Sacchariden war $91,9 \pm 63,0$ g ($18,8 \pm 7,9$ E%) ($n=37$) und lag damit in der gesamten Studienpopulation über den 10% der Gesamtenergiezufuhr, die in den DACH-Referenzwerten empfohlen werden, und den von der WHO empfohlenen 5% [DACH, 2013; WHO, 2014b].

Es gab keinen Unterschied zwischen Personen, die kein Gewicht erneut zugenommen hatten und jenen deren Gewicht instabil war ($p < 0,64$). Außerdem war kein Unterschied zwischen den Gewichtsgruppen zu finden. Im Durchschnitt aßen jene ohne Gewichtszunahme mehr Saccharide ($18,4 \pm 8,7$ E% vs. $16,6 \pm 5,3$ E%).

Beim Vergleich der verschiedenen Messmethoden und der PatientInnen mit und ohne Hypoglykämien gab es keine signifikanten Unterschiede zu verzeichnen. Bei allen Messmethoden, außer beim MMT, war die Zufuhr bei jenen StudienteilnehmerInnen mit Hypoglykämien höher. In allen Gruppen war die Aufnahme über den 10 E%, die von der DACH empfohlen werden und über den 5 E%, die von der WHO empfohlen werden [DACH, 2013; WHO, 2014b]. Alle drei Messmethoden gemeinsam betrachtet war die Aufnahme in der Gruppe ohne Hypoglykämien $16,4 \pm 8,6$ E% und in der Gruppe mit $19,3 \pm 7,5$ E% ($p < 0,29$). Bei der CGM war die Zufuhr in der Gruppe mit Hypoglykämien $19,8 \pm 7,7$ E% und in der ohne $15,0 \pm 6,8$ E% ($p < 0,18$), bei der BZM mit $19,1 \pm 7,7$ E% und ohne $18,6 \pm 8,1$ E% ($p < 0,88$) und beim MMT mit $19,1 \pm 6,6$ E% und ohne $19,1 \pm 8,3$ E% ($p < 0,59$) (Abb. 4.14).

Resultate



CGM...kontinuierliche Glukosemessung, BZM...Blutzuckermessung mittels Fingerstich,
MMT...Mixed Meal Tolerance Test, Soll...10% der Energiezufuhr, Zucker...Mono- und
Disaccharide

Abbildung 4.14: Mono- und Disaccharidzufuhr im Vergleich der verschiedenen Messmethoden [DACH, 2013]

Auch zwischen den Gruppen mit unterschiedlicher Hypoglykämiehäufigkeit wurde keine signifikante Divergenz erfasst ($p < 0,09$). Allerdings war die Aufnahme in den Gruppen mit Hypoglykämien deutlich höher als in der Gruppen ohne Hypoglykämie (Tab. 4.3). Die Gruppe mit einer Hypoglykämie hatte eine signifikant höhere Aufnahme als die Gruppe ohne Hypoglykämien ($p < 0,03$). Bei den gemessenen Hypoglykämien mittels CGM und BZM gab es einen signifikanten Unterschied der Saccharidzufuhr zwischen den Gruppen mit und ohne Hypoglykämien. In der Gruppe ohne wurden im Mittel $44,5 \pm 33,8$ g gegessen und in der Gruppe mit $98,0 \pm 58,1$ g ($p < 0,02$).

Zwischen den Altersgruppen gab es einen signifikanten Unterschied. Die jüngeren PatientInnen hatten eine deutlich höhere Aufnahme mit $109,9 \pm 57,0\text{g}$ ($20,9 \pm 7,3\text{E}\%$), als die Älteren mit $54,5 \pm 60,4\text{g}$ ($14,5 \pm 7,5\text{E}\%$) ($p < 0,01$). Beide Altersgruppen lagen über den Empfehlungen der DACH von 10% und denen, der WHO, von 5% (Abb. 4.15).

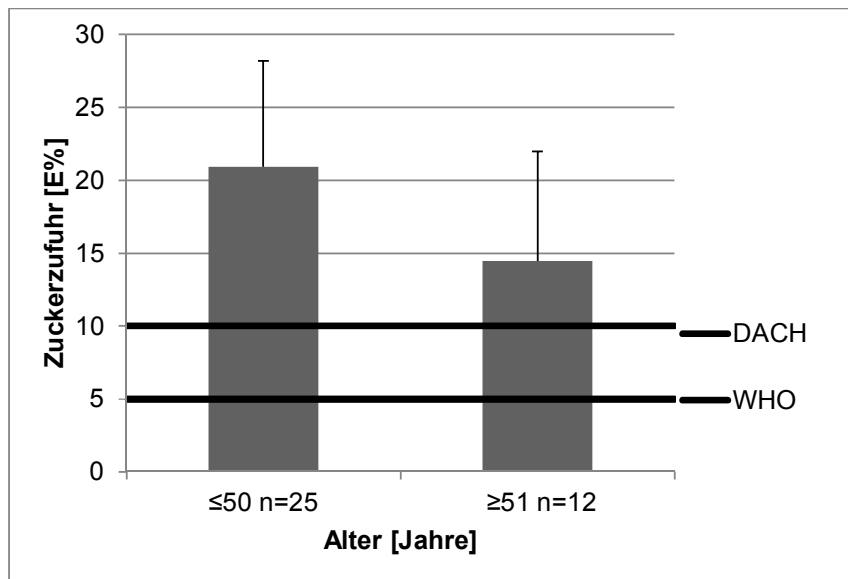


Abbildung 4.15: Zuckerzufuhr der unterschiedlichen Altersgruppen (n=37) [DACH, 2013; WHO, 2014b]

4.3.6 Fett

Die durchschnittliche Fettaufnahme lag bei $62,0 \pm 2,1\text{g}$ ($35,2 \pm 7,6\text{E}\%$) und entsprach damit $111,8 \pm 47,3\%$ der in den DACH-Referenzwerten empfohlenen Mengen für die verschiedenen Altersgruppen [DACH, 2013].

Es gab keinen Unterschied bei jenen mit oder ohne Gewichtssteigerung und auch nicht in den unterschiedlichen Gewichtszunahmegruppen ($p < 0,22$). Jene ohne Gewichtszunahme hatten im Mittel eine nicht signifikant höhere Zufuhr als jene mit Gewichtssteigerung ($36,0 \pm 6,4\text{E}\%$ vs. $35,1 \pm 8,8\text{E}\%$) ($p < 0,51$).

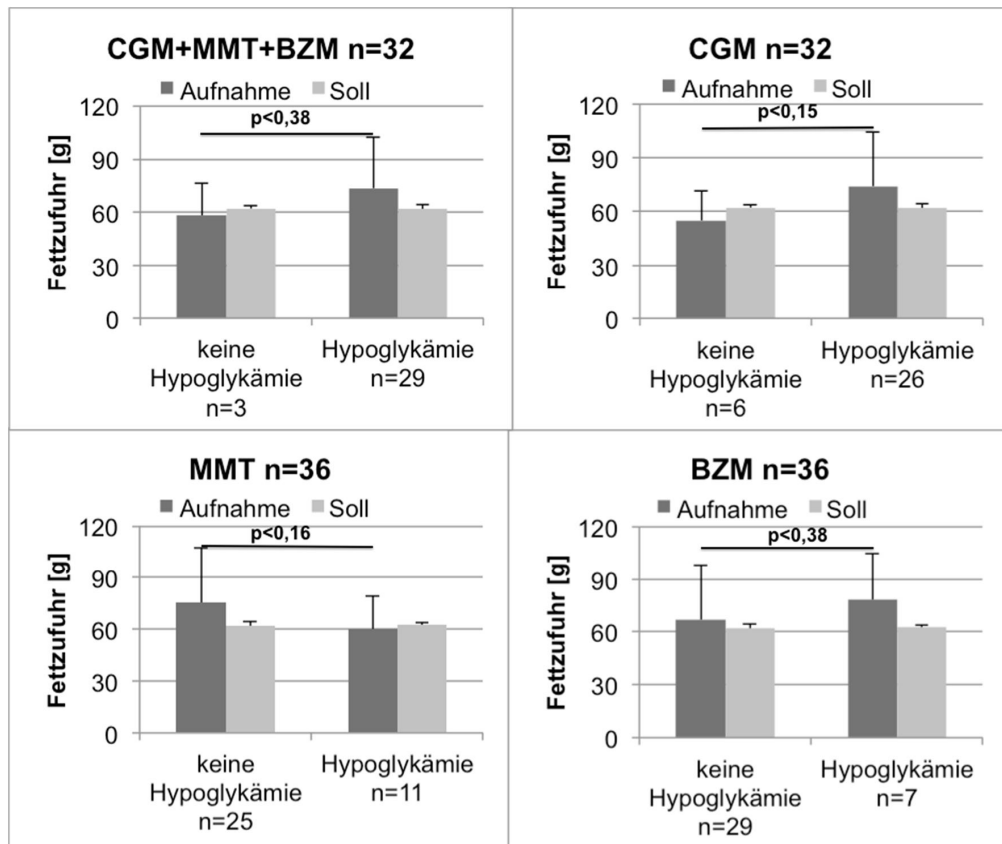
Weiters gab es keinen Unterschied beim Vergleich der unterschiedlichen Messmethoden und den Gruppen mit und ohne Hypoglykämien. Die

Resultate

Fettaufnahme war bei allen drei Methoden gemeinsam, bei der CGM und der BZM ($p < 0,38$) bei jenen mit Hypoglykämien höher im Vergleich zu den DACH-Referenzwerten, außer bei der Ermittlung mit dem MMT. Alle drei Messmethoden gemeinsam betrachtet war die Fettaufnahme in der Gruppe ohne Hypoglykämien $94,3 \pm 30,4\%$ ($37,7 \pm 3,7$ E%) der DACH-Referenzwerte und in jener mit Hypoglykämien $118,2 \pm 45,6\%$ ($35,2 \pm 8,2$ E%) ($p < 0,38$). Beim MMT war die Aufnahme in der Gruppe ohne Hypoglykämien $121,1 \pm 51,1\%$ ($36,2 \pm 7,1$ E%) der Empfehlungen der DACH und in der Gruppe mit $96,3 \pm 29,5\%$ ($32,9 \pm 8,7$ E%) ($p < 0,16$). Bei der CGM wurden in der Gruppe mit Hypoglykämien $119,0 \pm 47,9\%$ der DACH-Empfehlungen ($34,9 \pm 8,5$ E%) und in der Gruppe ohne $88,7 \pm 28,1\%$ ($37,1 \pm 3,9$ E%) zugeführt ($p < 0,15$). (Abb. 4.16).

Außerdem gab es keinen Unterschied der Aufnahme bei unterschiedlicher Hypoglykämiehäufigkeit ($p < 0,10$) (Tab. 4.3). In der Gruppe ohne Hypoglykämien war die Fettaufnahme am geringsten und entsprach $76,1 \pm 33,4\%$ der DACH-Referenzwerte. Die höchste Fettaufnahme hatte die Gruppe mit 2-4 Hypoglykämien, $130,1 \pm 66,6\%$ der Empfehlungen der DACH, das allerdings einen signifikanten Unterschied zur Gruppe ohne Hypoglykämien darstellte ($p < 0,05$). Jene mit einer Unterzuckerung hatten eine Aufnahme von $108,3 \pm 33,8\%$ ($p < 0,33$) und jene zwischen 5-10 Hypoglykämien von $119,0 \pm 29,6\%$ der DACH-Referenzwerte ($p < 0,15$) [DACH, 2013].

Allerdings beim Vergleich der Gruppen mit und ohne Hypoglykämien, gemessen durch CGM und BZM, gab es signifikante Unterschiede bei der Aufnahme als auch den Abweichungen von den DACH-Referenzwerten. In der Gruppe mit Hypoglykämien wurden durchschnittlich $119,5 \pm 47,0\%$ ($35,1 \pm 8,4$ E%) der DACH-Referenzwerte konsumiert und in der Gruppe ohne nur $76,1 \pm 33,4\%$ ($36,5 \pm 4,9$ E%) ($p < 0,02$).



CGM...kontinuierliche Glukosemessung, BZM...Blutzuckermessung mittels Fingerstich, MMT...Mixed Meal Tolerance Test, Soll...DACH-Referenzwerte nach Altersgruppe (PAL 1,4)

Abbildung 4.16: Fettzufuhr im Vergleich der verschiedenen Messmethoden [DACH, 2013]

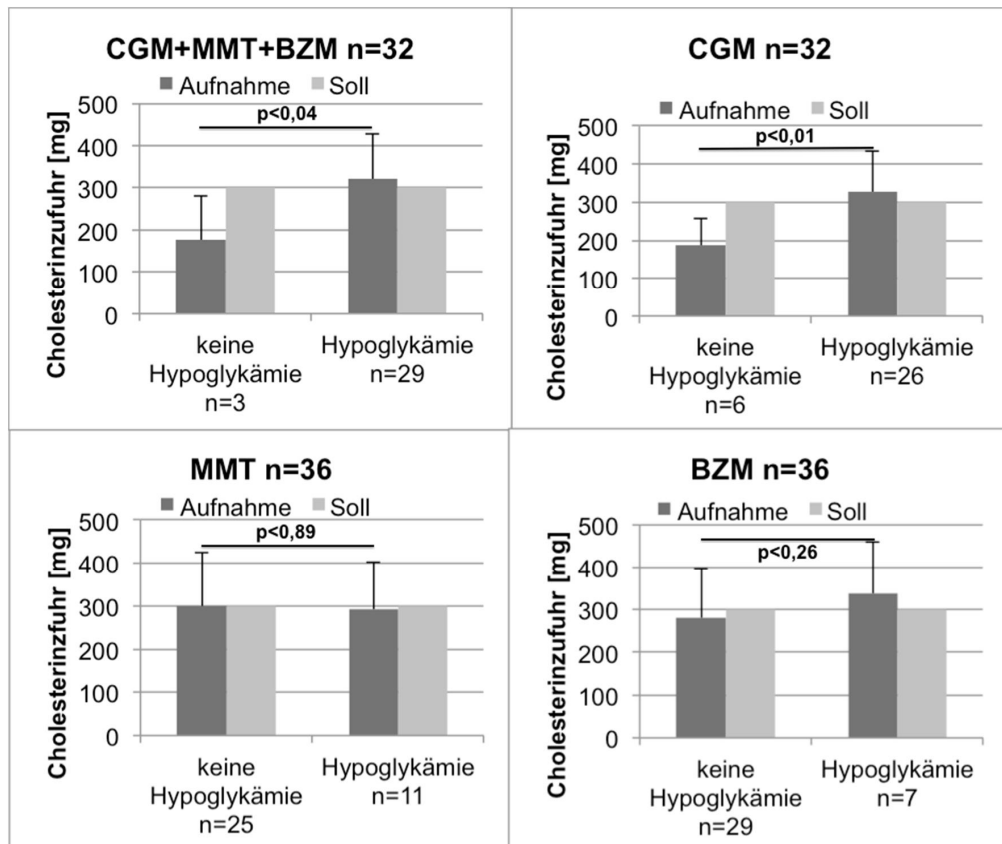
Bei der absoluten Aufnahme ($p < 0,13$) und den Abweichungen von den DACH-Referenzwerten ($p < 0,24$) gab es keine signifikanten Unterschiede in den Altersgruppen. In Energieprozent berechnet hatten die Älteren allerdings eine signifikant höhere Zufuhr als die Jüngeren ($p < 0,04$). Die jüngere Altersgruppe hatte eine Fettaufnahme von $74,8 \pm 29,2\text{g}$ ($33,4 \pm 7,0\text{E}\%$), das $118,1 \pm 46,1\%$ der DACH-Empfehlungen entsprach. Die Älteren verzehrten im Durchschnitt $58,7 \pm 29,5\text{g}$ ($38,8 \pm 7,7\text{E}\%$) Fett, das $98,5 \pm 48,8\%$ der DACH-Referenzwerte waren [DACH, 2013].

4.3.7 Cholesterin

Die Cholesterinaufnahme lag im Durchschnitt bei $293,4 \pm 119,5$ mg ($n=37$). Dies entsprach $97,8 \pm 39,8\%$ der maximal empfohlenen 300mg [DACH, 2013].

Der Vergleich von gewichtsstabilen PatientInnen und jenen, die wieder zugenommen hatten, zeigte keine signifikanten Unterschiede in der Aufnahme ($p < 0,21$). Auch die Gruppen mit unterschiedlicher Höhe der Gewichtssteigerung zeigten keine Unterschiede ($p < 0,41$). Die Gruppe ohne Gewichtssteigerung hatte eine etwas geringere Aufnahme ($249,1 \pm 109,9$ mg vs. $303,1 \pm 122,6$ mg). Die Gruppe mit Gewichtszunahme lag etwas über den Grenzwert von 300mg pro Tag [DACH, 2013].

Der Vergleich der verschiedenen Messmethoden und der Cholesterinaufnahme zeigte bei allen drei Methoden gemeinsam betrachtet ($p < 0,04$) und bei der CGM ($p < 0,01$) einen signifikanten Unterschied zwischen jenen mit und ohne Hypoglykämien (*Abb.4.17*). Die Gruppe mit Hypoglykämien nahm im Mittel $106,8 \pm 35,8\%$ der DACH-Referenzwerte auf und die ohne $58,9 \pm 34,8\%$ wenn man alle drei Methoden gemeinsam betrachtet, bei der CGM waren es $108,9 \pm 35,9\%$ vs. $62,3 \pm 23,7\%$. Nur beim MMT war die Aufnahme bei der Gruppe mit Hypoglykämien geringer mit $97,4 \pm 37,0\%$, als bei jenen ohne mit $99,5 \pm 41,8\%$.



CGM...kontinuierliche Glukosemessung, BZM...Blutzuckermessung mittels Fingerstich, MMT...Mixed Meal Tolerance Test, Soll...DACH-Referenzwerte

Abbildung 4.17: Cholesterinzufuhr im Vergleich der verschiedenen Messmethoden [DACH, 2013]

Hingegen bei der Gegenüberstellung der Gruppen mit unterschiedlicher Hypoglykämiehäufigkeit wurde ein signifikanter Unterschied sowohl bei der Aufnahme (Tab. 4.3) ($p < 0,00$), als auch bei der prozentuellen Abweichung von den 300mg gefunden ($p < 0,00$). Auch beim Vergleich zwischen diesen Gruppen die Hypoglykämien hatten gemeinsam und der Gruppe die keine Hypoglykämien hatten waren die Unterschiede signifikant ($p < 0,00$). Die Gruppen mit Hypoglykämien zusammengefasst hatten eine Aufnahme von $109,6 \pm 35,4\%$ der DACH-Referenzwerte. In der Gruppe ohne Hypoglykämien wurden durchschnittlich $54,0 \pm 25,3\%$ der Empfehlungen der DACH zugeführt. In den Gruppen mit Hypoglykämien war die Zufuhr deutlich höher, bei einem

Resultate

Ereignis lag die Zufuhr bei $114,8 \pm 31,9\%$, bei 2-4 Hypoglykämien $109,6 \pm 43,4\%$ und bei 5-10 Hypoglykämien $103,7 \pm 31,4\%$ der Referenzwerte (Abb. 4.18) [DACH, 2013].

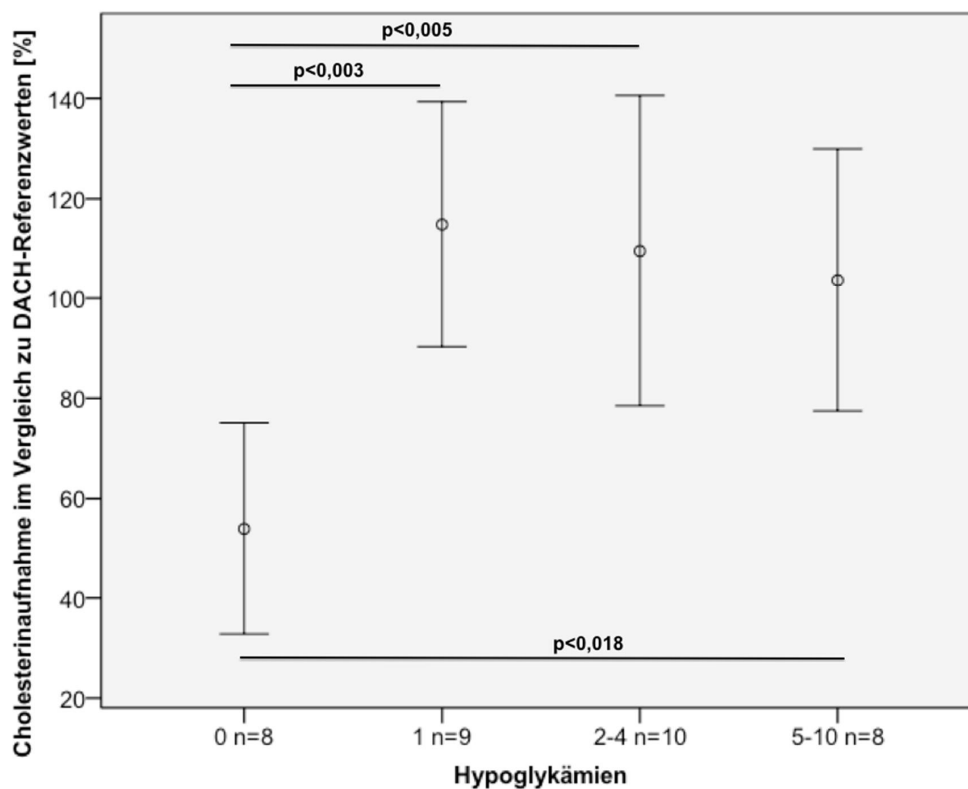


Abbildung 4.18: Vergleich der Cholesterinaufnahme mit den DACH-Referenzwerten (n=35) [DACH, 2013]

Bei den beiden Altersgruppen gab es keinen signifikanten Unterschied bei der Aufnahme von Cholesterin. Die jüngeren hatten eine höhere Aufnahme von $317,6 \pm 120,5\text{mg}$ ($105,9 \pm 40,2\%$ der DACH-Referenzwerte) als die Älteren mit $242,8 \pm 104,8\text{mg}$ ($80,9 \pm 34,9\%$) (Abb. 4.19) [DACH, 2013].

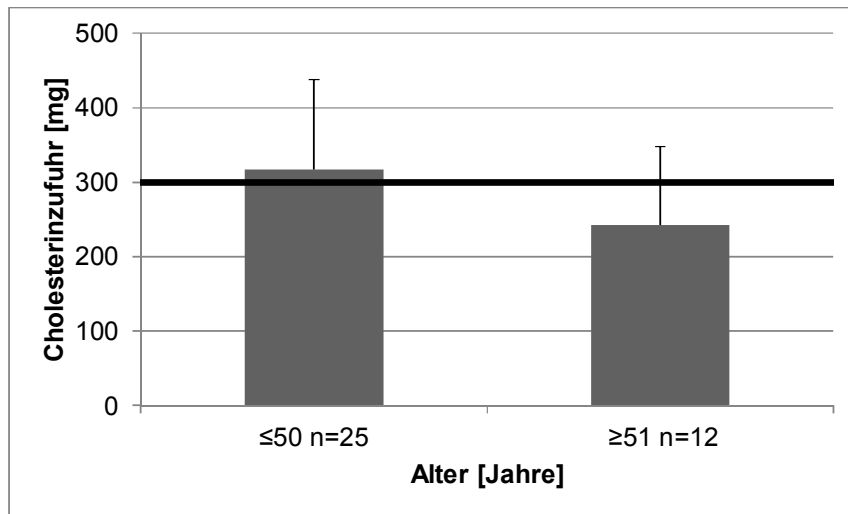


Abbildung 4.19: Cholesterinzufuhr der unterschiedlichen Altersgruppen (n=37) [DACH, 2013]

4.3.8 Eiweiß

Die durchschnittliche Aufnahme von Eiweiß lag im Mittel bei $67,1 \pm 21,4\text{g}$ ($15,8 \pm 3,5\text{E}\%$). Dies entsprach $139,2 \pm 40,6\%$ der empfohlenen Mengen der DACH und $111,8 \pm 35,7\%$ der 60g , die in den Leitlinien für bariatrische Chirurgie empfohlen werden [AILLS, et al., 2008; DACH, 2013; MECHANICK, et al., 2013].

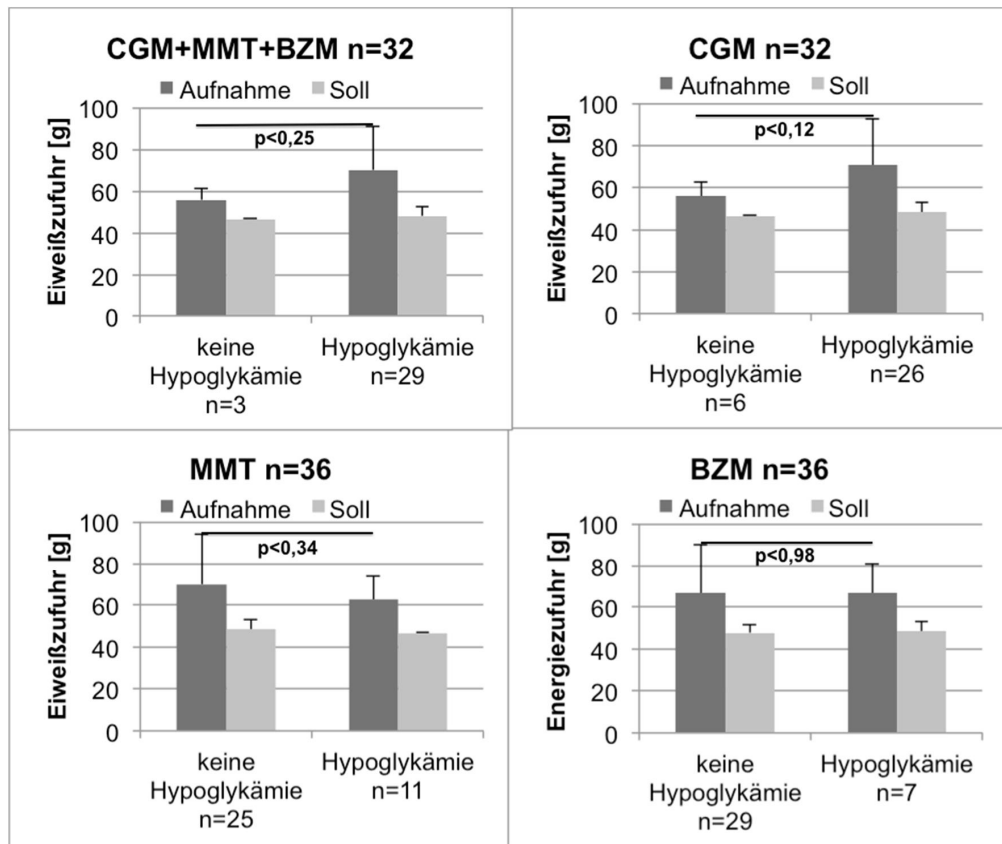
Zwischen Gewichtszunahme und stabilem Gewicht gab es keine Unterschiede bei der durchschnittlichen Aufnahme. Allerdings korrelierte eine größere Gewichtsreduktion mit einer höheren Eiweißzufuhr ($p < 0,02$). Jene ohne Gewichtszunahme nahmen im Durchschnitt $17,1 \pm 4,5\text{E}\%$ Eiweiß zu sich und jene mit $15,6 \pm 2,2\text{E}\%$ ($p < 0,53$).

Beim Vergleich der verschiedenen Messmethoden und den PatientInnen mit und ohne Hypoglykämien wurden keine signifikanten Divergenzen gefunden (Abb. 4.20). Allerdings lag die Eiweißzufuhr gemessen an der Gesamtenergiezufuhr bei jenen ohne Hypoglykämien höher, als bei jenen mit Hypoglykämien. Die absolute Aufnahme war bei allen drei Messmethoden gemeinsam betrachtet und bei der CGM bei jenen mit Hypoglykämien höher,

Resultate

beim MMT und bei der BZM war dies umgekehrt. Bei allen drei Methoden gemeinsam aßen jene ohne Hypoglykämien $120,0 \pm 12,8\%$ ($17,0 \pm 4,7\%$ E%) der DACH-Referenzwerte und jene mit $144,8 \pm 38,8\%$ ($15,2 \pm 2,7\%$ E%) ($p < 0,25$), bei der CGM jene ohne $120,0 \pm 15,1\%$ ($17,8 \pm 4,3\%$ E%) und jene mit $145,1 \pm 40,7\%$ ($15,1 \pm 2,8\%$ E%) ($p < 0,12$), beim MMT jene ohne $143,3 \pm 46,2\%$ ($15,7 \pm 3,4\%$ E%) und jene mit $133,7 \pm 23,6\%$ ($15,2 \pm 2,9\%$ E%) ($p < 0,34$) und bei der BZM jene ohne $138,8 \pm 44,3\%$ ($16,2 \pm 3,7\%$ E%) und jene mit $136,6 \pm 24,6\%$ ($14,5 \pm 2,4\%$ E%) ($p < 0,98$).

Es gab auch keine signifikanten Differenzen zwischen den Gruppen mit unterschiedlichen Häufigkeiten an Hypoglykämien. Jedoch hatte die Gruppe ohne Hypoglykämien prozentuell an der Gesamtenergiezufuhr eine höhere Aufnahme, als jene mit Hypoglykämieereignissen ($p < 0,07$) (Tab. 4.3). Die empfohlene Mindestmenge von 60g wurde nur in der Gruppe ohne Hypoglykämien nicht erreicht [AILLS, et al., 2008; MECHANICK, et al., 2013]. Diese Gruppe erreichte eine Eiweißaufnahme von $107,2 \pm 27,0\%$ der DACH-Referenzwerte. Die Gruppe mit einer Hypoglykämie aß $151,8 \pm 32,3\%$ der Empfehlungen der DACH, die zwischen 2-4 $148,7 \pm 57,3\%$ und die zwischen 5-10 $135,4 \pm 19,3\%$. Betrachtet man die Gruppen mit Hypoglykämien gemeinsam und die ohne Hypoglykämien gab es signifikante Unterschiede bei der absoluten Aufnahme, bei den Energieprozent und bei den Abweichungen von den DACH-Referenzwerten. Prozentuell an der Gesamtenergieaufnahme war die Aufnahme bei jenen ohne Hypoglykämien höher ($18,7 \pm 4,4\%$ E%), als bei jenen mit ($15,1 \pm 2,7\%$ E%) ($p < 0,01$). Die absolute Menge war allerdings bei jenen mit Hypoglykämien höher ($p < 0,01$), weshalb diese $145,8 \pm 40,1\%$ der DACH-Referenzwerte aßen und jene ohne $107,2 \pm 27,0\%$ ($p < 0,02$).



CGM...kontinuierliche Glukosemessung, BZM...Blutzuckermessung mittels Fingerstich, MMT...Mixed Meal Tolerance Test, Soll...DACH-Referenzwerte nach Altersgruppen (PAL 1,4)

Abbildung 4.20: Eiweißzufuhr im Vergleich der verschiedenen Messmethoden [DACH, 2013]

Zwischen den beiden Altersgruppen gab es signifikante Unterschiede bei der absoluten Aufnahme und den Energieprozent. Die ältere Altersgruppe konnte im Durchschnitt die Empfehlung von 60g pro Tag nicht erreichen [AILLS, et al., 2008; MECHANICK, et al., 2013]. Die Energieprozent betrachtet hatten die Älteren allerdings eine höhere Aufnahme ($17,3 \pm 3,4\%$), als die Jüngeren ($15,0 \pm 3,3\%$) ($p < 0,02$). Beim Vergleich mit den DACH-Empfehlungen war dies umgekehrt ($116,1 \pm 30,7\%$ vs. $150,3 \pm 40,6\%$) [DACH, 2013] (Abb. 4.21).

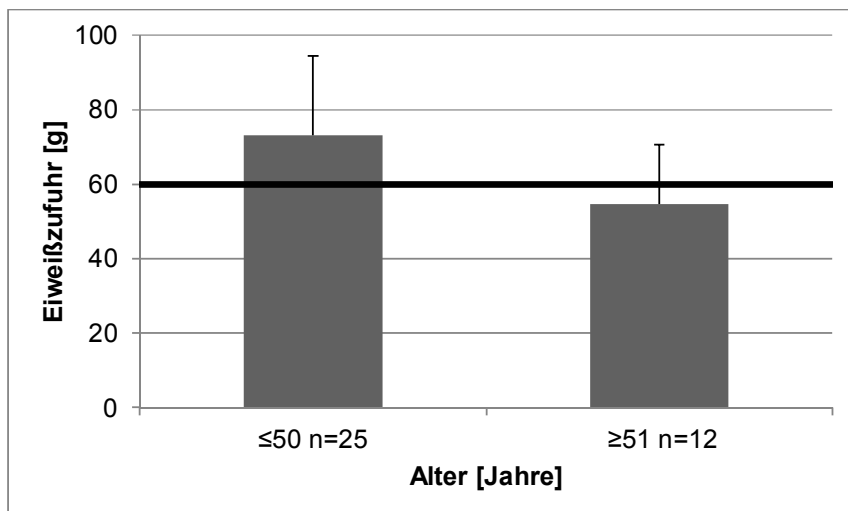


Abbildung 4.21: Eiweißzufuhr der verschiedenen Altersgruppen (n=37)
[AILLS, et al., 2008; MECHANICK, et al., 2013]

4.3.9 Alkohol

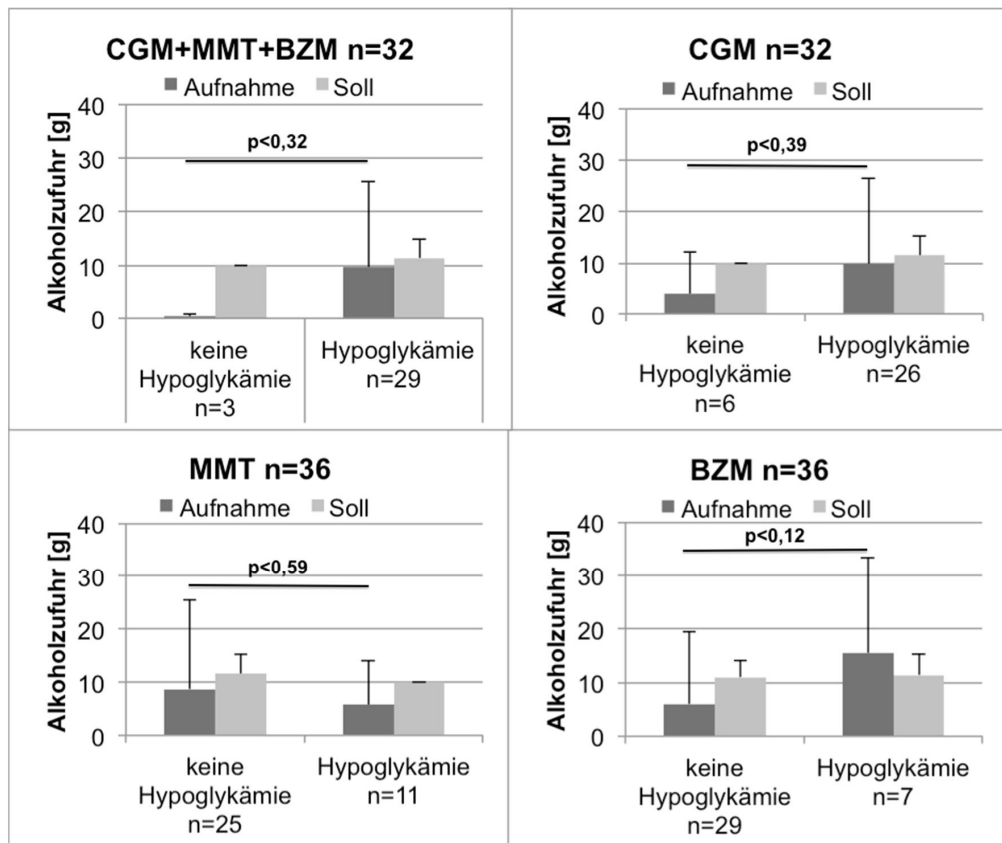
Alkohol wurde im Mittel $7,6 \pm 14,5$ g zugeführt. Dies entsprach $60,0 \pm 90,4\%$ der empfohlenen 10g für Frauen und 20g für Männer der DACH [DACH, 2013].

Es gab keinen Unterschied zwischen gewichtsstabilen TeilnehmerInnen und jenen die Gewicht zugenommen hatten ($7,5 \pm 15,0$ g vs. $7,8 \pm 15,6$ g) ($p < 0,96$), auch zwischen den verschiedenen Gruppen der Gewichtszunahme wurde keine signifikante Divergenz gefunden ($p < 0,71$).

Alle drei Messmethoden gemeinsam betrachtet gab es keine Unterschiede zwischen jenen mit und ohne Hypoglykämien (Abb. 4.22). Allerdings war die Aufnahme bei jenen mit Hypoglykämien bei CGM und BZM höher, als bei jenen ohne Hypoglykämien. Beim MMT war dies umgekehrt, die PatientInnen mit Hypoglykämien nahmen $58,5 \pm 82,6\%$ der DACH-Referenzwerte auf und jene ohne $63,1 \pm 96,2\%$. Bei der CGM führten jene mit $75,6 \pm 96,8\%$ zu und jene ohne $37,5 \pm 83,8\%$ ($p < 0,39$).

Zwischen PatientInnen mit und ohne Hypoglykämien, bei der Messung von CGM und BZM gemeinsam, gab es keine signifikanten Unterschiede. Allerdings

war die Zufuhr in der Gruppe mit Hypoglykämien deutlich höher ($73,7 \pm 95,5\%$ der DACH-Referenzwerte), als bei jenen ohne Hypoglykämien ($28,2 \pm 72,9\%$) ($p < 0,26$). Zwischen den Gruppen mit unterschiedlich häufigen Hypoglykämien gab es ebenfalls keine signifikanten Unterschiede bei der absoluten Aufnahme ($p < 0,30$). Jene ohne Hypoglykämien nahmen im Mittel $28,2 \pm 72,9\%$ der DACH-Referenzwerte auf, jene mit einer Hypoglykämie $52,4 \pm 110,8\%$ ($p < 0,89$ im Vergleich zur Gruppe ohne Hypoglykämien), jene mit 2-4 $49,5 \pm 63,2\%$ ($p < 0,92$). Nur jene mit 5-10 Hypoglykämien überschritten die Empfehlungen (10g/d für Frauen, 20g/d für Männer) mit $128,0 \pm 99,4\%$ ($p < 0,08$) [DACH, 2013].



CGM...kontinuierliche Glukosemessung, BZM...Blutzuckermessung mittels Fingerstich, MMT...Mixed Meal Tolerance Test, Soll...DACH-Referenzwerte

Abbildung 4.22: Alkoholzufuhr im Vergleich der verschiedenen Messmethoden [DACH, 2013]

Resultate

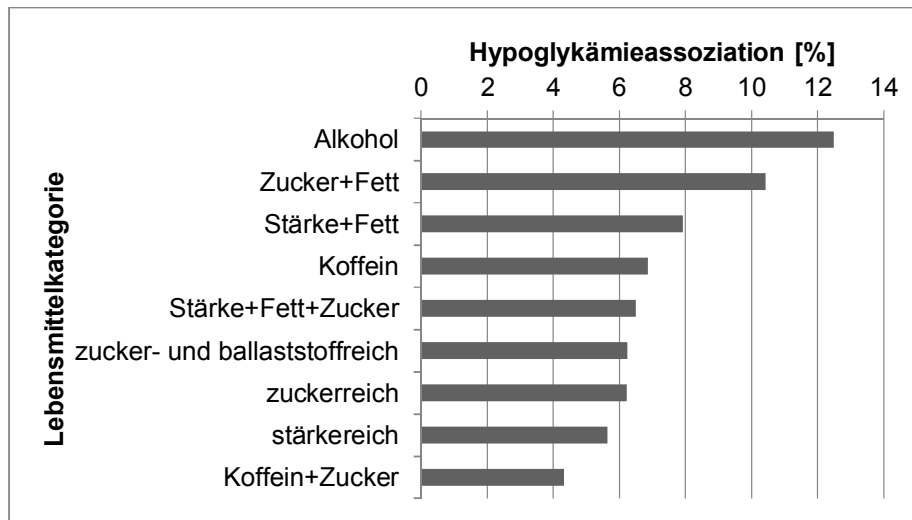
Zwischen den Altersgruppen gab es keinen signifikanten Unterschied bei der Aufnahme von Alkohol. Allerdings hatten die Jüngeren eine höhere Aufnahme ($9,1 \pm 16,9\text{g}$, $66,2 \pm 98,5\%$ der DACH-Empfehlungen) als die Älteren ($4,7 \pm 7,3\text{g}$, $47,1 \pm 72,7\%$) ($p < 0,40$).

4.4 Triggerlebensmittel

Durch den Vergleich der Ernährungsprotokolle mit den Blutzuckermessungen konnten fünfzehn Lebensmittelkategorien definiert werden, die mit Hypoglykämien assoziiert wurden. Der durchschnittliche Kohlenhydratgehalt einer Mahlzeit, die mit einer Hypoglykämie assoziiert werden konnte, war $30,6 \pm 32,9\text{g}$. Der von jenen Mahlzeiten, die nicht mit einer Hypoglykämie in Verbindung gebracht wurden war $38,2 \pm 38,2\text{g}$.

Saccharide ($11, \pm 19,7\text{g}$ vs. $10,8 \pm 16,7\text{g}$) waren in jenen Mahlzeiten, die Hypoglykämien auslösten mehr enthalten ($11,5 \pm 19,7\text{g}$ vs. $11,9 \pm 17,0\text{g}$) ($p < 0,89$). Stärke enthielten jene Mahlzeiten, die keine Unterzuckerung auslösten mehr ($20,3 \pm 15,4\text{g}$) ($p < 0,09$). Jedoch war der prozentuelle Anteil an Sacchariden am Gesamtkohlenhydratgehalt bei Mahlzeiten, die mit Hypoglykämien assoziiert wurden, höher ($49,8 \pm 39,7\%$), als bei Mahlzeiten, die nicht damit in Verbindung gebracht wurden ($38,1 \pm 41,0\%$) ($p < 0,21$).

Der Gehalt an Ballaststoffen war auch etwas höher mit $2,6 \pm 3,1\text{g}$ gegenüber $2,5 \pm 2,6\text{g}$ in Mahlzeiten, die Hypoglykämien auslösten ($p < 0,64$). Der Alkoholgehalt war im Durchschnitt bei hypoglykämieassoziierten Mahlzeiten höher ($1,8 \pm 7,0\text{g}$), als bei jenen, die nicht mit einer Hypoglykämie in Verbindung gebracht wurden ($1,3 \pm 7,5\text{g}$) ($p < 0,61$).



zuckerreich...saccharidreich, Zucker...Saccharose

Abbildung 4.23: Hypoglykämie-assoziierte Anteil am gesamten Vorkommen der Lebensmittelkategorien

Die Lebensmittelkategorien, die am Häufigsten mit einer Hypoglykämie in Verbindung gebracht wurden waren „stärkereich“, „Koffein“ und „saccharidreich“. In der Abbildung 4.23 wurden nur jene Kategorien beachtet, die mindestens fünf Mal mit einer Unterzuckerung in Verbindung gebracht wurden. Hier wurde der Anteil, der mit einer Hypoglykämie assoziiert wurde, am gesamten Vorkommen jeder Lebensmittelkategorie dargestellt.

Eine signifikante Assoziation der Lebensmittelkategorien mit den Hypoglykämien konnte nur bei Alkohol gefunden werden ($p < 0,04$). Der Konsum erhöhte die Chancen auf eine Hypoglykämie um 134,2% (OR 2,34; CI95% [1,03; 5,33]). Auch die Kategorien „Saccharose+Fett“ (OR 1,91; CI95% [0,96; 3,80]; $p < 0,07$), „saccharid- und ballaststoffreich“ (OR 1,09; CI95% [0,57; 2,09]; $p < 0,79$), „Koffein“ (OR 1,21; CI95% [0,77; 1,90]; $p < 0,42$) und „Alkohol+Saccharose“ (OR 1,49; CI95% [0,19; 11,68]; $p < 0,70$) zeigten erhöhte Chancen, waren allerdings nicht signifikant.

Die aufgenommenen Mengen an Alkohol, Sacchariden, Kohlenhydraten und Ballaststoffen zeigten keine Assoziation mit Hypoglykämien. Nur die Menge an

Resultate

Stärke pro Mahlzeit war für das Auftreten von Hypoglykämien bedeutend ($p < 0,04$).

Jedoch gab es in der Kategorie „saccharidreich“ einen signifikanten Unterschied zwischen jenen Lebensmitteln, die mit einer Hypoglykämie assoziiert wurden, und jenen, die nicht damit in Verbindung gebracht wurden ($p < 0,05$). Die durchschnittliche Gesamtmenge an Saccharide in einem saccharidreichen Lebensmittel, das mit einer Unterzuckerung verbunden wurde, war $1,5 \pm 6,1\text{g}$ und in Lebensmitteln ohne Assoziation $0,2 \pm 2,1\text{g}$.

Auch in der Kategorie „stärkereich“ wurden signifikante Unterschiede bei Stärke ($p < 0,02$), Kohlenhydraten ($p < 0,04$) und Energie ($p < 0,03$) gefunden. Wobei hier hypoglykämieassoziierte Lebensmittel weniger Energie ($120,8 \pm 53,9\text{kcal}$ vs. $154,3 \pm 86,0\text{kcal}$), Kohlenhydrate ($23,9 \pm 10,9\text{g}$ vs. $30,6 \pm 18,0\text{g}$) und Stärke ($20,6 \pm 10,8\text{g}$ vs. $28,1 \pm 17,5\text{g}$) enthielten.

In der Kategorie „Stärke+Fett“ wurden Unterschiede beim Saccharidgehalt der Lebensmittel gefunden ($p < 0,00$). In jenen Lebensmittel, die mit Hypoglykämien verknüpft wurden, war der Gehalt $284,6 \pm 550,7\text{mg}$ und in jenen, die nicht mit Hypoglykämien assoziiert waren $9,2 \pm 69,1\text{mg}$. Setzt man die Nährstoffmengen in Relation zur gegessenen Menge waren die Unterschiede bei Sacchariden ($p < 0,00$), Cholesterin ($p < 0,02$), Fett ($p < 0,01$) und Energie ($p < 0,01$) signifikant. Lebensmittel, die mit Hypoglykämien assoziiert waren, enthielten deutlich weniger Fett ($4,7 \pm 5,7\text{g}$), als jene, die nicht mit Hypoglykämien verknüpft wurden ($12,3 \pm 14,0\text{g}$). Der Gehalt an Energie war bei jenen Lebensmitteln, die nicht mit Hypoglykämien assoziiert waren höher ($233,3 \pm 210,1\text{kcal}$), als bei den anderen ($131,6 \pm 98,8\text{kcal}$).

Bei der Kategorie „Stärke+Fett+Protein+Ballaststoffe“ waren die Unterschiede bei Sacchariden, Stärke und Ballaststoffen signifikant, wenn man die Nährstoffmengen zu den Aufnahmemengen in Relation setzte. Hypoglykämieassoziierte Lebensmittel enthielten mehr Saccharide ($4,3 \pm 0,7\text{g}$), als nicht assoziierte Lebensmittel ($3,5 \pm 1,1\text{g}$) ($p < 0,01$). Auch Stärke ($53,0 \pm 8,3\text{g}$ vs. $44,1 \pm 17,3\text{g}$) ($p < 0,02$) und Ballaststoffe ($4,3 \pm 0,7\text{g}$ vs. $3,5 \pm 1,1\text{g}$) ($p < 0,01$) waren mehr enthalten.

In der Kategorie „Stärke+Fett+Saccharose“ gab es signifikante Unterschiede der Gehalte an Fett und Energie relativiert zur Aufnahmemenge. Die Menge an Fett in hypoglykämieassoziierten Lebensmitteln war deutlich geringer ($6,1 \pm 4,2\text{g}$), als in jenen die nicht in Verbindung gebracht wurden ($11,6 \pm 11,3\text{g}$) ($p < 0,01$). Dadurch war der Energiegehalt in Lebensmittel ohne Hypoglykämieassoziation höher ($248,2 \pm 202,8\text{kcal}$), als in jenen die verknüpft wurden ($182,9 \pm 114,0\text{kcal}$) ($p < 0,02$).

„Stärkereich“ war die am häufigsten vorkommende Lebensmittelkategorie in Assoziation mit Hypoglykämien, jedoch die längste Hypoglykämie kam in der Kategorie „Protein + Saccharose“ mit einer Dauer von 340 Minuten vor. Darauf folgte die Kategorie „Stärke+Fett+Protein+Ballaststoffe“ mit durchschnittlich $257,5 \pm 116,7$ Minuten, „Alkohol“ mit $81,4 \pm 66,6$ Minuten und „saccharidreich“ mit $71,3 \pm 84,5$ Minuten.

5 Diskussion

Diese Studie untersuchte, ob es Lebensmittel gibt, die nach Roux-en-Y-Bypass-Operationen als Auslöser für Hypoglykämien beschrieben werden können. Außerdem wurden die Auswirkungen von Nüchternphasen auf die Entstehung von Hypoglykämien untersucht. Sie war die erste Untersuchung, die kontinuierliche Blutzuckermessungen mit gleichzeitigen Ernährungsschätzprotokollen nach Roux-en-Y-Operationen verglich. Das Hauptziel dieser Masterarbeit war es die derzeitigen Empfehlungen zur Ernährung nach bariatrischen Eingriffen im Bezug auf Lebensmittel zur Vermeidung von Hypoglykämien konkretisieren zu können. Außerdem wurde im Rahmen dieser Arbeit ein Fragebogen zur Risikoeinschätzung von auftretenden Hypoglykämien nach Magenbypass-Operationen auf dessen Aussagekraft getestet.

HypoglykämiepatientInnen konsumieren mehr Energie, Kohlenhydrate, Alkohol, Cholesterin, Fett, Zucker und Stärke und weniger Eiweiß und Ballaststoffe als jene ohne Hypoglykämien.

Eine eindeutige Aussage bezüglich Triggerlebensmittel für Hypoglykämien konnte nicht getroffen werden. Jedoch war es möglich Lebensmittel zu definieren, die mit Hypoglykämien assoziiert werden konnten. Auch über die Auswirkung der Nüchternphasen konnte eine Aussage getroffen werden.

Für eine fundierte Aussage über den Zusammenhang von Lebensmitteln mit dem Auftreten von Hypoglykämien ist jedoch ein größeres PatientInnenkollektiv notwendig.

5.1 Limitationen der Studie

Diese Masterarbeit war ein Pilotprojekt aus den erfassten Daten der Studie „Hypoglycemia after Roux-en-Y Gastric Bypass – Detection Rate of Continuous Glucose Monitoring (CGM) vs. Mixed Meal Test vs. Scheduled Glucometer Measurements“. Von den 54 StudienteilnehmerInnen hatten jedoch lediglich 43 Personen alle Daten, die zur Assoziation der Hypoglykämien mit den

Lebensmitteln dienten (Abb. 4.1&4.2). Von diesen hatten 31 im Durchschnitt $3,5 \pm 2,8$ Unterzuckerungen. Außerdem wurden lediglich PatientInnen in die Studie aufgenommen, die im AKH Wien zur Nachsorgenkontrolle gehen. So konnten nur jene ProbandInnen erfasst werden, die die Nachsorgenkontrollen in Anspruch nehmen. Durch die kleine Studienpopulation gibt es Einschränkungen bei der Signifikanz der Ergebnisse und generalisierbare Aussagen können nur bedingt getroffen werden.

Eine weitere Limitierung war, dass durch fehlende Blutzuckermessungen mittels Fingerstich die Kalibrierung der Messgeräte zur kontinuierlichen Glukosemessung teilweise nicht ausreichend erfolgte. Zum einen müssen für die Kalibration mindestens drei Messwerte mittels Fingerstich erhoben werden um exakte Ergebnisse zu erzielen. Zum anderen werden ausschließlich Blutzuckerwerte zwischen 40 und 400 mg/dl in die Kalibration miteinbezogen [MEDTRONIC, 2010].

Eine mögliche Erklärung für die nicht durchgeführten Messungen könnte das fehlende Verständnis für die zusätzlichen Messungen sein [GIVEN, et al., 2013]. Außerdem kann die fehlende Routine zu Fehlmessungen führen, besonders wenn die Messungen außerhalb des gewohnten Umfelds durchgeführt werden müssen. Dies könnte zu verfälschten Ergebnissen durch eine falsche Handhabung des Contour TS®, wie kein Händewaschen vor der Messung, Nichteinhaltung der vorgegebenen Messzeitpunkte, Missachtung von Fehlmessungen, etc. führen. [HUNTSMAN, et al., 2014; VINCZE, et al., 2004]. Weiters bedeutet die Fingerstich-Methode für viele PatientInnen eine Überwindung, da der Stich einen kleinen Schmerz verursacht. Dies führte bei einigen PatientInnen zu fehlenden Messwerten, wodurch keine Assoziation von Blutzuckerwerten und Lebensmitteln vorgenommen werden konnte.

Um solche Fehler zu vermeiden, wurde im Vorhinein eine genau Einschulung mit dem Umgang der Stechhilfe und dem Messgerät selber gegeben und über die Wichtigkeit dieser Messungen für die Ergebnisse der kontinuierlichen Glukosemessung aufgeklärt. Vorab wurden einige Messungen mit den

Diskussion

PatientInnen gemeinsam durchgeführt um das Verständnis für die Funktionsweise zu überprüfen.

Ein weiterer Parameter zur Bestimmung der Exaktheit der Ergebnisse des iPro2® ist die AUC. Zieht man in Betracht, dass Werte unter 40 mg/dl nicht mehr genau sind, so liefert dieser Wert verfälschte Ergebnisse für die Beurteilung der Hypoglykämien, da die Differenzen zum Grenzwert verfälscht sind. Dies führt zu höheren Abweichungen bei den Messungen von Hypoglykämien als bei Euglykämien [KROPFF, et al., 2014].

Außerdem wird vom iPro2® nicht der Blutzuckerspiegel bestimmt, der für die Beurteilung im medizinischen Bereich verwendet wird, sondern die Gewebsglukose. Zur Umrechnung in Blutglukose sind Algorithmen notwendig, die zusätzliche Ungenauigkeit der Ergebnisse zur Folge haben. Es wird angenommen, dass etwa nur 50% der Hypoglykämien richtig erfasst werden mit kontinuierlichen Glukosemesssystemen. Physiologisch sind die Glukoseschwankungen im Plasma insulinabhängig. Das bedeutet, dass unter niedrigen Plasmainsulinkonzentrationen eine Hypoglykämie nur wegen der Unterdrückung der hepatischen Glukoseproduktion entsteht und somit die Glukosekonzentration vorher im Plasma abfällt und dann erst im Interstitium. Bei einer hohen Insulinkonzentration im Plasma bei der postprandialen Insulinausschüttung ist die Hypoglykämie eine Folge der Unterdrückung der hepatischen Glukoseproduktion, aber auch wiederum des Anstiegs durch die periphere Glukoseaufnahme ins Plasma in Muskel und Fett. In diesem Fall ist die Glukose vorher im Interstitium niedrig [ROSSETTI, et al., 2010].

Außerdem werden Blutzuckermessgeräte für Diabetiker entwickelt und sind deshalb eher für höhere Glukosewerte kalibriert. Eine Studie mit dem Contour TS® zeigte allerdings auch bei niedrigen Messwerten gute Ergebnisse. 97,1% lagen in Zone A der Error-Grid-Analyse [FRANK, et al., 2011]. Beim iPro®-System entsprachen 88,7% der Messwerte zwischen 40-80mg/dl den Referenzwerten mit einer maximalen Abweichung von 20 mg/dl. 99,0% der Messungen waren in Zone A oder B bei der Error-Grid-Analyse [WELSH, et al., 2012].

Aus anderen Studien ist bekannt, dass kontinuierliche Blutzuckermessgeräte unter hypoglykämischen Bedingungen keine exakten Ergebnisse liefern [GANDHI, et al., 2011; KROPFF, et al., 2014].

Ein großer Vorteil der kontinuierlichen Blutzuckermessung, der für diese Studie von besonderer Relevanz war, ist die konstante Aufzeichnung des Glukosespiegels während des ganzen Tages und auch während der Nacht. Nur so konnten alle Hypoglykämien erfasst werden, sowohl postprandiale, nächtliche und auch in Nüchternphasen [BLEVINS, et al., 2010; LIEBL, et al., 2013]. Auch jene Unterzuckerungen, die von den TeilnehmerInnen nicht wahrgenommen wurden, konnten aufgezeichnet und ausgewertet werden.

Trotz den Schwierigkeiten und Ungenauigkeiten, die die kontinuierliche Glukosemessung aufweist, gilt sie als Goldstandard bei der Untersuchung von Hypoglykämien unter „real-life“-Bedingungen, da sie einen Überblick über die Glukoseschwankungen im Tagesverlauf gibt und alle klinisch relevanten Hypoglykämien misst.

Um eine Assoziation von Lebensmitteln und Hypoglykämien herstellen zu können, wurde während der kontinuierlichen Glukosemessung ein Ernährungsschätzprotokoll erhoben.

Durch die gleichzeitige Aufzeichnung von Blutzuckermessung und Ernährungsprotokollen war die Assoziation der Lebensmittel und Hypoglykämien möglich. Ein Nachteil war allerdings, dass nicht alle StudienteilnehmerInnen ein Ernährungsprotokoll geschrieben und mitgebracht haben.

Ernährungsschätzprotokolle haben auch einige Nachteile, die die Ergebnisse negativ beeinflussen können. Durch das Niederschreiben der konsumierten Lebensmittel verändern PatientInnen oftmals die Essgewohnheiten, sowohl unbewusst als auch bewusst, um schlechte Gewohnheiten zu verbergen. Außerdem ist für die Durchführung eine große Motivation notwendig um auch Lebensmittel, die außer Haus oder zwischendurch verzehrt werden, zu erfassen und sie ist ein großer zeitlicher Aufwand. Dies könnte zu Underreporting und somit verfälschten Ergebnissen führen. Überdies ist eine genaue Schulung der

Diskussion

PatientInnen erforderlich, damit alle gewünschten Informationen gesammelt werden [SHIM, et al., 2014]. Die PatientInnen bekamen vor dem Aushändigen der Protokolle eine genaue Erklärung zur Dokumentation ihrer Essgewohnheiten und wurden angehalten ihr normales Essverhalten beizubehalten. In den Auswertungen wurden außerdem jene PatientInnen mit einem Verhältnis individuellen Energiezufuhr zur Energiesollzufuhr zwischen 90-110% ausgeschlossen um den Bias des Underreportings zu eliminieren.

In dieser Studie waren Mengenangaben in den Ernährungsprotokollen teilweise sehr ungenau, sowie auch die Angabe der genauen Verzehrszeit. Allgemein konnten die in Haushaltsmengen angegebenen Verzehrmenen, wie in anderen Studien, nur als Durchschnittswert angenommen werden. So kann man die Ergebnisse gut mit anderen Studien vergleichen, da diese meist ähnlich vorgehen [SOARES, et al., 2014]. Außerdem wurden alle Ernährungsprotokolle mit den PatientInnen gemeinsam nachbesprochen um fehlende Informationen einzuholen.

Eine weitere Limitierung ist, dass PatientInnen oft erst retrospektiv die verzehrten Lebensmittel protokollieren und nicht zum tatsächlichen Verzehrszeitpunkt. Speziell Nahrungsmittel, die zwischendurch gegessen werden, werden dabei oft vergessen, wodurch ein Underreporting zustande kommt. Durch eine gemeinsame Kontrolle des Protokolls mit den PatientInnen können solche Verzerrungen minimiert werden [AMBROSINI, et al., 2011; SHIM, et al., 2014]. In dieser Studie wurden Getränke oft als Summe am Ende des Tages notiert, weshalb der genaue Zeitpunkt der Aufnahme nicht eruiert werden konnte. Auch bei Mahlzeiten fehlten teilweise die Angaben der Uhrzeit. In welchem Ausmaß allerdings Mahlzeiten nicht aufgezeichnet wurden oder das Ernährungsverhalten verändert wurde, konnte nicht festgestellt werden. Durch die Nachbesprechung direkt bei der Abgabe wurden allerdings etwaige fehlende Informationen noch nachträglich beschafft und konnten dadurch vermindert werden. Auch bei der Auswertung wurde das Underreporting, wie weiter oben beschrieben, beachtet.

Ernährungsprotokolle sind, wie bereits oben erwähnt, mit einigen Einschränkungen verbunden. Die Anforderung an die PatientInnen war ein 5-tägiges Ernährungsschätzprotokoll zu führen. Der zeitliche Rahmen wurde gewählt um eine Abnahme der Compliance während des Studienzeitraums zu verhindern, jedoch einen guten Überblick über das Ernährungsverhalten der TeilnehmerInnen zu erhalten. Ohnedies wird dieses bereits durch das Protokollieren allein in Form der Lebensmittelauswahl und Verzehrmenge verändert [COULSTON, et al., 2013].

Die genaue Beschreibung der Mahlzeiten und der Menge erfordert eine hohe Compliance und eine sehr gute Schulung der PatientInnen. Eine genaue Beschreibung der Lebensmittel und der verzehrten Mengen sind für die Weiterverarbeitung der Daten unabdingbar. [COULSTON, et al., 2013; SHIM, et al., 2014]. Sie wurden aufgefordert Zutaten bei selbstgemachten Speisen, Markennamen der Lebensmittel, Fettgehalte der Produkte, etc. genau und zum Verzehrzeitpunkt zu protokollieren. Überdies enthielt jedes ausgehändigte Protokoll eine genaue Beschreibung. Einige StudienteilnehmerInnen konnten diese Anforderungen nicht genau erfüllen, weshalb Verzehrsmengen nur geschätzt werden konnten. Jedoch wurde die Auswertung der Ernährungsschätzprotokolle nur von einer Person (Catherina Prüser) vorgenommen, um beim Codieren der Lebensmittel und der Einschätzung der Verzehrsmengen größerer Unterschiede zu minimieren.

Im Allgemeinen liefern Ernährungsschätzprotokolle allerdings einen sehr guten Einblick in das Ernährungsverhalten der untersuchten Personen, da die offene Methode keine Einschränkung der Lebensmittelauswahl darstellt und eine sehr individuelle Beschreibung der Verzehrsgewohnheiten möglich ist [COULSTON, et al., 2013; PRENTICE, et al., 2011].

Außerdem lassen sich die Ergebnisse gut mit anderen Studien vergleichen, die die Verzehrsgewohnheiten ebenfalls häufig mit Ernährungsschätzprotokollen untersuchen [JEFFREYS, et al., 2012; SOARES, et al., 2014; SOVIK, et al., 2013].

5.2 Charakteristika der PatientInnen

Der hohe Anteil an Frauen in der Masterarbeit (90,7 %) lässt eine Verallgemeinerung der Ergebnisse auf beide Geschlechter nur schwer zu. Jedoch ist ein erhöhter Frauenanteil in Studien zu bariatrischer Chirurgie meist der Fall [BOTROS, et al., 2014; DISSE, et al., 2014; FUNK, et al., 2014; NEFF, et al., 2014; SCHAUER, et al., 2012; SJÖSTRÖM, 2013]. Es ist bekannt, dass sich Frauen häufiger als Männer einer bariatrischen Chirurgie unterziehen [SJÖSTRÖM, 2013]. Durch die Überrepräsentation der Frauen in dieser Population sind die Ergebnisse für bariatrische PatientInnen daher trotzdem relevant.

Die Zeit von der Operation bis zum Erhebungsdatum lag zwischen 39 und 90 Monaten, was die Vergleichbarkeit der Studienpopulation und mit anderen Hypoglykämiestudien erschwert, da diese oftmals einen Zeitpunkt des Follow-Ups definieren [DISSE, et al., 2014; HERMAN, et al., 2014; HIMPENS, et al., 2012].

In einigen Studien wird beschrieben, dass der maximale Gewichtsverlust ein bis zwei Jahre nach dem Eingriff erreicht ist und nach acht bis zehn Jahren das Gewicht stabil bleibt [HIMPENS, et al., 2012; KHWAJA AND BONANOMI, 2010; SJÖSTRÖM, 2013]. In der vorliegenden Untersuchung lag der größte Gewichtsverlust bei $35,0 \pm 11,7\%$. Dies ist mit den Ergebnissen von verschiedenen anderen Studien gut vergleichbar, die zwischen 25 und 43 % maximalem Gewichtsverlust liegen [DISSE, et al., 2014; FARIA, et al., 2010; HERMAN, et al., 2014; HIMPENS, et al., 2012; SJÖSTRÖM, 2013].

Jedoch nahmen die StudienteilnehmerInnen durchschnittlich wieder $5,7 \pm 6,6\text{kg}$ an Gewicht zu. Bei der Datenerhebung war der BMI $32,9 \pm 6,4\text{kg/m}^2$ und die Operation lag im Durchschnitt $71,7 \pm 9$ Monate zurück. Dies entspricht einem Gewichtsverlust von $30,4 \pm 12,2\%$. In der SOS-Studie wird nach zehn Jahren ein Gewichtsverlust von $25 \pm 11\%$ angegeben und Himpens et al. berichten von einem BMI von $30 \pm 6\text{kg/m}^2$ nach neun Jahren und Freire et al. von $37,8 \pm 6,3\text{kg/m}^2$ nach über fünf Jahren [FREIRE, et al., 2012; HIMPENS, et al., 2012; SJÖSTRÖM, 2013]. Würden die PatientInnen dieser Untersuchung noch an

Gewicht zunehmen und den Wert der SOS-Studie erreichen, so würden sie deutlich über dem ermittelten BMI von Himpens et al. liegen.

Der BMI vor der Operation lag in dieser Studienpopulation bei $47,9 \pm 7,5 \text{ kg/m}^2$. Dies ist im Vergleich zu anderen Studien sehr ähnlich [MINGRONE, et al., 2012; NEFF, et al., 2014] und entspricht den in den Leitlinien beschriebenen Indikationen [CA-ADIP, 2010; FRIED, et al., 2014; MECHANICK, et al., 2013]. Überdies werden in Österreich ab einem BMI von 40 kg/m^2 , beziehungsweise 35 kg/m^2 mit Komorbiditäten, die Kosten für die Behandlung von der Krankenkassa übernommen.

5.3 Hypoglykämien

Die Diskussion über Hypoglykämien nach bariatrischen Operationen tritt in der Literatur immer häufiger auf. Zwar wurde bei symptomatischen Hypoglykämien nur eine Prävalenz von 0,2-1% festgestellt, allerdings wurde diese meist nur durch selbstberichtete Daten oder diagnostizierte Daten von schweren Fällen im Krankenhaus ermittelt [DE HEIDE, et al., 2012; FOSTER-SCHUBERT, 2011; MARSK, et al., 2010; PATTI AND GOLDFINE, 2014; RITZ AND HANAIRE, 2011; SARWAR, et al., 2014b]. Jedoch werden durch diese Erhebungsmethode nur jene PatientInnen erfasst, die die Hypoglykämien wahrnehmen. Jene Personen, die asymptotische Hypoglykämien haben, können nur mit Hilfe von Glukosemessungen erfasst werden.

Foster-Schubert berichtete von einer Annahme von über 30 % mit asymptotischen Hypoglykämien [FOSTER-SCHUBERT, 2011]. Um einen genauen Überblick über den Zuckerspiegel im Tagesverlauf zu erhalten ist eine kontinuierliche Blutzuckermessung notwendig, diese wurde neben der Vorliegenden nur in wenigen Studien durchgeführt. Hanaire et al. fanden durch diese Messung heraus, dass 50 % der untersuchten Fälle Hypoglykämien hatten [HANAIRE, et al., 2011; HANAIRE, et al., 2010].

Die Zahlen von diesen Studienergebnissen liegen dabei noch weit darüber. Betrachtet man die Ergebnisse der kontinuierlichen Blutzuckermessung allein,

Diskussion

hatten 73,9% von 46 PatientInnen mindestens einmal eine Hypoglykämie. In der gesamten Studienpopulation wurde bei 68,5% von 52 PatientInnen ein zu niedriger Glukosewert festgestellt, wenn alle drei Messmethoden miteinbezogen werden. Diese Werte liegen deutlich über den bisher ermittelten Ergebnissen und deuten darauf hin, dass Hypoglykämien nach bariatrischen Operationen häufiger als angenommen sind und ihnen mehr Beachtung geschenkt werden muss.

Dafür ist es von besonderer Bedeutung, dass die genaue Pathophysiologie erforscht wird, um eine geeignete Form der Therapie entwickeln zu können. Zum einen wird angenommen, dass durch einer Hyperplasie und Hyperfunktion der Beta-Zellen die gestörte Glukosehomöostase hervorgerufen wird, zum anderen wird die verstärkte Insulin-, GLP-1- und C-Peptid-Antwort auf den raschen und hohen Glukoseanstieg als Grund diskutiert [DE HEIDE, et al., 2012; FOSTER-SCHUBERT, 2011; RITZ AND HANAIRE, 2011; SALEHI, et al., 2014b]. Bislang konnte keine evidenzbasierte Therapie definiert werden.

Bisher wurden Hypoglykämien meist nur in Assoziation mit der Ernährung gesetzt, die Auswirkung von Fastenperioden wurde nur selten beschrieben. Botros et al. führten eine Studie durch, in der die PatientInnen eine Nüchternperiode von 32 Stunden einhalten mussten und alle vier Stunden eine Blutzuckermessung durchgeführt wurde. Bei keiner dieser untersuchten Personen trat während der Untersuchung eine Hypoglykämie auf [BOTROS, et al., 2014]. Auch de Heide et al. beschrieben eine Patientin, die zwar nach dem Konsum von Süßigkeit Unterzuckerungen hatte, jedoch durch Fasten oder vermehrte Anstrengung keine Symptome entwickelte [DE HEIDE, et al., 2012].

Die vorliegende Untersuchung zeigte allerdings andere Ergebnisse. 26,9 % der gemessenen Hypoglykämien wurden mit einer längeren Nüchternphase assoziiert. Eine mögliche Erklärung dafür könnte sein, dass diese Studie unter den „real-life“ Bedingungen stattgefunden hat und die StudienteilnehmerInnen die Zeit nicht in Ruhe verbrachten, außer sie schliefen. In der Zeit zwischen 00:00 und 03:59 stiegen die Chancen auf eine Hypoglykämie um 107,2 %. Die Empfehlung 5-6 Mahlzeiten über den Tag zu essen verhindert längere

Nüchternphasen und könnte Hypoglykämien vorbeugen [MECHANICK, et al., 2013]. Besonders beim verstärkten Auftreten von nächtlichen Unterzuckerungen könnte eine geeignete Spätmahlzeit diese verhindern.

Betrachtet man die Ergebnisse des Fragebogens war die Häufigkeit eines hohen Risikos für eine Hypoglykämie viermal so hoch, wie die befragten Werte zu tatsächlich aufgetretenen Hypoglykämien in der Literatur. Vergleicht man das durch den Fragebogen ermittelte mittlere und hohe Risiko mit den Annahmen für auftretende Hypoglykämien ist das Ergebnis von 26,6 % sehr ähnlich.

Die in dieser Masterarbeit ermittelte Häufigkeit in der Studienpopulation von 68,5 % an gemessenen Hypoglykämien konnte durch den Fragebogen nicht ermittelt werden. Bei jenen PatientInnen, die angaben bereits eine Hypoglykämie diagnostiziert bekommen zu haben, zeigte der Fragebogen kein hohes Risiko für Hypoglykämien an, was wiederum mit der fehlenden Wahrnehmung zusammen hängen könnte beziehungsweise auch mit der Interpretation als allgemeine Schwäche.

Die Symptome des Früh- und Spätdumpingsyndroms, wie Müdigkeit, Übelkeit, Verwirrtheit, Konzentrationsschwäche, etc. sind sehr ähnlich und können ausschließlich durch den Zeitpunkt des Auftretens unterschieden werden. Hypoglykämien treten aber nur beim Spätdumpingsyndrom auf, das etwa ein bis drei Stunden nach der Nahrungsaufnahme eintritt [LAURENIUS, et al., 2013; RITZ AND HANAIRE, 2011].

Laurenus et al. validierten einen Fragebogen zum Frühdumpingsyndrom, der sehr ähnliche Fragen, wie der hier Untersuchte enthielt. Ein entscheidender Unterschied lag allerdings in der vorhandenen Zeitangabe bei den Fragen von 10-30 Minuten nach der Mahlzeit [LAURENIUS, et al., 2013]. Eine mögliche Ursache für die fehlende Validität des „Fragebogens zur Hypoglykämie bei Zustand nach Magenbypass“ könnte auch die fehlende Definition der Zeit in den Fragen darstellen. Möglicherweise könnten dadurch die Ergebnisse verbessert und die Wahrnehmung der PatientInnen besser erfasst werden.

5.4 Ernährungsverhalten der StudienteilnehmerInnen

Die bariatrische Chirurgie erwies sich in den letzten Jahren als die effektivste Methode zur Gewichtsreduktion bei PatientInnen ab einem BMI ab 40kg/m². Neben dem kleineren Magenvolumen und der geringeren Resorptionsrate, spielen auch anderen Faktoren beim Gewichtsverlust eine Rolle. Viele PatientInnen verändern die Ernährungsgewohnheiten weil bestimmte Lebensmittel nicht gut vertragen werden. Beispielsweise wird Zucker gemieden, wenn es zu Dumping Syndrom Symptomen kommt, wodurch weniger Energie aufgenommen wird.

Außerdem wird durch die Operation weniger Ghrelin ausgeschüttet, das appetitanregend wirkt. Allerdings nehmen einige Personen über zwei Jahre nach der Operation wieder an Gewicht zu. Es gibt mehrere Ansätze um dieses Phänomen zu beschreiben, wie die physiologische Adaptation oder im Vergleich zu präoperativ eine unveränderte Lebensmittelauswahl postoperativ, wie der Konsum von hochkalorischen Flüssigkeiten, Snacks, kohlenhydrat- und zuckerreiche Lebensmittel. Um dies zu vermeiden sind auch nach der Operationen Ernährungsempfehlungen zu beachten, verschiedene Gewohnheiten zu ändern und sportliche Aktivität auszuüben [FARIA, et al., 2010; FORBUSH, et al., 2011]. Obwohl ein Energiedefizit äußerst wichtig für die Gewichtsabnahme ist, entstehen nach einer Roux-en-Y-Bypass-Operation auch öfter verschiedene Nährstoffmängel, da zum einen eine suboptimale Aufnahme erfolgt und zum anderen weniger Nährstoffe resorbiert werden [JEFFREYS, et al., 2012; LIM, et al., 2014; NOVAIS, et al., 2012].

Um das Ernährungsverhalten in dieser Studienpopulation bestimmen zu können, wurden die Ernährungsschätzprotokolle berechnet. Im Folgenden sollen diese durchschnittlichen Aufnahmemengen mit verschiedenen Empfehlungen nach bariatrischen Operationen, anderen Studien, den DACH-Referenzwerten und dem österreichischen Ernährungsbericht verglichen und diskutiert werden.

Die durchschnittliche Energieaufnahme der StudienteilnehmerInnen lag bei 1807±710kcal. Ähnliche Aufnahmemengen, zwischen 1580 und 2320kcal,

findet man auch in anderen Studien wieder [FARIA, et al., 2010; LE ROUX, et al., 2011; MOIZÉ, et al., 2013a].

PatientInnen mit Hypoglykämien hatten im durchschnitt eine deutlich höhere Energiezufuhr ($1933 \pm 658 \text{ kcal}$), als jene ohne Hypoglykämien ($1329 \pm 375 \text{ kcal}$) bei der Messung mit dem iPro2®. Eine mögliche Erklärung dafür könnte sein, dass jene mit Hypoglykämien mehr Kohlenhydrate aßen ($45,8 \pm 10,2\%$ vs. $41,3 \pm 6,9\%$) und im Vergleich weniger Kalorien in Form von Eiweiß ($15,1 \pm 2,8\%$ vs. $17,8 \pm 4,3\%$) und Fett ($34,9 \pm 8,5\%$ vs. $37,1 \pm 3,9\%$) aufnahmen. Außerdem war ein großer Anteil der Kohlenhydrate Saccharide, die diejenigen mit Hypoglykämien mehr verzehrten ($19,8 \pm 7,7\%$ vs. $15,0 \pm 6,8\%$). Die Empfehlungen möglichst wenig Saccharide, beziehungsweise maximal 10% oder laut neuesten Veröffentlichungen der WHO 5% zu konsumieren, wurden von den Studienteilnehmern weit überschritten [DACH, 2013; MECHANICK, et al., 2013; WHO, 2014b]. Die durchschnittliche Aufnahme lag bei $18,8 \pm 7,9\%$ der zugeführten Gesamtenergie. Dies gibt den Hinweis, dass leicht resorbierbare Kohlenhydrate nach Roux-en-Y-Bypässen vermieden werden sollen, wie es in verschiedenen Empfehlungen beschrieben wird [AILLS, et al., 2008; MECHANICK, et al., 2013]. Die Ergebnisse von Botros et al., dass maximal 30g Kohlenhydrate pro Mahlzeit zu keiner Hypoglykämie führen konnten allerdings nicht bestätigt werden, da in der vorliegenden Studie Menge pro Mahlzeiten bei jenen, die nicht mit Hypoglykämien assoziiert waren, höher war [BOTROS, et al., 2014].

Betrachtet man allerdings den Vergleich der Kalorienzufuhr mit den empfohlenen Mengen in den DACH-Referenzwerten, so erkennt man, dass die jüngeren PatientInnen im Durchschnitt $103,3 \pm 32,8\%$ der Empfehlungen der DACH aufnahmen und die Älteren $73,7 \pm 30,8\%$. Die DACH-Referenzwerte für gesunde Erwachsene können als geeigneter Wert für die Stabilisierung des Gewichts angenommen werden. Dies könnte eine Erklärung dafür sein, dass 64,8 % der PatientInnen zum Zeitpunkt der Datenerhebung erneut Gewicht zunahmen und davon 55,9 % zwischen 25 und 50 Jahren alt waren. Die höchste Energiezufuhr hatten jene Gruppen, die 5-10% ($106,8 \pm 28,6\%$ der DACH-Referenzwerte) und die 10-25% ($93,2 \pm 37,2\%$) an Gewicht zugenommen

Diskussion

hatten. Diejenigen, die keine Gewichtszunahme hatten aßen durchschnittlich $84,6 \pm 35,3\%$ der DACH-Referenzwerte und jene über 25% Gewichtssteigerung $67,4 \pm 16,2\%$. Dies könnte darauf hinweisen, dass der angenommene PAL von 1,4 für Personen mit ausschließlich sitzender Tätigkeit mit wenig oder keiner anstrengenden Freizeitaktivität zu hoch ist und die Empfehlungen zur Bewegung, von mindestens 150 Minuten moderater Aktivität und 2-3 Mal Krafttraining, nicht umgesetzt werden [DACH, 2013; MECHANICK, et al., 2013]. Möglicherweise haben jene mit über 25%iger Gewichtssteigerung die geringste Energiezufuhr, weil sie erneut abnehmen wollten. Eine andere Erklärung könnte das verstärkte Underreporting in dieser Gruppe sein [POPPITT, et al., 1998; PRENTICE, et al., 2011]

Auch andere Studien berichten von erneuter Gewichtszunahme. In einer Studie von Gras-Miralles wurde die Aufnahmekapazität von Kalorien vor und nach bariatrischen Operationen untersucht. Möglicherweise führt eine erhöhte Aufnahmekapazität vor dem Eingriff zu geringeren Erfolgen beziehungsweise erneuter Gewichtszunahme durch eine höhere Kalorienzufuhr auch nach der Operation [GRAS-MIRALLES, et al., 2014]. Faria et al. untersuchten in dieser Phase eine erneute Intervention zur Gewichtsreduktion durch eine kaloriendefinierte Diät und die Steigerung der körperlichen Aktivität und konnten damit sehr gute Ergebnisse erzielen [FARIA, et al., 2010]. Möglicherweise könnte eine erneute Kontrolle des Ernährungsverhaltens mit zusätzlicher Ernährungs- und Bewegungsberatung bei Erreichen des Zielgewichts oder gleichbleibendem Gewicht die PatientInnen vor einer erneuten Gewichtszunahme bewahren. Besonders die Steigerung der körperlichen Aktivität kann zum erwünschten Erfolg führen, da nicht nur der Kalorienverbrauch gesteigert wird, sondern auch die Muskelmasse und dadurch der Grundumsatz [BERG, et al., 2014; JOHNSON STOKLOSSA AND ATWAL, 2013; MECHANICK, et al., 2013].

Die empfohlene Mindestaufnahme an Kohlenhydraten von 50 % der Gesamtenergiemenge wurde von der Studienpopulation mit durchschnittlich $45,4 \pm 9,7\%$ nicht erreicht. Jedoch ist dieser Wert gut mit anderen Studien vergleichbar, in denen Werte zwischen 36,4 und 49,8% beschrieben werden, und entspricht der durchschnittlichen Aufnahme in Österreich. In der Studie von

Novais et al. hatten jene PatientInnen mit höherer Kohlenhydrataufnahme eine höhere exzessive Gewichtsreduktion, als jene mit geringerer Zufuhr [ELMADFA, 2012; JEFFREYS, et al., 2012; MOIZÉ, et al., 2013a; MOIZÉ, et al., 2013b; NOVAIS, et al., 2012; ORTEGA, et al., 2012].

Auch die Zufuhr von Ballaststoffen lag weit unter der empfohlenen Menge von 30g [DACH, 2013]. Die durchschnittliche Menge von $14,9\pm 6,2$ g lag noch unter der Aufnahme von österreichischen Erwachsenen [ELMADFA, 2012]. Jedoch war sie mit den Werten von Novais et al. vergleichbar, die zwischen 10 und 11g lagen. Als mögliche Erklärung wird in dieser Studie beschrieben, dass die Patientengruppe einen hohen Konsum an verarbeiteten Lebensmitteln hat, die kostengünstig und überall vorhanden sind [NOVAIS, et al., 2012]. Durchschnittlich wurden $8,9\pm 3,3$ g/1000kcal verzehrt, das auch unter den empfohlenen $12,5$ g/1000kcal für Männer und 16 g/1000kcal für Frauen liegt. PatientInnen mit Hypoglykämien, die bei der CGM gemessen wurden, nahmen weniger Ballaststoffe pro 1000kcal auf, als jene ohne ($8,1\pm 3,1$ g vs. $10,6\pm 2,5$ g).

Möglicherweise liegt die geringe Zufuhr aber auch an einer schlechteren Toleranz von ballaststoffreichen Lebensmitteln aufgrund der Operation, was wiederum zum Konsum von kalorienreicheren Produkten und der Gewichtszunahme im Laufe der Zeit führt [JOHNSON STOKLOSSA AND ATWAL, 2013]. Dabei ist besonders bei diesem Patientenkollektiv eine hohe Ballaststoffzufuhr bedeutend um eine ausreichende Sättigung bei geringerer Kalorienzufuhr zu erreichen [JEFFREYS, et al., 2012]. Um die Sättigung voranzutreiben, Kalorien zu reduzieren, die glykämische Last zu verringern und einen erneuten Gewichtsverlust zu erreichen wurden den PatientInnen in der Studie von Faria et al. vor den Mahlzeiten lösliche Ballaststoffe verabreicht. So sollte verhindert werden, dass Proteine durch ein zu großes Volumen der Mahlzeit eingespart werden. Die PatientInnen erreichten eine signifikante Gewichtsreduktion, bei der signifikant Fettmasse verloren wurde [FARIA, et al., 2010]. Vielleicht könnte dies für einige PatientInnen eine Hilfestellung darstellen, um auch ein länger andauerndes Sättigungsgefühl zu haben und somit Heißhungerattacken, besonders auf süße Lebensmittel und Getränke, zu vermeiden. Außerdem könnte dies vor einer erneuten Gewichtszunahme

Diskussion

schützen. Allerdings sollte zuvor das Ernährungsverhalten überprüft werden und die Ballaststoffzufuhr durch eine veränderte Lebensmittelauswahl erhöht werden, da PatientInnen auch nach der Operation ihre Verzehrsgewohnheiten meist nicht ändern [DA SILVA, et al., 2014; JEFFREYS, et al., 2012].

Der durchschnittliche Fettkonsum in dieser Studie lag bei $35,2 \pm 7,6\%$ der Gesamtenergiemenge, das mit dem Österreichischen Ernährungsbericht vergleichbar ist [ELMADFA, 2012]. Auch in anderen Studien wird von einer Fettzufuhr zwischen 35 und 38 % berichtet [JEFFREYS, et al., 2012; LE ROUX, et al., 2011; MOIZÉ, et al., 2013a; ORTEGA, et al., 2012].

Novais et al. fanden, dass durch eine geringere Fettaufnahme ein deutlich größerer exzessiver Gewichtsverlust erreicht werden kann [NOVAIS, et al., 2012]. Eine wichtige Empfehlung stellt hier die Verwendung von Produkten mit geringem Fettgehalt, aber gleichzeitig zuckerarm (light Produkte), zu verwenden dar. So wird eine zu hohe Kalorienzufuhr durch Lebensmittel mit einer sehr hohen Energiedichte vermieden und der Erfolg bei der Gewichtsreduktion beziehungsweise des Haltens des Gewichts ist einfacher zu erzielen [BERG, 2014; NHLBI, et al., 2000].

Die durchschnittliche Cholesterinaufnahme ist positiv zu bewerten, da sie unter dem empfohlenen Grenzwert von 300 mg/Tag lag. Eine zu hohe Zufuhr kann negative Auswirkungen auf die Plasmacholesterol und LDL-Cholesterolkonzentration im Blut haben, was das Entstehen von verschiedenen Komorbiditäten fördert. [DACH, 2013]. Nur die Jüngeren liegen etwas über dem empfohlenen Wert. Die weiblichen Teilnehmerinnen liegen damit über dem österreichischen Durchschnitt [ELMADFA, 2012]. Zwischen PatientInnen mit und ohne Hypoglykämien gemessen mittels CGM gab es signifikante Unterschiede, die Gruppe mit Hypoglykämien lag über dem empfohlenen Grenzwert. Der durchschnittliche Wert deutet darauf hin, dass wenige tierische Produkte gegessen werden und Fett eher in pflanzlicher Form zugeführt wird. Dies könnte auch eine Erklärung für die geringe Proteinzufuhr in einigen Gruppen sein.

Die Aufnahme von Eiweiß lag im Mittel bei $67,1 \pm 21,4$ g, womit die Mindestempfehlungen von 60 g nicht von allen StudienteilnehmerInnen erreicht wurden. Die Männer hatten weitaus höherer Aufnahmen. Eine weitere Empfehlung besagt, dass eine Aufnahme von 1,0-1,5 g/kg Idealgewicht als ideal angesehen werden können [HELLBARDT, 2014; MECHANICK, et al., 2013]. Für die Studienpopulation wären dies bei 1g Eiweiß pro Kilogramm Idealgewicht im durchschnitt $70,4 \pm 8,8$ g.

Berechnet man den prozentuellen Anteil an der empfohlenen Gesamtenergiezufuhr in den verschiedenen Altersgruppen getrennt nach Geschlecht, so erreichen die Frauen zur Gewichtsstabilisation (zwischen 12,6 und 15E%) und die Männer zur Gewichtsreduktion (12,6 und 14,1E%) der Empfehlungen für eine gesunde Ernährung [DACH, 2013]. Männer zwischen 25 und 50 Jahren, die das Gewicht halten wollen, würden allerdings nur 10 % der Gesamtenergie in Form von Eiweiß aufnehmen und Frauen über 65 Jahre, die Gewicht reduzieren wollen, bereits 21,8%. In der Gruppe ohne Hypoglykämien gab es prozentuell eine höhere Eiweißzufuhr als in der Gruppe mit Hypoglykämien ($17,8 \pm 4,3$ E% vs. $15,1 \pm 2,8$ E%).

Um individuell den Eiweißbedarf zu sichern erscheint die Empfehlung von 1,0-1,5 g/kg Idealgewicht als sinnvoller. Eine Proteinmalnutrition kann zu zahlreichen Komplikationen, wie Verlust der Muskelmasse, Abnahme der hepatischen Proteine und Schwäche führen. Aber auch schwerwiegendere Probleme, wie Anämie, Elektrolyt- und Mineralienverschiebungen und ein geschwächtes Immunsystem können die Folge sein. Außerdem verhindert es bei gleichzeitigem vermehrtem Kohlenhydratkonsum den Fettabbau und somit den erwünschten Therapieerfolg. Bereits bei einem Konsum von 1,1g/kg Idealgewicht konnten allerdings bereits keine signifikanten Änderungen beim Albuminspiegel festgestellt werden [ALLS, et al., 2008]. Besonders bei älteren Personen ist eine ausreichende Versorgung mit Eiweiß wichtig, da die Gefahr von Schwäche und Sarkopenie besteht. Für gesunde Ältere gilt eine Empfehlung von 1,2g/kg Körpergewicht. Für bariatrisch operierte PatientInnen muss diese Empfehlung angepasst werden [RONDANELLI, et al., 2015].

Diskussion

Verglichen mit anderen Studien ist die Aufnahme von Protein mit rund 15% in dieser Untersuchung sehr ähnlich. Ortega et al. beschrieben eine Aufnahme von ebenfalls 15% und Novais et al. zwischen 15 und 16%, wobei jene mit etwas höherer Aufnahme auch eine größerer Gewichtsabnahme hatte. Allerdings könnte dies auch damit zusammenhängen, dass diese Gruppe weniger Fett zu sich nimmt [NOVAIS, et al., 2012; ORTEGA, et al., 2012]. In der vorliegenden Studie nahmen jene mit höherem Gewichtsverlust ebenfalls mehr Eiweiß auf ($p < 0,02$), bei Fett und Kohlenhydraten gab es keine Korrelation.

Dies bestätigt, dass die mindeste Eiweißzufuhr von 60g nicht für alle PatientInnen als Empfehlung herangezogen werden sollte, sondern für jeden individuell angepasst werden sollte.

Obwohl es keinen signifikanten Unterschied zwischen den Aufnahmemengen von Alkohol zwischen PatientInnen mit und ohne Hypoglykämie bei der Messung mittels CGM gab, hatten diejenigen mit Hypoglykämien eine höhere Aufnahme ($9,9 \pm 16,5g$ vs. $3,8 \pm 8,4g$). Dies bestätigt die Assoziation von Hypoglykämien mit der Kategorie „Alkohol“. Aus diesem Grund sollte Alkohol nach bariatrischen Operation, wie auch schon oben beschrieben, nicht zugeführt werden.

5.5 Triggerlebensmittel

In den derzeitigen Empfehlungen zur Ernährung nach bariatrischen Operationen findet man die Angaben, dass Mahlzeiten mit einem hohen glykämischen Index, sowie gesüßte Getränke vermieden und ballaststoffreiche Lebensmittel gegessen werden sollen. Außerdem wird empfohlen in Abständen von 30 Minuten keine Getränke zu den Mahlzeiten aufzunehmen [HELLBARDT, 2014; MECHANICK, et al., 2013]. Jedoch eine genaue Beschreibung beziehungsweise Untersuchung welche Lebensmittel genau Hypoglykämien auslösen, fehlte bislang.

Ortega et al. untersuchten zwar welche Lebensmittel nach der Operation verzehrt werden und welche nicht vertragen werden. Allerdings wurde nicht

gefragt, welche eine Hypoglykämie auslösen, sondern ausschließlich jene, die wegen einer Dysphagie, Schmerzen, Brechreiz oder Erbrechen nicht gegessen oder getrunken werden können. Die Befragung erfolgte zwischen einem bis sieben Jahren nach der Operation [ORTEGA, et al., 2012].

Durch die kontinuierliche Blutzuckermessung konnte in dieser Studie eine Gegenüberstellung mit den Ernährungsprotokollen erfolgen, wodurch bestimmte Lebensmittel mit den auftretenden Hypoglykämien assoziiert wurden.

Botros et al. berichteten, dass bis zu einer Menge von 30 g Kohlenhydraten keine Hypoglykämien auftraten. Allerdings sollten diese nicht in Form von einfachen Zuckern zugeführt werden, da diese sehr schnell in den Blutkreislauf aufgenommen werden und so zu Hypoglykämien führen können [BOTROS, et al., 2014]. Der durchschnittliche Kohlenhydratgehalt jener Mahlzeit, die mit einer Hypoglykämie in Verbindung gebracht wurden, lag in der vorliegenden Studie bei $30,6 \pm 32,9$ g. Der Gehalt in Mahlzeiten, die nicht mit Hypoglykämien assoziiert wurden lag allerdings deutlich darüber. Diese Ergebnisse können die Erkenntnisse, von maximal 30g Kohlenhydraten pro Mahlzeit, von Botros et al. nicht bestätigen. Allerdings war der prozentuelle Anteil an Sacchariden am Gesamtkohlenhydratanteil bei Hypoglykämie assoziierten Mahlzeiten deutlich höher ($489,8 \pm 39,7\%$), als bei jenen die nicht damit in Verbindung gebracht wurden ($38,1 \pm 41,0\%$). Dies bestätigt, dass Kohlenhydrate nach bariatrischen Operation und zur Prävention von Hypoglykämien nicht in Form von leicht resorbierbaren Zuckern aufgenommen werden sollen [BOTROS, et al., 2014]. Das Ergebnis, dass hypoglykämieassoziierte Lebensmittel mit einem geringeren Gehalt an Energie, Kohlenhydraten, Stärke und Ballaststoffen assoziiert waren, deutet ebenfalls auf die Bedeutung der schnell verfügbaren Kohlenhydrate hin. Hypoglykämieahlzeiten enthielten zwar weniger Kohlenhydrate gesamt, allerdings war der Anteil an Sacchariden höher.

Außerdem wird diese Annahme durch die Ergebnisse des Vergleichs der Ernährungsprotokolle mit den Blutzuckermessungen bestätigt. Die Chancen auf Hypoglykämien nach dem Konsum saccharosehaltiger Lebensmittel waren

Diskussion

nicht signifikant, dennoch war ein eindeutiger Trend erkennbar. Außerdem gab es in der Kategorie „saccharosereich“ einen signifikanten Unterschied bei der Gesamtmenge von Sacchariden der Lebensmittel, die entweder mit Hypoglykämien assoziiert oder nicht assoziiert wurden ($p < 0,05$).

Die meisten Unterzuckerungen wurden durch Stärke ausgelöst, was allerdings auch daran liegen könnte, dass Lebensmittel wie Brot, Kartoffeln, Nudeln, etc. in Summe häufiger genossen werden, als Süßigkeiten. Die Empfehlungen keine Mahlzeiten mit hohem glykämischen Index zu essen ließen sich durch die Untersuchung bestätigen [JENKINS, et al., 1981; MECHANICK, et al., 2013]. In den Kategorien „Stärke+Fett“ und „Stärke+Fett+Zucker“ enthielten jene Lebensmittel, die nicht mit Hypoglykämien assoziiert wurden, signifikant mehr Fett. Dies zeigt auch das Fett einen Einfluss auf die glykämische Last hat und die Aufnahme von Zucker ins Blut verzögert.

Ein signifikantes Ergebnis lieferte Alkohol in Assoziation mit den Hypoglykämien. Eine mögliche Ursache könnte sein, dass Alkohol viel schneller ins Blut aufgenommen wird, als bei nicht operierten Personen [WOODARD, et al., 2011]. Eine andere Erklärung könnte die verminderte Glukoneogenese nach dem Konsum von Alkohol sein [KREBS, et al., 1969; SILER, et al., 1998]. Die Kombination aus schneller Alkoholaufnahme ins Blut und damit verbundenen hohen Konzentrationen und verminderter Glukoseausschüttung könnte zu Hypoglykämien führen. Möglicherweise würde die Zufuhr einer kohlenhydrathaltigen ballaststoffreichen Mahlzeit während des Alkoholkonsums einen zu niedrigen Blutzuckerspiegel verhindern. Allerdings sollte, neben der höheren Chance einer Abhängigkeit, auf Alkohol verzichtet werden [HEINBERG, et al., 2012; KING, et al., 2012]

Ein weiterer Aspekt bei der Verknüpfung von Hypoglykämien und Lebensmitteln war Koffein. Die Chancen für eine Hypoglykämie waren durch den Konsum von Koffein zwar nicht signifikant erhöht, jedoch konnte bei über 25 Hypoglykämieereignissen ein positiver Zusammenhang festgestellt werden.

In der Literatur findet man allerdings gegensätzliche Ergebnisse. Es wird beschrieben, dass durch den Konsum von Koffein die Blutglukosekonzentration

und Insulinkonzentration ansteigt und die Insulinsensitivität und Glukosetoleranz verändert werden. Außerdem könnte es bei PatientInnen mit Insulinresistenz den Vorteil von körperlicher Anstrengung durch eine vermittelte Insulinresistenz mindern [WHITEHEAD AND WHITE, 2013; ZAHARIEVA AND RIDDELL, 2013].

Richardson et al. berichten, dass die hypoglykämischen Ereignisse durch die Aufnahme von Koffein seltener auftreten und die Dauer von nächtlichen Unterzuckerungen verkürzt wird [RICHARDSON, et al., 2005]. Hingegen wird in einem Review von Whitehead und White erwähnt, dass die Anzahl an Hypoglykämien durch Koffein gesteigert wurde [WHITEHEAD AND WHITE, 2013]. Diese Erkenntnisse wurden allerdings entweder an gesunden Probanden oder Diabetikern untersucht und können nicht direkt auf bariatrische operierte Personen umgelegt werden.

Durch die Kategorisierung der Lebensmittel wurde der genaue Kohlenhydratanteil nicht erfasst, weshalb es vielleicht zu großen Unterschieden in der Aufnahme innerhalb der Gruppen kommt. Außerdem wurden nur jene Lebensmittel einer Mahlzeit verwendet, die Kohlenhydrate, Alkohol oder Koffein enthielten. Dadurch wurde der Einfluss der anderen Nährstoffe nicht erfasst, der jedoch erhebliche Auswirkungen haben könnte. Durch die genaue Erfassung der Hauptnährstoffe und des Koffein- und Alkoholgehalts könnten die gegenseitigen Beeinflussungen erfasst werden und eine genauere Aussage über den Einfluss der Nahrungsmittel auf die Hypoglykämien getroffen werden. Eine Einteilung der Mahlzeiten in verschiedene Gruppen von Kohlenhydratmengen und Art der Kohlenhydrate könnte außerdem eine Möglichkeit darstellen um die tolerierten Aufnahmemengen zu bestimmen.

6 Schlussbetrachtung

Weltweit gibt es bisher keine genauen Aussagen und Empfehlungen, welche Lebensmittel nach bariatrischen Operationen zu Hypoglykämien führen können und deshalb gemieden werden sollten. Man findet lediglich Aussagen, dass Speisen mit hohem glykämischen Index und zuckerhaltige Getränke gemieden werden sollen [HELLBARDT, 2014; MECHANICK, et al., 2013]. Da die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit allerdings deutlich zeigen, dass das Auftreten von Hypoglykämien deutlich häufiger ist als bislang angenommen, sollte diesem Thema bei der Nachsorge von bariatrischen PatientInnen mehr Beachtung geschenkt werden. Denn nicht nur jene Hypoglykämien die von den PatientInnen wahrgenommen werden und sich somit äußerst negativ auf die Lebensqualität auswirken, sollten behandelt werden, sondern auch jene die unbemerkt bleiben, aber zu gefährlichen Folgen führen können [AILLS, et al., 2008].

Die Evaluierung des Ernährungsverhaltens der PatientInnen zeigte, dass die derzeitigen Empfehlungen zur Ernährung oftmals nur unzureichend erfüllt werden. Daher ist es besonders wichtig, dass PatientInnen auch einige Jahre nach der Operation Nachsorgekontrollen einhalten, um Mangelerscheinungen, Intoleranzen oder auch Hypoglykämien erkennen und behandeln zu können [FREIRE, et al., 2012; HELLBARDT, 2012]. Da die Unterzuckerungen oftmals von den PatientInnen unerkannt bleiben, könnte zumindest bei Verdacht, eine kontinuierliche Glukosemessung Aufschluss geben und negative Auswirkungen vorbeugen. Ein genauer Zeitpunkt für die Untersuchung kann nicht festgelegt werden, da das erstmalige Auftreten der Hypoglykämien sehr unterschiedlich auftritt [RITZ AND HANAIRE, 2011].

Um eine gute Compliance der PatientInnen zu erreichen, ist es wichtig, eine individuell angepasste Therapie zu entwickeln und die Bedürfnisse der jeweiligen Person zu beachten [BERG, et al., 2014]. Für die Ernährungstherapie ist deshalb eine genaue Analyse des Ernährungsverhaltens unabdingbar, um ein geeignetes Behandlungsziel bzw. den therapeutischen Weg definieren zu können.

Klar zu sagen ist, dass die Ernährungsberatung die erste Wahl für die Therapie von Hypoglykämien sein sollte. Die hohen Aufnahmemengen von Sacchariden bei PatientInnen mit Hypoglykämien stellen einen eindeutigen diätetischen Fehler dar. Deshalb muss in der Beratung auf zuckerreiche Lebensmittel und deren Folgen verstärkt eingegangen werden. Außerdem müssen die PatientInnen darauf hingewiesen werden, dass Alkohol neben dem stark erhöhten Risiko für Hypoglykämien auch zur Abhängigkeit führen kann.

Die wichtigsten Ergebnisse der Arbeit waren:

- unerwartet hohe Prävalenz
- hohe Saccharidzufuhr → eindeutiger diätetischer Fehler
- starke Assoziation von Hypoglykämien und Alkohol
- Auswirkungen von langen Nüchternphasen auf die Hypoglykämien
- Ernährungstherapie: erste Wahl der Therapie!

7 Literaturverzeichnis

- Aills, L., Blankenship, J., Buffington, C., Furtado, M., Parrott, J. ASMBS Allied Health Nutritional Guidelines for the Surgical Weight Loss Patient. *Surgery for Obesity and Related Diseases*; 4: S73-S108.
- Aills, L., Blankenship, J., Buffington, C., Furtado, M., Parrott, J. ASMBS Allied Health Nutritional Guidelines for the Surgical Weight Loss Patient. *Surg Obes Relat Dis* 2008; 4: S73-108.
- Amarya, S., Singh, K., Sabharwal, M. Health consequences of obesity in the elderly. *Journal of Clinical Gerontology and Geriatrics* 2014;
- Ambrosini, G.L., O'Sullivan, T.A., de Klerk, N.H., Mori, T.A., Beilin, L.J., Oddy, W.H. Relative validity of adolescent dietary patterns: a comparison of a FFQ and 3 d food record. *Br J Nutr* 2011; 105: 625-33.
- Bayer, A. Contour ® TS Technische Daten. Internet: <https://diabetes.bayer.at/de/produkte/contour-ts/contour-ts/technische-daten/>.
- Beckerhinn, P. Adipositaschirurgie in Österreich - Update 2011. Internet: <http://www.obesityteam.com/at/Austria2011.htm> (accessed 16.4.2014).
- Berg, A., Bischoff, S.C., Colombo-Benkmann, M., Ellrott, T., Hauner, H., Heintze, C., Kanthak, U., Kunze, D., Stefan, N., Teufel, M., Wabitsch, M., Wirth, A. Interdisziplinäre Leitlinie der Qualität S3 zur "Prävention und Therapie der Adipositas". DAG Deutsche Adipositas Gesellschaft e.V.; DDG Deutsche Diabetes Gesellschaft; DGE Deutsche Gesellschaft für Ernährung e.V.; DGEM Deutsche Gesellschaft für Ernährungsmedizin e.V., 2014.
- Berg, A.B., S.C.; Colombo-Benkmann, M.; Ellrott, T.; Hauner, H.; Heintze, C.; Kanthak, U.; Kunze, D.; Stefan, N.; Teufel, M.; Wabitsch, M.; Wirth, A. Interdisziplinäre Leitlinie der Qualität S3 zur "Prävention und Therapie der Adipositas". In: Deutsche Adipositas-Gesellschaft (DAG) e.V.; Deutsche Diabetes Gesellschaft (DDG); Deutsche Gesellschaft für Ernährung (DGE) e.V., D.G.f.E.D.e.V., ed. 2 ed, 2014.
- Black, A.E., Cole, T.J. Biased Over- Or Under-Reporting is Characteristic of Individuals Whether Over Time or by Different Assessment Methods. *Journal of the American Dietetic Association* 2001; 101: 70-80.
- Blackburn, G.L., Wollner, S., Heymsfield, S.B. Lifestyle interventions for the treatment of class III obesity: a primary target for nutrition medicine in the obesity epidemic. *Am J Clin Nutr* 2010; 91: 289S-92S.
- Blevins, T.C., Bode, B.W., Garg, S.K., Grunberger, G., Hirsch, I.B., Jovanovic, L., Nordacci, E., Orzech, E.A., Roberts, V.L., Tamborlane, W.V. Statement by the American Association of Clinical Endocrinologists Consensus Panel on Continuous Glucose Monitoring. *B Endocrine Practice* 2010; 16:

- Bonsergent, E., Agrinier, N., Thilly, N., Tessier, S., Legrand, K., Lecomte, E., Aptel, E., Herberg, S., Collin, J.F., Briancon, S., Group, P.T. Overweight and obesity prevention for adolescents: a cluster randomized controlled trial in a school setting. *Am J Prev Med* 2013; 44: 30-9.
- Botros, N., Rijnaarts, I., Brandts, H., Bleumink, G., Janssen, I., de Boer, H. Effect of Carbohydrate Restriction in Patients with Hyperinsulinemic Hypoglycemia after Roux-en-Y Gastric Bypass. *Obes Surg* 2014;
- Buchwald, H. Metabolic surgery: a brief history and perspective. *Surgery for obesity and related diseases : official journal of the American Society for Bariatric Surgery* 2010; 6: 221-2.
- Buchwald, H., Oien, D. *Metabolic/Bariatric Surgery Worldwide 2011*. *Obesity Surgery* 2013; 23: 427-36.
- Busetto, L., Dixon, J., De Luca, M., Shikora, S., Pories, W., Angrisani, L. Bariatric surgery in class I obesity : a Position Statement from the International Federation for the Surgery of Obesity and Metabolic Disorders (IFSO). *Obes Surg* 2014; 24: 487-519.
- CA-ADIP, C.A.f.A. S3-Leitlinie: Chirurgie der Adipositas. 2010.
- Chrostowska, M., Szyndler, A., Hoffmann, M., Narkiewicz, K. Impact of obesity on cardiovascular health. *Best Pract Res Clin Endocrinol Metab* 2013; 27: 147-56.
- Coca-Cola. Inhaltsstoffe. Internet:
<https://secure.corporate.coke.at/content/at/corporate/inhaltsstoffe.aspx#0CE65FB5-AF97-4C21-99AB-9B18081A515D> (accessed 27.2.2015).
- Cohen, R., Caravatto, P.P., Petry, T. Metabolic Surgery for Type 2 Diabetes in Patients with a BMI of <35 kg/m(2): A Surgeon's Perspective. *Obes Surg* 2013; 23: 809-18.
- Coulston, A.M., Boushey, C.J., Ferruzzi, M.G. Nutrition in the Prevention and Treatment of Disease (Third Edition). In: *Nutrition in the Prevention and Treatment of Disease (Third Edition)* (Ferruzzi, A.M.C.J.B.G.). Academic Press: Academic Press, 2013; xv-xvi.
- Cygan, H.R., Baldwin, K., Chehab, L.G., Rodriguez, N.A., Zenk, S.N. Six to Success: Improving Primary Care Management of Pediatric Overweight and Obesity. *J Pediatr Health Care* 2014;
- da Silva, M.M., Sala, P.C., Torrinhas, R.S., Waitzberg, D.L. Efficiency of the 24-hour food recall instrument for assessing nutrient intake before and after Roux-en-Y gastric bypass. *Nutr Hosp* 2014; 30: 1240-7.
- DACH. Referenzwerte für die Nährstoffzufuhr. DGE Deutsche Gesellschaft für Ernährung; ÖGE Österreichische Gesellschaft für Ernährung; SGE Schweizerische Gesellschaft für Ernährung; SVE Schweizerische Vereinigung für Ernährung, Bonn, 2013;
- Dashty, M. A quick look at biochemistry: carbohydrate metabolism. *Clin Biochem* 2013; 46: 1339-52.

Literaturverzeichnis

- de Heide, L.J., Glaudemans, A.W., Oomen, P.H., Apers, J.A., Totte, E.R., van Beek, A.P. Functional imaging in hyperinsulinemic hypoglycemia after gastric bypass surgery for morbid obesity. *J Clin Endocrinol Metab* 2012; 97: E963-7.
- Dillard, W.L., Graf, L., Schweiger, H.G. Regulation of UDPG pyrophosphorylase in *Acetabularia mediterranea*. *Eur J Cell Biol* 1983; 29: 145-9.
- Disse, E., Pasquer, A., Espalieu, P., Poncet, G., Gouillat, C., Robert, M. Greater weight loss with the omega loop bypass compared to the Roux-en-Y gastric bypass: a comparative study. *Obes Surg* 2014; 24: 841-6.
- Elmadfa, I.H., V.; Wagner, K.; Putz, P.; Weidl, N.M.; Wottawa, D.; Kuen, T.; Seiringer, G.; Meyer, A.L.; Sturtzel, B.; Kiefer, I.; Zilberszac, A.; Sgarabottolo, V.; Meidlinger, B.; Rieder, A.; Österreichischer Ernährungsbericht 2012. Universität Wien. 2012;
- EMA, E.M.A. Fragen und Antworten zur Aussetzung der Genehmigung für das Inverkehrbringen von Arzneimitteln, die Sibutramin enthalten. Internet: http://www.ema.europa.eu/docs/de_DE/document_library/Referrals_document/Sibutramine_107/WC500094238.pdf (accessed 27.2.2015).
- EMA, E.M.A. Fragen und Antworten zur Überprüfung von Orlistat enthaltenden Arzneimitteln. Internet: http://www.ema.europa.eu/docs/de_DE/document_library/Referrals_document/Orlistat_31/WC500122883.pdf (accessed 27.2.2015).
- EMA, E.M.A. Summary of Product Characteristics Rimonabant. Internet: http://www.ema.europa.eu/docs/en_GB/document_library/EPAR_-_Product_Information/human/000666/WC500021287.pdf (accessed 27.2.2015).
- Fairchild, T.J., Armstrong, A.A., Rao, A., Liu, H., Lawrence, S., Fournier, P.A. Glycogen synthesis in muscle fibers during active recovery from intense exercise. *Med Sci Sports Exerc* 2003; 35: 595-602.
- Faria, S., de Oliveira Kelly, E., Lins, R., Faria, O. Nutritional Management of Weight Regain After Bariatric Surgery. *Obesity Surgery* 2010; 20: 135-9.
- Finucane, M.M., Stevens, G.A., Cowan, M.J., Danaei, G., Lin, J.K., Paciorek, C.J., Singh, G.M., Gutierrez, H.R., Lu, Y., Bahalim, A.N., Farzadfar, F., Riley, L.M., Ezzati, M. National, regional, and global trends in body-mass index since 1980: systematic analysis of health examination surveys and epidemiological studies with 960 country-years and 9.1 million participants. *Lancet* 2011; 377: 557-67.
- Forbush, S., Nof, L., Echternach, J., Hill, C., Rainey, J. Influence of activity levels and energy intake on percent excess weight loss after Roux-en-Y gastric bypass. *Obes Surg* 2011; 21: 1731-8.
- Foster-Schubert, K.E. Hypoglycemia complicating bariatric surgery: incidence and mechanisms. *Current opinion in endocrinology, diabetes, and obesity* 2011; 18: 129-33.

- Frank, J., Wallace, J.F., Pardo, S., Parkes, J.L. Performance of the CONTOUR® TS Blood Glucose Monitoring System. *Journal of Diabetes Science and Technology* 2011; 5: 198-205.
- Freire, R.H., Borges, M.C., Alvarez-Leite, J.I., Correia, M.I.T.D. Food quality, physical activity, and nutritional follow-up as determinant of weight regain after Roux-en-Y gastric bypass. *Nutrition* 2012; 28: 53-8.
- Fried, M., Yumuk, V., Oppert, J.M., Scopinaro, N., Torres, A., Weiner, R., Yashkov, Y., Frühbeck, G. Interdisciplinary European Guidelines on Metabolic and Bariatric Surgery. *Obesity Surgery* 2014; 24: 42-55.
- Funk, L., Suzo, A., Mikami, D., Needleman, B. Two-Year Outcomes for Medicaid Patients Undergoing Laparoscopic Roux-en-Y Gastric Bypass: a Case-Control Study. *Obesity Surgery* 2014; 1-7.
- Gandhi, G.Y., Kovalaske, M., Kudva, Y., Walsh, K., Elamin, M.B., Beers, M., Coyle, C., Goalen, M., Murad, M.S., Erwin, P.J., Corpus, J., Montori, V.M., Murad, M.H. Efficacy of continuous glucose monitoring in improving glycemic control and reducing hypoglycemia: a systematic review and meta-analysis of randomized trials. *J Diabetes Sci Technol* 2011; 5: 952-65.
- Gargallo Fernandez, M., Marset, J.B., Lesmes, I.B., Izquierdo, J.Q., Sala, X.F., Salas-Salvado, J., Grupo de Consenso, F.-S. [FESNAD-SEEDO consensus summary: evidence-based nutritional recommendations for the prevention and treatment of overweight and obesity in adults]. *Endocrinol Nutr* 2012; 59: 429-37.
- Given, J.E., O'Kane, M.J., Bunting, B.P., Coates, V.E. Comparing patient-generated blood glucose diary records with meter memory in diabetes: a systematic review. *Diabet Med* 2013; 30: 901-13.
- Goris, A.H., Westerterp-Plantenga, M.S., Westerterp, K.R. Undereating and underrecording of habitual food intake in obese men: selective underreporting of fat intake. *The American Journal of Clinical Nutrition* 2000; 71: 130-4.
- Gras-Miralles, B., Haya, J.R., Moros, J.M., Goday Arno, A., Torra Alsina, S., Ilzarbe Sanchez, L., Munoz Galito, J., Ibanez Zafon, I.A., Alonso Romera, M.C., Parri Bonet, A., Bory Ros, F., Andreu Garcia, M., Delgado-Aros, S. Caloric intake capacity as measured by a standard nutrient drink test helps to predict weight loss after bariatric surgery. *Obes Surg* 2014; 24: 2138-44.
- Hanaire, H., Bertrand, M., Guerci, B., Anduze, Y., Guillaume, E., Ritz, P. High glycemic variability assessed by continuous glucose monitoring after surgical treatment of obesity by gastric bypass. *Diabetes Technol Ther* 2011; 13: 625-30.
- Hanaire, H., Dubet, A., Chauveau, M.E., Anduze, Y., Fernandes, M., Melki, V., Ritz, P. Usefulness of continuous glucose monitoring for the diagnosis of hypoglycemia after a gastric bypass in a patient previously treated for type 2 diabetes. *Obes Surg* 2010; 20: 126-9.

Literaturverzeichnis

- Hauri, H.P., Sander, B., Naim, H. Induction of lactase biosynthesis in the human intestinal epithelial cell line Caco-2. *Eur J Biochem* 1994; 219: 539-46.
- Heber, D., Greenway, F.L., Kaplan, L.M., Livingston, E., Salvador, J., Still, C. Endocrine and nutritional management of the post-bariatric surgery patient: an Endocrine Society Clinical Practice Guideline. *J Clin Endocrinol Metab* 2010; 95: 4823-43.
- Heinberg, L.J., Ashton, K., Coughlin, J. Alcohol and bariatric surgery: review and suggested recommendations for assessment and management. *Surg Obes Relat Dis* 2012; 8: 357-63.
- Hellbardt, M. Ernährung vor und nach bariatrischen Eingriffen. *Ernährungs-Umschau* 2012; 11: 642-54.
- Hellbardt, M. Ernährung im Kontext der bariatrischen Chirurgie: Ein diättherapeutischer Leitfaden für die Betreuung und Beratung von adipösen Erwachsenen im Rahmen der interdisziplinären prä- und postoperativen Versorgung bei adipositaschirurgischen Eingriffen. Hellbardt, M., Lengerich, Deutschland, 2014;
- Herman, K., Carver, T., Christou, N., Andersen, R. Keeping the Weight Off: Physical Activity, Sitting Time, and Weight Loss Maintenance in Bariatric Surgery Patients 2 to 16 Years Postsurgery. *Obesity Surgery* 2014; 24: 1064-72.
- Hessman, Y. Glycogen storage in rat liver and skeletal muscle in thermal trauma. III. Effect of adrenal demedullation. *Acta Chir Scand* 1975; 141: 473-9.
- Himpens, J., Verbrughe, A., Cadiere, G.B., Everaerts, W., Greve, J.W. Long-term results of laparoscopic Roux-en-Y Gastric bypass: evaluation after 9 years. *Obes Surg* 2012; 22: 1586-93.
- Huntsman, M.A., Olivares, F.J., Tran, C.P., Billimek, J., Hui, E.E. Pain reduction and financial incentives to improve glucose monitoring adherence in a community health center. *PLoS One* 2014; 9: e114875.
- Jeffreys, R.M., Hrovat, K., Woo, J.G., Schmidt, M., Inge, T.H., Xanthakos, S.A. Dietary assessment of adolescents undergoing laparoscopic Roux-en-Y gastric bypass surgery: macro- and micronutrient, fiber, and supplement intake. *Surg Obes Relat Dis* 2012; 8: 331-6.
- Jenkins, D.J., Wolever, T.M., Taylor, R.H., Barker, H., Fielden, H., Baldwin, J.M., Bowling, A.C., Newman, H.C., Jenkins, A.L., Goff, D.V. Glycemic index of foods: a physiological basis for carbohydrate exchange. *Am J Clin Nutr* 1981; 34: 362-6.
- Johnson Stoklossa, C., Atwal, S. Nutrition care for patients with weight regain after bariatric surgery. *Gastroenterol Res Pract* 2013; 2013: 256145.
- Karmali, S., Schauer, P., Birch, D., Sharma, A.M., Sherman, V. Laparoscopic sleeve gastrectomy: an innovative new tool in the battle against the obesity epidemic in Canada. *Can J Surg* 2010; 53: 126-32.

- Kefurt, R., Langer, F.B., Schindler, K., Shakeri-Leidenmuhler, S., Ludvik, B., Prager, G. Hypoglycemia after Roux-En-Y gastric bypass: detection rates of continuous glucose monitoring (Cgm) versus mixed meal test. *Surg Obes Relat Dis* 2014;
- Kerrigan, D., Magee, C., Mitchell, A.I. Bariatric surgery. *Surgery - Oxford International Edition* 2011; 29: 581-5.
- Khwaja, H.A., Bonanomi, G. Bariatric surgery: techniques, outcomes and complications. *Current Anaesthesia & Critical Care* 2010; 21: 31-8.
- King, W.C., Chen, J.Y., Mitchell, J.E., Kalarchian, M.A., Steffen, K.J., Engel, S.G., Courcoulas, A.P., Pories, W.J., Yanovski, S.Z. Prevalence of alcohol use disorders before and after bariatric surgery. *Jama* 2012; 307: 2516-25.
- Kissane, N.A., Pratt, J.S.A. Medical and surgical treatment of obesity. *Best Practice & Research Clinical Anaesthesiology* 2011; 25: 11-25.
- Krebs, H.A., Freedland, R.A., Hems, R., Stubbs, M. Inhibition of hepatic gluconeogenesis by ethanol. *Biochemical Journal* 1969; 112: 117-24.
- Kristjansdottir, A.G., Andersen, L.F., Haraldsdottir, J., de Almeida, M.D.V., Thorsdottir, I. Validity of a questionnaire to assess fruit and vegetable intake in adults. *Eur J Clin Nutr* 2005; 60: 408-15.
- Kropff, J., Bruttomesso, D., Doll, W., Farret, A., Galasso, S., Luijf, Y.M., Mader, J.K., Place, J., Boscari, F., Pieber, T.R., Renard, E., DeVries, J.H. Accuracy of two continuous glucose monitoring systems: a head-to-head comparison under clinical research centre and daily life conditions. *Diabetes Obes Metab* 2014;
- Kushner, R.F. Weight loss strategies for treatment of obesity. *Prog Cardiovasc Dis* 2014; 56: 465-72.
- Kwon, H., Pessin, J.E. Adipokines Mediate Inflammation and Insulin Resistance. *Frontiers in Endocrinology* 2013; 4: 71.
- Lannoo, M., Dillemans, B. Laparoscopy for primary and secondary bariatric procedures. *Best Pract Res Clin Gastroenterol* 2014; 28: 159-73.
- Laskowski, E.R. The Role of Exercise in the Treatment of Obesity. *PM&R* 2012; 4: 840-4.
- Laurenus, A., Olbers, T., Naslund, I., Karlsson, J. Dumping syndrome following gastric bypass: validation of the dumping symptom rating scale. *Obes Surg* 2013; 23: 740-55.
- le Roux, C.W., Bueter, M., Theis, N., Werling, M., Ashrafian, H., Lowenstein, C., Athanasiou, T., Bloom, S.R., Spector, A.C., Olbers, T., Lutz, T.A. Gastric bypass reduces fat intake and preference. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol* 2011; 301: R1057-66.
- Lehner, P.S., V.; Zilberszac, A. NAP.e Nationaler Aktionsplan Ernährung. Wien: Bundesministerium für Gesundheit, 2012.

Literaturverzeichnis

- Leon-Munoz, L.M., Gutierrez-Fisac, J.L., Guallar-Castillon, P., Regidor, E., Lopez-Garcia, E., Martinez-Gomez, D., Graciani, A., Banegas, J.R., Rodriguez-Artalejo, F. Contribution of lifestyle factors to educational differences in abdominal obesity among the adult population. *Clin Nutr* 2013;
- Liebl, A., Henrichs, H.R., Heinemann, L., Freckmann, G., Biermann, E., Thomas, A., for the Continuous Glucose Monitoring Working Group of the Working Group Diabetes Technology of the German Diabetes, A. Continuous Glucose Monitoring: Evidence and Consensus Statement for Clinical Use. *Journal of Diabetes Science and Technology* 2013; 7: 500-19.
- Lim, H., Jeong, G.A., Cho, G.S., Lee, M.H., Kim, S. Changes in fat intake, body fat composition and intra-abdominal fat after bariatric surgery. *Clin Nutr Res* 2014; 3: 157-61.
- Mac Donal, O., Chediack, J.G., Caviedes-Vidal, E. Isolation of epithelial cells, villi and crypts from small intestine of pigeons (*Columba livia*). *Biocell* 2008; 32: 219-27.
- Mahawar, K.K., Jennings, N., Brown, J., Gupta, A., Balupuri, S., Small, P.K. "Mini" gastric bypass: systematic review of a controversial procedure. *Obes Surg* 2013; 23: 1890-8.
- Marin, P., Hogh-Kristiansen, I., Jansson, S., Krotkiewski, M., Holm, G., Bjorntorp, P. Uptake of glucose carbon in muscle glycogen and adipose tissue triglycerides in vivo in humans. *Am J Physiol* 1992; 263: E473-80.
- Marsk, R., Jonas, E., Rasmussen, F., Naslund, E. Nationwide cohort study of post-gastric bypass hypoglycaemia including 5,040 patients undergoing surgery for obesity in 1986-2006 in Sweden. *Diabetologia* 2010; 53: 2307-11.
- Mechanick, J.I., Youdim, A., Jones, D.B., Timothy Garvey, W., Hurley, D.L., Molly McMahon, M., Heinberg, L.J., Kushner, R., Adams, T.D., Shikora, S., Dixon, J.B., Brethauer, S. Clinical practice guidelines for the perioperative nutritional, metabolic, and nonsurgical support of the bariatric surgery patient--2013 update: cosponsored by American Association of Clinical Endocrinologists, the Obesity Society, and American Society for Metabolic & Bariatric Surgery. *Surg Obes Relat Dis* 2013; 9: 159-91.
- Medtronic, M. iPro®2 Bedienungsanleitung. Internet:
https://carelink.minimed.eu/marcom/ipro2/de/iPro2_User_Guide-de.pdf.
- Miller, K.K., S.; Aigner, F.; Prager, G.; Ardelt-Gattinger, E. Evidenzbasierte Leitlinien der österreichischen Gesellschaft für Adipositaschirurgie zur chirurgischen Therapie der Adipositas.
http://www.obesityteam.com/at/Literatur/Leitlinien_Oesterr_Gesellschaft_fuer_Adipositaschirurgie.pdf: österreichische Gesellschaft für Adipositaschirurgie, 2006.

- Mingrone, G., Panunzi, S., De Gaetano, A., Guidone, C., Iaiconelli, A., Leccesi, L., Nanni, G., Pomp, A., Castagneto, M., Ghirlanda, G., Rubino, F. Bariatric Surgery versus Conventional Medical Therapy for Type 2 Diabetes. *New England Journal of Medicine* 2012; 366: 1577-85.
- Moizé, V., Andreu, A., Flores, L., Torres, F., Ibarzabal, A., Delgado, S., Lacy, A., Rodriguez, L., Vidal, J. Long-Term Dietary Intake and Nutritional Deficiencies following Sleeve Gastrectomy or Roux-En-Y Gastric Bypass in a Mediterranean Population. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics* 2013a; 113: 400-10.
- Moizé, V., Andreu, A., Rodríguez, L., Flores, L., Ibarzabal, A., Lacy, A., Jiménez, A., Vidal, J. Protein intake and lean tissue mass retention following bariatric surgery. *Clinical Nutrition* 2013b; 32: 550-5.
- Moize, V.L., Pi-Sunyer, X., Mochari, H., Vidal, J. Nutritional pyramid for post-gastric bypass patients. *Obes Surg* 2010; 20: 1133-41.
- Neff, K.J., Chuah, L.L., Aasheim, E.T., Jackson, S., Dubb, S.S., Radhakrishnan, S.T., Sood, A.S., Olbers, T., Godsland, I.F., Miras, A.D., le Roux, C.W. Beyond weight loss: evaluating the multiple benefits of bariatric surgery after Roux-en-Y gastric bypass and adjustable gastric band. *Obes Surg* 2014; 24: 684-91.
- NHLBI, N.H., Lung, and Blood Institute, Health, N.I.o., Initiative, O.E., Obesity, N.A.A.f.t.S.o. *The Practical Guide: Identification, Evaluation, and Treatment of Overweight and Obesity in Adults*. 2000.
- NHMCR, N.H.a.M.R.C. *Clinical practice guidelines for the management of overweight and obesity in adults, adolescents and children in Australia*. Melbourne: National Health and Medical Research Council, 2013.
- Novais, P.F., Rasera, I., Jr., Leite, C.V., Marin, F.A., de Oliveira, M.R. Food intake in women two years or more after bariatric surgery meets adequate intake requirements. *Nutr Res* 2012; 32: 335-41.
- ÖAG, Ö.A.G. ÖAG Leitlinie. Internet: http://www.adipositas-austria.org/oeag_leitlinien_06.html (accessed 18.11.2004).
- Oda-Montecinos, C., Saldana, C., Andres, A. Eating behaviors are risk factors for the development of overweight. *Nutr Res* 2013; 33: 796-802.
- Ortega, J., Ortega-Evangelio, G., Cassinello, N., Sebastia, V. What are obese patients able to eat after Roux-en-Y gastric bypass? *Obes Facts* 2012; 5: 339-48.
- Palmo, A. Severe obesity: Introductory outlines and the conventional non surgical therapy. *e-SPEN Journal* 2013; 8: e216-e27.
- Patti, M.E., Goldfine, A.B. Hypoglycemia after gastric bypass: the dark side of GLP-1. *Gastroenterology* 2014; 146: 605-8.
- Philip Karl, J., McKeown, N.M. Chapter 43 - Whole Grains in the Prevention and Treatment of Abdominal Obesity. In: *Nutrition in the Prevention and Treatment of Abdominal Obesity* (Watson, R.R.). Academic Press, San Diego: Academic Press, 2014; 515-28.

Literaturverzeichnis

- Poppitt, S.D., Swann, D., Black, A.E., Prentice, A.M. Assessment of selective under-reporting of food intake by both obese and non-obese women in a metabolic facility. *Int J Obes Relat Metab Disord* 1998; 22: 303-11.
- Prager, G.L., F.; Shakeri-Leidenmühler, S.; Kefurt, R.; Poglitsch, M. Methoden der bariatrischen Chirurgie: Prinzip, Vor- und Nachteile, Indikationen. *Diabetes Forum* 2013; 2:
- Prentice, R.L., Mossavar-Rahmani, Y., Huang, Y., Van Horn, L., Beresford, S.A., Caan, B., Tinker, L., Schoeller, D., Bingham, S., Eaton, C.B., Thomson, C., Johnson, K.C., Ockene, J., Sarto, G., Heiss, G., Neuhouser, M.L. Evaluation and comparison of food records, recalls, and frequencies for energy and protein assessment by using recovery biomarkers. *Am J Epidemiol* 2011; 174: 591-603.
- Quesada, K.R., Novais, P.F., Detregiachi, C.R., Barbalho, S.M., Rasera, I., Jr., Oliveira, M.R. Comparative analysis of approaches for assessing energy intake underreporting by female bariatric surgery candidates. *J Am Coll Nutr* 2014; 33: 155-62.
- Rebro, S.M., Patterson, R.E., Kristal, A.R., Cheney, C.L. The effect of keeping food records on eating patterns. *J Am Diet Assoc* 1998; 98: 1163-5.
- Richardson, T., Thomas, P., Ryder, J., Kerr, D. Influence of caffeine on frequency of hypoglycemia detected by continuous interstitial glucose monitoring system in patients with long-standing type 1 diabetes. *Diabetes Care* 2005; 28: 1316-20.
- Ritz, P., Hanaire, H. Post-bypass hypoglycaemia: a review of current findings. *Diabetes Metab* 2011; 37: 274-81.
- Rondanelli, M., Faliva, M., Monteferrario, F., Peroni, G., Repaci, E., Allieri, F., Perna, S. Novel Insights on Nutrient Management of Sarcopenia in Elderly. *BioMed Research International* 2015; 2015: 524948.
- Rosensweig, N.S., Herman, R.H. Control of jejunal sucrase and maltase activity by dietary sucrose or fructose in man. A model for the study of enzyme regulation in man. *J Clin Invest* 1968; 47: 2253-62.
- Roslin, M.S.D.Y.W.J.D.T.S.P. Comparison Between RYGB, DS, and VSG Effect on Glucose Homeostasis. *Obesity Surgery* 2012; 22: 1281-6.
- Rossetti, P., Bondia, J., Vehi, J., Fanelli, C.G. Estimating plasma glucose from interstitial glucose: the issue of calibration algorithms in commercial continuous glucose monitoring devices. *Sensors (Basel)* 2010; 10: 10936-52.
- Rutledge, R. The Mini-Gastric Bypass: Experience with the First 1,274 Cases. *Obesity Surgery* 2001; 11: 276-80.
- Salehi, M., Gastaldelli, A., D'Alessio, D.A. Blockade of glucagon-like peptide 1 receptor corrects postprandial hypoglycemia after gastric bypass. *Gastroenterology* 2014a; 146: 669-80 e2.

- Salehi, M., Gastaldelli, A., D'Alessio, D.A. Blockade of glucagon-like peptide 1 receptor corrects postprandial hypoglycemia after gastric bypass. *Gastroenterology* 2014b; 146: 669-80.e2.
- Sarwar, H., Chapman, W., III, Pender, J., Ivanescu, A., Drake, A., III, Pories, W., Dar, M. Hypoglycemia after Roux-en-Y Gastric Bypass: The BOLD Experience. *Obesity Surgery* 2014a; 1-5.
- Sarwar, H., Chapman, W.H., 3rd, Pender, J.R., Ivanescu, A., Drake, A.J., 3rd, Pories, W.J., Dar, M.S. Hypoglycemia after Roux-en-Y Gastric Bypass: The BOLD Experience. *Obes Surg* 2014b;
- Schauer, P.R., Kashyap, S.R., Wolski, K., Brethauer, S.A., Kirwan, J.P., Pothier, C.E., Thomas, S., Abood, B., Nissen, S.E., Bhatt, D.L. Bariatric Surgery versus Intensive Medical Therapy in Obese Patients with Diabetes. *New England Journal of Medicine* 2012; 366: 1567-76.
- Shim, J.S., Oh, K., Kim, H.C. Dietary assessment methods in epidemiologic studies. *Epidemiol Health* 2014; 36: e2014009.
- Sideleva, O., Black, K., Dixon, A.E. Effects of obesity and weight loss on airway physiology and inflammation in asthma. *Pulm Pharmacol Ther* 2013; 26: 455-8.
- Siler, S.Q., Neese, R.A., Christiansen, M.P., Hellerstein, M.K. The inhibition of gluconeogenesis following alcohol in humans. *Am J Physiol* 1998; 275: E897-907.
- Sinton, M.M., Wilfley, D.E. Overweight/Obesity. In: *Encyclopedia of Adolescence* (Brown, B.B., Prinstein, M.J.). Academic Press, San Diego: Academic Press, 2011; 219-29.
- Sjöström, L. Review of the key results from the Swedish Obese Subjects (SOS) trial – a prospective controlled intervention study of bariatric surgery. *Journal of Internal Medicine* 2013; 273: 219-34.
- Soares, F.L., Bissoni de Sousa, L., Corradi-Perini, C., Ramos da Cruz, M.R., Nunes, M.G., Branco-Filho, A.J. Food quality in the late postoperative period of bariatric surgery: an evaluation using the bariatric food pyramid. *Obes Surg* 2014; 24: 1481-6.
- Sovik, T.T., Karlsson, J., Aasheim, E.T., Fagerland, M.W., Bjorkman, S., Engstrom, M., Kristinsson, J., Olbers, T., Mala, T. Gastrointestinal function and eating behavior after gastric bypass and duodenal switch. *Surg Obes Relat Dis* 2013; 9: 641-7.
- Stefater, M.A., Kohli, R., Inge, T.H. Advances in the surgical treatment of morbid obesity. *Molecular Aspects of Medicine* 2013; 34: 84-94.
- Stephens, S.K., Cobiac, L.J., Veerman, J.L. Improving diet and physical activity to reduce population prevalence of overweight and obesity: an overview of current evidence. *Prev Med* 2014; 62: 167-78.
- Stevens, B.R., Kaunitz, J.D., Wright, E.M. Intestinal transport of amino acids and sugars: advances using membrane vesicles. *Annu Rev Physiol* 1984; 46: 417-33.

Literaturverzeichnis

- Thompson, F.E., Subar, A.F. Chapter 1 - Dietary Assessment Methodology. In: Nutrition in the Prevention and Treatment of Disease (Third Edition) (Ferruzzi, A.M.C.J.B.G.). Academic Press: Academic Press, 2013; 5-46.
- Tsigos, C., Hainer, V., Basdevant, A., Finer, N., Fried, M., Mathus-Vliegen, E., Micic, D., Maislos, M., Roman, G., Schutz, Y., Toplak, H., Zahorska-Markiewicz, B., Obesity Management Task Force of the European Association for the Study of, O. Management of obesity in adults: European clinical practice guidelines. *Obes Facts* 2008; 1: 106-16.
- Valderas, J.P., Ahuad, J., Rubio, L., Escalona, M., Pollak, F., Maiz, A. Acarbose improves hypoglycaemia following gastric bypass surgery without increasing glucagon-like peptide 1 levels. *Obes Surg* 2012; 22: 582-6.
- Vincze, G., Barner, J.C., Lopez, D. Factors associated with adherence to self-monitoring of blood glucose among persons with diabetes. *Diabetes Educ* 2004; 30: 112-25.
- Welsh, J.B., Kaufman, F.R., Lee, S.W. Accuracy of the Sof-Sensor Glucose Sensor with the iPro Calibration Algorithm. *Journal of Diabetes Science and Technology* 2012; 6: 475-6.
- Whitehead, N., White, H. Systematic review of randomised controlled trials of the effects of caffeine or caffeinated drinks on blood glucose concentrations and insulin sensitivity in people with diabetes mellitus. *Journal of Human Nutrition and Dietetics* 2013; 26: 111-25.
- WHO. Appropriate body-mass index for Asian populations and its implications for policy and intervention strategies. *The Lancet* 2004; 363: 157-63.
- WHO. Obesity and Overweight. (accessed 10.6.2014).
- WHO, W.C.o.O.W.H.O. Obesity: preventing and managing the global epidemic: report of a WHO consultation. Geneva: WHO World Health Organization, 2000:252.
- WHO, W.H.O. WHO opens public consultation on draft sugars guideline. Internet: <http://www.who.int/mediacentre/news/notes/2014/consultation-sugar-guideline/en/> (accessed 25.11.2014 2014).
- Wittgrove, A., Clark, G. Laparoscopic Gastric Bypass, Roux en-Y - 500 Patients: Technique and Results, with 3-60 month follow-up. *Obesity Surgery* 2000; 10: 233-9.
- Woodard, G.A., Downey, J., Hernandez-Boussard, T., Morton, J.M. Impaired Alcohol Metabolism after Gastric Bypass Surgery: A Case-Crossover Trial. *Journal of the American College of Surgeons* 2011; 212: 209-14.
- Yao, A. Screening for and Management of Obesity in Adults: U.S. Preventive Services Task Force Recommendation Statement: A Policy Review. *Annals of Medicine and Surgery* 2013; 2: 18-21.
- Zaharieva, D.P., Riddell, M.C. Caffeine and glucose homeostasis during rest and exercise in diabetes mellitus. *Appl Physiol Nutr Metab* 2013; 38: 813-22.

- Zeeb H., A.W., Pigeot I. Primärprävention Konzepte und Strategien. Bundesgesundheitsblatt - Gesundheitsforschung - Gesundheitsschutz 2011; 3: 265-71.

8 Anhang

8.1 Übersicht über Ernährungsempfehlungen

Für die Bestimmung der Therapie sind allgemein gültige Richtlinien und Empfehlungen sehr hilfreich und verhindern Missverständnisse, sowohl zwischen den Berufsgruppen, als auch bei den PatientInnen. Deshalb werden die Erkenntnisse, die in dieser Masterarbeit aus der Literatur und der Studie gewonnen wurden im Folgenden zusammengefasst. Allerdings sind für die Definition von Empfehlungen noch weitere Studien erforderlich um den Einfluss der Menge an Kohlenhydraten pro Mahlzeit und die Kombination anderer Nährstoffe mit Kohlenhydraten auf den Blutzuckerspiegel besser beschreiben zu können.

5 – 6 Mahlzeiten pro Tag [BOTROS, et al., 2014; MOIZE, et al., 2010]

Die Aufnahme von mehreren Mahlzeiten über den gesamten Tag verteilt verhindert die Entstehung von Nüchternphasen und vermindert somit die Chance Hypoglykämien zu entwickeln. Als besonders wichtig erscheint dabei eine ballaststoffreiche und zuckerarme Spätmahlzeit um nächtliche Hypoglykämien vorzubeugen.

1,5 – 2 l zucker- und energiefreie Flüssigkeit pro Tag [BOTROS, et al., 2014; MECHANICK, et al., 2013]

Die ausreichende Versorgung mit Flüssigkeit ist für die Körperfunktionen essentiell. Allerdings sollte diese durch energiefreie Flüssigkeiten abgedeckt werden, um eine erneute Gewichtszunahme zu verhindern und zum anderen die rasche Aufnahme von Zucker in den Blutkreislauf und damit verbundene Hypoglykämien zu vermeiden.

Aufnahme von Getränken im Abstand von 30 Minuten zu den Mahlzeiten [HELLBARDT, 2014; MECHANICK, et al., 2013]

Zur Vermeidung von gastrointestinalen Symptomen sollten Getränke nur getrennt von den Mahlzeiten getrunken werden. Ansonsten kann es zur

Überdehnung des Magenpouches und einer Verkürzung der Transitzeit im Magen kommen.

Geringer Konsum von Alkohol und Koffein [MOIZE, et al., 2010]

Zwischen Alkohol und Hypoglykämien konnte in dieser Arbeit eine signifikante Assoziation hergestellt werden. Aber auch Koffein konnte sehr häufig mit Unterzuckerungen in Verbindung gebracht werden. Aus diesem Grund sollte auf Alkohol und Koffein weitestgehend verzichtet werden, besonders wenn man an Hypoglykämien leidet.

5 Portionen Obst und Gemüse pro Tag [MECHANICK, et al., 2013]

Die Einhaltung von 5 Portionen Obst und Gemüse pro Tag dient der Versorgung mit Vitaminen, Mineralstoffen und Ballaststoffe und verhindert durch eine geringe Energiedichte eine zu hohe Kalorienzufuhr. Von diesen sollten zwei Portionen in Form von Obst zugeführt werden, wobei hier auf zuckerreiche Obstsorten, wie Bananen, Trauben, Kirchen, etc. verzichtet werden sollte.

Im Allgemeinen sollte auf zuckerhaltige Lebensmittel und Getränke, wie Bonbons, Schokolade, Torte, Punsch, Limonaden, etc. verzichtet werden, da diese verstärkt mit Hypoglykämien assoziiert werden konnten. Außerdem ist es empfehlenswert stärkehaltige Nahrungsmittel immer in Kombination mit Ballaststoffen, Fett und Protein zu konsumieren.

1,0 – 1,5 g Protein pro Kilogramm Idealgewicht [BOTROS, et al., 2014; MECHANICK, et al., 2013]

Die Eiweißmenge sollte für alle PatientInnen individuell bestimmt werden um eine optimale Zufuhr zu erreichen. Diese ist wichtig um eine Mangelernährung und damit verbundene Komplikationen zu vermeiden. Dabei sollte man auf hochwertige Produkte mit einem geringen Fettanteil zurückgreifen um den täglichen Kalorienbedarf nicht zu überschreiten. Diese Zusammenfassung dient der Übersichtlichkeit der in dieser Arbeit gewonnen Erkenntnisse. Allerdings sollten für allgemein gültige Empfehlungen die Aussagen über die verschiedenen Arten von Kohlenhydraten noch genauer untersucht werden.

8.2 Fragebogen zur Hypoglykämie bei Zustand nach Magenbypass

Fragebogen zur Hypoglykämie bei Zustand nach Magenbypass

Bitte kreuzen sie jeweils 1 Antwort pro Frage an.

Bei Feldern mit 1-10: 1 trifft nicht zu, 5 trifft manchmal zu, 10 trifft zu

1) Werden Sie nach Mahlzeiten müde?

nie	selten	manchmal	häufig	immer

2) Fällt es Ihnen schwer, sich nach Mahlzeiten zu konzentrieren?

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

3) Nach einer großen Mahlzeit fühle ich mich schlapp oder hungrig.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

4) Etwa 2 Stunden nach dem Essen werde ich manchmal müde, hungrig, gereizt, unkonzentriert und lustlos, oder ich bekomme Kopfschmerzen.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

5) Haben sie nach dem Essen manchmal Herzrasen oder Herzklopfen?

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

6) Fühlen sie sich nach Mahlzeiten manchmal zittrig?

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

7) Fühlen sie sich nach Mahlzeiten manchmal schwindelig?

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

8) Leiden sie manchmal nach Mahlzeiten an Schweißausbrüchen?

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

9) Fühlen sie sich manchmal nach Mahlzeiten verwirrt?

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

10) Haben sie schon einmal nach einer Mahlzeit das Bewußtsein verloren?

noch nie	1-3 mal	öfters als 3 mal

11) Fühlen sie sich nach dem Essen manchmal schwach??

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

12) Wurden sie schon einmal wegen einer Hypoglykämie (Unterzucker) behandelt bzw. eine Hypoglykämie festgestellt?

nein	kann mich nicht erinnern	ja

Score

High risk 101 - 75

Medium risk 74-50

Low risk 49-25

Very low risk 12-24

9 Lebenslauf

Catherina Prüser

Persönliche Daten

Geburtsdatum	08. Dezember 1989
Geburtsort	Linz, Österreich
e-mail	catherinaprueser@gmx.at



Ausbildung

seit Juni 2014	Masterarbeit, Medizinische Universität Wien, Österreich
2012 - 2014	Masterstudium Ernährungswissenschaften, Universität Wien, Österreich
2009 – 2012	Bachelorstudium Diätologie, FH Campus Wien, Österreich (Abschluss BSc of Health Studies)
2008 – 2009	Bachelorstudium Ernährungswissenschaften, Universität Wien, Österreich
2000 – 2008	Bundesrealgymnasium Wels Wallererstraße, Österreich (Abschluss: Matura)
1996-2000	Volksschule 3 Wels, Österreich

Berufserfahrung

März 2015-Heute	Projektmitarbeiterin, AGME (Arbeitsgemeinschaft moderner Ernährung), Österreich
Oktober 2014	Mitarbeit bei der AKE-Herbsttagung 2014, AKE (Arbeitsgemeinschaft Klinische Ernährung), Österreich
August 2014	Diätologin des Diät-Lern-Trainings für angeborene Stoffwechselerkrankungen, ÖGAST (österreichische Gesellschaft für angeborene Stoffwechselerkrankungen), Österreich
Oktober 2013 – Juni 2014	Leitung von Kinderturnstunden, Team Activities, Österreich

Juli – August 2013	Diätologin des Diät-Lern-Trainings für angeborene Stoffwechselerkrankungen, ÖGAST (Österreichische Gesellschaft für angeborene Stoffwechselerkrankungen), Österreich
April – Mai 2012	Klinisches Praktikum, Sozialmedizinische Zentrum Sophienspital, Österreich
Jänner 2012	Berufspraktikum, FH Campus Wien, Österreich
November – Dezember 2011	Berufspraktikum, Sanatorium Hera, Österreich
Oktober – November 2011	Berufspraktikum, Allgemeines Krankenhaus der Stadt Wien, Österreich
September – Oktober 2011	Berufspraktikum, Klinikum Wels-Grieskirchen, Österreich
August 2011	Ferialpraktikum, Kaiserin Elisabeth Spital, Österreich
Juli 2011	Betreuung eines Diätcamps für Kinder und Jugendliche, NÖ Jugendherbergswerk, Österreich
Mai – Juni 2011	Klinisches Praktikum, Krankenhaus Hietzing mit Neurologischem Zentrum Rosenhügel, Österreich
Jänner – Februar 2011	Klinisches Praktikum, Kaiserin Elisabeth Spital, Österreich
Juni 2010	Hospitation, Sankt Anna Kinderspital, Österreich

Persönliche Fähigkeiten

Sprachen	Muttersprache: Deutsch, Englisch, Latein, Italienisch, Spanisch
IT	MS Office, Adobe Photoshop, Adobe Illustrator, SPSS, EndNote, Software zur Nährwertberechnung (nut.s)
Anderes	Bioelektrische Impedanzanalyse (BIA)