

Veränderungen des Gedächtnisses bei adipösen
Patienten durch Diät oder Adipositaschirurgie

Inauguraldissertation
zur Erlangung des Grades eines Doktors der Medizin
des Fachbereichs Medizin
der Justus-Liebig-Universität Gießen

vorgelegt von Brenner, Maren
aus Gießen

Gießen, 2024

Aus dem Fachbereichs Medizin der Justus-Liebig-Universität Gießen

Klinik für Allgemein-, Viszeral-, Thorax-, Transplantations- und Kinderchirurgie
des Universitätsklinikums Gießen

Gutachter: PD Dr. Rüdiger Hörbelt

Gutachter: Prof. Dr. Christoph Mulert

Tag der Disputation: 22.05.2025

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	1
1.1 Definitionen der Adipositas	1
1.2 Therapieformen der Adipositas	3
1.1. Adipositaschirurgie	3
1.3 OPTIFAST®-52® Programm	6
1.4 Definition des Gedächtnisses	7
1.5 Auswirkung der Adipositas auf die kognitive Leistung	9
1.6 Fragestellung	11
2 Methoden	12
2.1 Patientenkollektiv	12
2.2 Aufbau der Studie	14
2.3 Neuropsychologische Untersuchungen	16
2.3.1 IQ - Sozialschätzformel und Adipositas Fragebogen	16
2.3.2 Beck - Depressions - Inventar - Fragebogen (BDI)	16
2.3.3 FPI - Fragebogen	17
2.3.4 Fragebogen zur geistigen Leistungsfähigkeit (Flei)	17
2.3.5 Rey - Osterrieth - Complex-Figure (ROCFT)	17
2.3.6 Verbaler Lern- und Merkfähigkeitstest (VLMT)	17
2.3.7 Trail - Making - Test	18
2.3.8 Mehrfachwahl - Wortschatz - Intelligenztest (MWT - A)	18
2.3.9 Aufmerksamkeits - Belastungs - Test; d2 - Test	19
2.3.10 Regensburger Wortflüssigkeits - Test (RWT)	19
2.4 Untersuchungen des Lifestyles	20
2.5 Auswertung der Testverfahren und angewandte statistische Methoden	21
3 Ergebnisse	22
3.1 Demographische Daten und Deskriptive Statistik	22
3.2 Gewichtsreduktion durch bariatrische Chirurgie und OPTIFAST®-52®	25
3.3 Becks Depression Index im Zeitverlauf	26

3.4 Mittelwertvergleich der kognitiven Leistung der einzelnen Gruppen im Zeitverlauf	27
3.5 Einfluss des Gewichtsverlusts auf die Kognition.....	28
3.6 Veränderungen der Lebendsgewohnheiten.....	29
4 Diskussion	31
5 Zusammenfassung.....	37
6 Summary	38
Abkürzungsverzeichnis	39
Abbildungsverzeichnis	40
Tabellenverzeichnis	41
Literaturverzeichnis	42
Anhang.....	52
I. Patientenaufklärungsbogen	52
II. Untersuchungsablauf Adipositas-Studie T0.....	60
III. Untersuchungsablauf Adipositas-Studie T1.....	61
IV. Untersuchungsablauf Adipositas - Studie T1K (Kontrollgruppe).....	62
V. Fragebögen.....	63
i. Fragebogen Adipositas T0	63
ii. Fragebogen Adipositas T1	68
iii. Fragebogen Kontrollgruppe T1.....	73
Publikationen.....	78
Ehrenwörtliche Erklärung.....	79
Danksagung.....	80

1. Einleitung

1.1 Definitionen der Adipositas

Die Adipositas (lat. adeps ‚Fett‘) bezeichnet eine Stoffwechselerkrankung, bei der Körperfett über dem normalen Maß vorliegt. Zur Einteilung einer Adipositas hat die World Health Organization (WHO) eine Klassifikation mithilfe des Body Mass Index (BMI) veröffentlicht. Der BMI ist definiert als Körpergewicht in Kilogramm dividiert durch das Quadrat der Körpergröße in Metern eines Erwachsenen (World Health Organization, 1995).

Es folgt ein Beispiel zur Berechnung des BMIs bei einem Erwachsenen, der 1,80 Meter groß und 90 Kilogramm schwer ist:

$$BMI = \frac{90(\text{kg})}{1,80^2(\text{m})^2} = 27,7$$

Der BMI dient als grober Richtwert; er kann nicht zwischen Muskel- und Fettmasse und Geschlechtern unterscheiden. Zusätzlich kann anhand des Wertes kein Rückschluss auf das Gesundheitsrisiko gezogen werden (World Health Organization, 1995).

Laut WHO ist ein BMI von < 18,5 untergewichtig, 18,5 - 24,9 normalgewichtig und ein BMI ≥ 25,0 übergewichtig (World Health Organization, 1995). Das Übergewicht wird zusätzlich unterteilt in Präadipositas und Adipositas I - III mit einem steigenden Risiko für Begleiterkrankungen (siehe Tabelle 1).

Tabelle 1: Gewichtsklassifikationen bei Erwachsenen anhand des BMI (nach WHO, 1995)

Kategorie	BMI	Risiko für Begleiterkrankungen bei Übergewicht
Untergewicht	< 18,5	Niedrig
Normalgewicht	18,5 - 24,9	Durchschnittlich
Übergewicht/ Prädipositas	25 - 29,9	Gering erhöht
Adipositas Grad I	30 - 34,9	Erhöht
Adipositas Grad II	35 - 39,9	Hoch
Adipositas Grad III	≥ 40	Sehr hoch

Neben der Berechnung des BMIs zur Darstellung des Ausmaßes des Übergewichtes, ist die Berechnung der Fettverteilung für die weitere Beurteilung des Gesundheitsrisikos von Nutzen. Der Taillenumfang lässt hierfür eine unkomplizierte Beurteilung des viszeralen Fettdepots zu (Koster et al., 2008). Im Vergleich zu dem viszeralen Fettdepot ist das subkutane Fettdepot mit einem geringeren, aber ebenfalls erhöhten Risiko von Komorbiditäten assoziiert (Sato et al., 2018).

In den letzten Jahren hat die Prävalenz der Adipositas in den Industrieländern zugenommen. Die Studie von Prugger et al. zeigte, dass im Zeitraum von 1985 - 2002 sowohl bei den Männern (von 16,2 % auf 22,5 %), als auch bei den Frauen (von 16,2 % auf 23,3 %) die Prävalenz der Adipositas stetig anstieg (Statistisches Bundesamt, 2014). Laut dem Statistischen Bundesamt waren in Deutschland 2013 14,1 % der Bevölkerung ab 18 Jahren adipös. Der Anteil der Frauen betrug dabei 12,8 %, der der Männer 15,4 % (Statistisches Bundesamt, 2014). Die Kosten, die durch die Adipositas und deren Komorbiditäten entstehen, beliefen sich in Deutschland im Jahr 2003 auf ca. 85,71 Mio. Euro (Knoll et al., 2008). Schon im Jahr 2015 betrugen die Krankheitskosten ca. 338.207 Mio. Euro (Statistisches Bundesamt, 2020). Laut einer Schätzung sollten die Adipositas-assoziierten Krankheitskosten in Deutschland im Jahr 2020 auf 25,7 Mrd. ansteigen (Knoll et al., 2008).

Ursachen der Adipositas sind vielschichtig. Zum einen können biologische, psychosoziale und / oder umweltbedingte Ursachen vorliegen (Deutsche Adipositas - Gesellschaft (DAG) e.V. et al., 2014). Neben familiärer Disposition können auch Stress, depressive Erkrankungen, Lebensstil oder endokrine Erkrankungen (z.B. Hypothyreose, Cushing-Syndrom) eine Rolle spielen. In den meisten Fällen kommt es zu einem Ungleichgewicht zwischen Kalorienzufuhr und Kalorienverbrauch zu Gunsten der Aufnahme. Eine abnehmende körperlichen Belastung begünstigt den steten Anstieg des BMIs (Deutsche Adipositas - Gesellschaft (DAG) e.V. et al, 2014).

Studien zeigen, dass die Adipositas ein Risikofaktor für Diabetes mellitus Typ 2, ein Schlafapnoesyndrom und kardiovaskuläre Erkrankungen ist (Menke et al., 2007). Auch neurologische Erkrankungen wie Demenzen, können durch die Adipositas begünstigt werden (Avenell et al., 2004). Eine Verminderung der kognitiven Funktion wird als weitere Folge der Adipositas diskutiert (Gunstad et al., 2007). Zusätzlich werden eine Reduktion der Lebensqualität und eine erhöhte Sterblichkeit als Konsequenzen der Adipositas angeführt (Haslam et al., 2005).

1.2 Therapieformen der Adipositas

Zur Prävention von Adipositas zählen neben einer gesunden und ausgewogenen Ernährung auch die körperliche Aktivität.

Zur Reduzierung des Gewichtes haben sich verschiedene konservative Verfahren wie zum Beispiel Diäten und Sportprogramme etabliert. Dazu zählt das für diese Arbeit relevante OPTIFAST®-52® Programm. Auch durch operative Eingriffe lässt sich eine Gewichtsreduktion erzielen, was im Weiteren erörtert werden soll.

1.1. Adipositaschirurgie

Als eine Therapieform hat sich in den letzten Jahren, unter anderem für sehr stark adipöse Patienten, bei denen die konservativen Verfahren nicht zum gewünschten Ziel geführt haben, die Adipositaschirurgie mit ihren verschiedenen Techniken (siehe Abbildung 1), wie zum Beispiel der laparoskopischen Magenbypass - Operation oder der Magenschlauchoperation (Gastric Sleeve), durchgesetzt (Deutsche Adipositas-Gesellschaft (DAG) e.V. et al, 2014). Ebenso kann ein Magenband eingesetzt oder eine biliopankreatische Diversion mit duodenalem Switch angelegt werden. Neue Operationstechniken haben in den letzten Jahren zu deutlich verbessertem perioperativen Outcome der Patienten geführt (Aridi et al., 2017). Die kurze Operationsdauer und die schnellere Mobilität nach der Operation haben besonders bei Patienten mit Adipositas per magna einen sehr positiven Effekt und führen zu einer Steigerung der Lebensqualität und zur Reduzierung der Komorbiditäten, wie zum Beispiel des Diabetes mellitus Typ 2 oder des Schlafapnoesyndroms (Olbers et al., 2023). Im Gegensatz zur bariatrischen Chirurgie führt die konservative Therapie mittels Bewegung, Medikamenten und Lebensstiländerung nur bedingt zu einem langfristigen Erfolg und seltener zur Verbesserung von Komorbiditäten, wie zum Beispiel des Diabetes mellitus Typ 2 (Cohen et al., 2012).

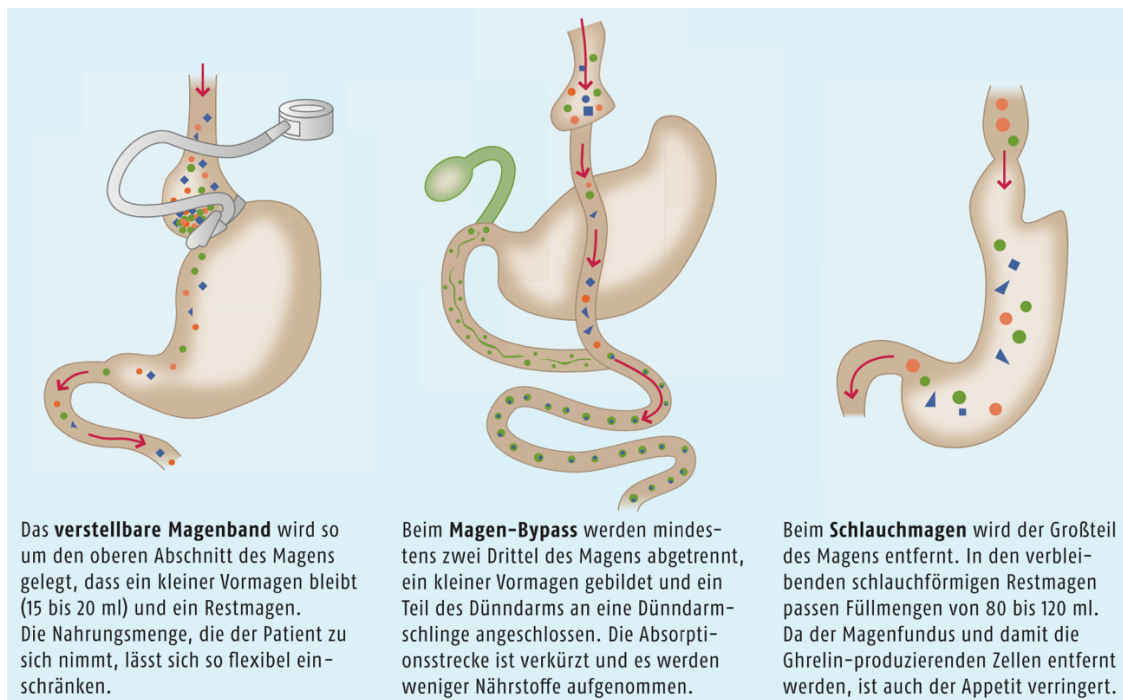


Abbildung 1: „Möglichkeiten der bariatrischen Chirurgie“ (B. Fessler, 2017)

Die aktuelle Studienlage zeigt, dass die Adipositaschirurgie der konservativen Therapie in Bezug auf die Gewichtsreduktion überlegen ist und die Remission von Folgeerkrankungen wie Diabetes mellitus Typ 2 reduziert werden kann (Picot et al., 2009; Stanek et al., 2011). In der aktuellen S3-Leitlinie zur „Chirurgie der Adipositas und metabolischer Erkrankungen“ vom Februar 2018 wird die metabolische Chirurgie von der Adipositaschirurgie abgegrenzt, so dass eine primäre Operationsindikation von Patienten mit einem Diabetes mellitus Typ 2 oder einem BMI > 40 kg/m² besteht (Deutsche Gesellschaft für Allgemein- und Visceralchirurgie, 2018). Langzeitstudien zeigten eine effektivere Diabetes Remission und damit eine Reduktion von assoziierten Komplikationen (Mingrone et al., 2015). In Deutschland wird am häufigsten der Magenbypass, gefolgt vom Gastric Sleeve, operiert (Fink et al., 2022).

Bei dem Magenschlauch (Sleeve-Magen) handelt es sich um ein rein restriktives Operationsverfahren; der Magen wird verkleinert. Dabei wird die große Krümmung des Magens mit einem chirurgischen Staplermesser entfernt und es bleibt ein kleiner Bereich des Magens als Schlauch zurück, mit einem Volumen von ca. 60 - 90 ml (Deitel et al., 2008). Durch die Entfernung des Magenfundus wird auch der Großteil des Syntheseorts des appetitsteigernden Peptidhormons Ghrelin entfernt. Postoperativ konnte eine signifikante Reduktion des Ghrelinspiegels im Blut gezeigt werden (Karamanakos et al., 2008).

Der Roux - Y - Magenbypass setzt sich aus zwei Verfahren zusammen: aus der Restriktion und der Malabsorption. Bei der Restriktion wird der Magen mittels Stapler abgesetzt und es entsteht eine vom Magen getrennte Tasche (Magenpouch).

Der Magen wird dadurch erheblich kleiner (ca. 30 ml) und ein schnelleres Sättigungsgefühl entsteht. Für die Malabsorption wird bei der Roux - Y - Rekonstruktion die sogenannte Fußpunktanastomose ca. 100 cm aboral des Treitz-Bandes und ca. 150 cm aboral der Gastrojejunostomie angelegt. Die Resorptionsstrecke ist dadurch verkürzt (Billmann et al., 2017) und es kann nur ein Teil der Nährstoffe aufgenommen werden.

Durch das Ausschalten von Anteilen des Magens müssen nach der chirurgischen Intervention lebenslang Kontrollen hinsichtlich der Vitamine, Proteine und Elektrolyte erfolgen, da es zu Entgleisungen oder Mangelzuständen kommen kann. Eine Substitution ist bei Mangel indiziert (Ordemann et al, 2017).

Außerdem hat sich das Magenband als Operationsmethode zur Gewichtsreduktion zunehmend etabliert. Dabei handelt es sich ebenfalls um ein rein restriktives Verfahren. Es wird ein etwa 30 ml großer Magenpouch durch das Anlegen einer Schlinge 1-2 cm unterhalb des gastroösophagealen Überganges gebildet. Die Schlinge wird entweder subcutan am M. rectus abdominis oder epigastrisch verankert und kann durch das Verstellen dieser den Innendurchmesser des Magenpouches bestimmen. Dies sorgt für ein schnelleres Sättigungsgefühl des Patienten und zusätzlich zu einer Verlangsamung des Transportes des Nahrungsbreis (Ordemann et al, 2017).

Die biliopankreatische Diversion mit duodenalem Switch stellt ein kombiniertes Verfahren aus Restriktion und Malabsorption dar. Auch bei diesem wird die große Magenkurvatur reseziert. Darüber hinaus wird das Duodenum postpylorisch, als auch der Dünndarm 250 cm oral der Ileocoecal - Klappe abgesetzt. Im Anschluss wird der Restmagen mit dem entstandenen Dünndarmschenkel anastomosiert (alimentärer Schenkel). 100 cm oral der Ileocoecal - Klappe wird der biliopankreatische Schenkel an diesen angeschlossen. Es entsteht eine verkürzte Resorptionsstrecke von ca. 100 cm (Aasprang et al., 2013).

1.3 OPTIFAST®-52® Programm

Zur konservativen Therapie einer Adipositas wurden verschiedene Programme zur Gewichtsreduktion entwickelt. Am universitären Adipositaszentrum Mittelhessen in Gießen wird das etablierte OPTIFAST®-52® Programm ambulant angeboten. Dieses Programm, welches in 35 Zentren in Deutschland und Österreich angeboten wird, ist speziell entwickelt worden, um Gewicht schnell und effektiv zu reduzieren. OPTIFAST®-52® startete 1989 und wurde in den letzten Jahren stetig weiterentwickelt (Bischoff et al., 2012). Dieses Konzept setzt sich aus Ernährungsberatung, medizinischer Betreuung, Verhaltenstraining und Bewegungstherapie zusammen. Das Programm ist auf adipöse Patienten zugeschnitten, die an Adipositas Grad I und II leiden. Das Therapieziel ist eine signifikante Gewichtsreduktion, eine langfristige Gewichtsstabilisierung durch Erarbeitung eines gesunden Lebensstils und eine Steigerung der Lebensqualität. Das Therapeutenteam besteht aus Ärzten, Psychologen, Bewegungstherapeuten, Ernährungsberatern und Krankenpflegern. Zum Start des Programms erhält jeder Patient eine umfangreiche medizinische und psychologische Eingangsuntersuchung. Das OPTIFAST®-52® Programm hat eine Dauer von 52 Wochen. Die Vorbereitungsphase dauert eine Woche: In dieser erhält der Teilnehmer einen Gesundheitscheck und eine Analyse seines Bewegungs- und Ernährungsverhaltens. Im Anschluss findet eine zwölfwöchige modifizierte Fastenphase statt. Dabei erhält der Patient 800 Kilokalorien pro Tag in Form von fünf Packungen Pulvernahrung zur schnellen Gewichtsreduktion und einen für ihn angepassten Bewegungsplan. Das Pulver enthält einen hohen Anteil an Proteinen und ist in verschiedenen Geschmacksrichtungen erhältlich, um die Einnahme für den Patienten so angenehm wie möglich zu gestalten. Eine ausreichende Trinkmenge und körperliche Aktivitäten sind dabei obligat. Nach den zwölf Wochen folgt die achtwöchige Umstellphase. Diese etabliert eine Änderung des Ess- und Bewegungsverhaltens. Eine individuell gesunde und ausgewogene Ernährung steht dabei im Vordergrund. In der Stabilisierungsphase, die 31 Wochen dauert, wird das Ess- und Bewegungsverhalten intensiviert und ein zusätzliches Verhaltenstraining angeboten, das den Patienten in schwierigen Alltagssituationen hilft. Nach den 52 Wochen erfolgt eine Abschlussuntersuchung, welche die Gewichtsreduktion genau aufzeigen soll.

1.4 Definition des Gedächtnisses

Eine wesentliche Konsequenz der Gewichtsreduktion ist die Zunahme des subjektiven Wohlbefindens und eine damit verbundene Reduktion des Stress- und Depressionslevels (Payne et al., 2018). Bisher gibt es Hinweise, dass eine Gewichtsreduktion auch kognitive Domänen wie Aufmerksamkeit und Gedächtnis beeinflussen kann.

Das Gedächtnis ist eine der wichtigsten kognitiven Funktionen, mit der der Mensch in der Lage ist, erworbene Reize und Informationen aus der Umwelt aufzunehmen und zu verarbeiten, zu speichern und in Situationen wieder abzurufen. Ein Modell nach Atkinson und Shiffrin (Atkinson & Shiffrin, 1968) unterteilt das Gedächtnis in drei zeitliche Domänen, die permanent parallel ablaufen. Das Ultrakurzzeitgedächtnis (UKZG) wird auch als „sensorisches Register“ bezeichnet und nimmt zum Beispiel visuelle, taktile und akustische Reize auf und liegt zwischen der Informationsaufnahme und der weiteren Verarbeitung. Das UKZG hat eine große Kapazität und eine Merkspanne von ca. 1 - 10 Sekunden. Um die erfassten Sinneswahrnehmungen zu speichern, müssen diese in das Kurzzeitgedächtnis (KZG) übertragen werden. Das KZG ist durch seine begrenzte Kapazität charakterisiert und dient als Zwischenstelle vom UKZG zum Langzeitgedächtnis (LZG). Im KZG werden Informationen gefiltert und ins LZG überführt. Nach Atkinson und Shiffrin wird ein Teil des KZG auch als Arbeitsgedächtnis bezeichnet (Atkinson & Shiffrin, 1968). Das KZG ist in der Lage, spezifische Informationen bei Gebrauch aus dem LZG hervorzurufen. Reize oder Informationen verbleiben ca. 15 - 30 Sekunden im KZG. Zur Entstehung des Gedächtnisses zählen bewusste und unbewusste Lernprozesse. Das LZG wird zusätzlich in verschiedene Teilbereiche unterteilt (siehe Abbildung 2). Zum einen unterscheidet man das deklarative und das prozedurale Gedächtnis. Eine weitere Unterteilung des deklarativen Gedächtnisses erfolgt in das episodische und in das semantische Gedächtnis. Dabei zählen zum episodischen Gedächtnis biographische Erlebnisse, wie zum Beispiel die Erinnerung an eine Hochzeitsfeier. Abzugrenzen davon ist das semantische Gedächtnis, welches das Faktenwissen, erlerntes Allgemeinwissen über Politik, Geschichte und dergleichen enthält. Das prozedurale Gedächtnis setzt sich aus der Fähigkeit des Menschen zusammen, automatisierte motorische Abläufe zu speichern und abzurufen. Dazu zählt beispielsweise das Radfahren. Das prozedurale Gedächtnis wird dem deklarativen gegenübergestellt und theoretisch durch andere, subcorticale Strukturen vermittelt, wohingegen das deklarative Gedächtnis auf der Nutzung hippocampaler und kortikaler Strukturen basiert (Gruber, 2018).

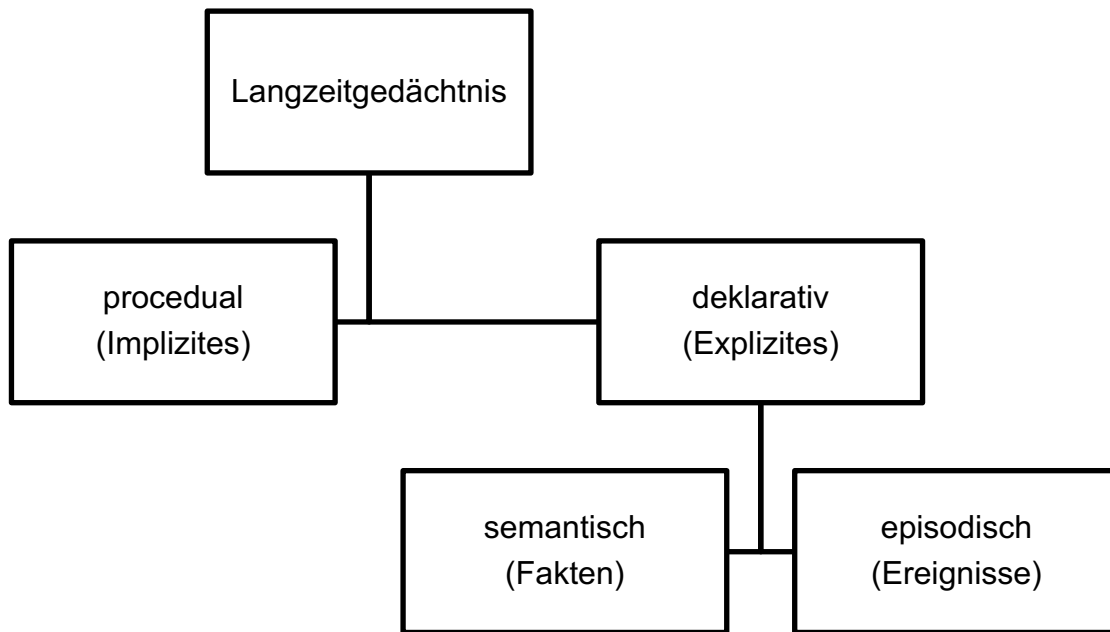


Abbildung 2: Das Langzeitgedächtnis und seine Teilbereiche (in Anlehnung an Gruber, 2018, S. 40)

Neben den oben erwähnten Gedächtnissystemen kann man zwischen dem expliziten und impliziten Gedächtnis unterscheiden. Das bewusste und geplante Lernen wird als explizites Lernen bezeichnet, wie zum Beispiel das Erlernen von Problemlösungen. Dagegen steht das implizite, unbewusste Lernen. Dieses läuft automatisch neben dem expliziten Gedächtnis ab, kann jedoch ebenfalls bewusst wieder abgerufen werden. Hierzu zählt beispielsweise das unbewusste Erlernen motorischer Sequenzen (Gruber, 2018).

1.5 Auswirkung der Adipositas auf die kognitive Leistung

Vorstudien haben beschrieben, dass eine Adipositas mit strukturellen Veränderungen des Gehirns verbunden sein kann (Ronan et al., 2016). Dazu zählt eine Veränderung der Organisation der weißen Substanz. Insbesondere frontale und hippocampale Hirnregionen zeigen mikrostrukturelle Veränderungen, die mittels Tensor - basierter Morphometrie (Diffusions Tensor Bildgebung, DTI) gemessen wurden und Auswirkungen auf die Gedächtnisleitung haben (Raji et al., 2010). Zudem kommt es besonders im Bereich des Temporallappens zu Atrophien, die mit einem erhöhten BMI korrelieren (Gustafson et al., 2004). Dabei tritt außerdem eine pathologische Veränderung der weißen Substanz des Corpus callosum und des Fornix auf (Stanek et al., 2011). Auch das Risiko, kognitive Störungen zu entwickeln, steigt mit dem Grad der Adipositas (Ozato et al., 2021; Veronese et al., 2017; Whitmer, 2005). Es wird angenommen, dass die Gewichtsreduktion zu einer Verbesserung der kognitiven Funktion führt. Mehrere Studien zeigten nach bariatrischer Chirurgie eine Verbesserung vor allem im Bereich der verbalen Merkfähigkeit, der Aufmerksamkeit und der exekutiven Funktionen (Alosco, Spitznagel, et al., 2014; Veronese et al., 2017).

Der zugrundeliegende Mechanismus ist derzeit nicht gänzlich geklärt. Ähnlich wie beim Diabetes mellitus werden bei Adipositas endokrinologische Mechanismen die zu einer Beeinträchtigung des Glukosetransports und Glukosestoffwechsels, sowie einer möglichen Insulinresistenz des Gehirns führen, diskutiert. Es wird angenommen, dass eine Veränderung der metabolischen Stoffwechsellage nach bariatrischer Chirurgie unter anderem eine Reduktion des zellulären oxidativen Stresses und der mitochondrialen Dysfunktion zur Folge hat, was die synaptische Übertragung und die neuronale Plastizität beeinträchtigen könnte und zu einer Änderung kognitiver Funktion führt (Witte et al., 2008; Zhang et al., 2023; Bennet et al., 2009). Zentrale Insulinresistenz kann das Lernverhalten beeinflussen und negative Auswirkungen auf die Gedächtnisleitung haben (Biessels & Reagan, 2015). In einer Arbeit von Winocur und Greenwood zeigte sich anhand eines Tiermodells die Auswirkung von Adipositas auf den verzögerten Abruf bei den Gedächtnistests (Winocur et al., 2005). Sowohl neuroendokrine als auch neurochemische Prozesse scheinen daher einen Einfluss auf die kognitiven Funktionen und vor allem auf hippocampal - vermittelte Gedächtnisleistung zu haben.

Neben den unmittelbaren Effekten der Adipositas auf endokrinologische und biochemische Prozesse müssen auch indirekte Effekte der Gewichtsreduktion berücksichtigt werden. Patienten mit Adipositas haben eine höhere Inzidenz von Depression und Angstzuständen (Fulton et al., 2022; Zhang et al., 2024; Chen et al., 2014). Patienten mit Depression können eine Beeinträchtigung sowohl der Konzentration und

Aufmerksamkeit, als auch der kognitiven Flexibilität zeigen (Price et al., 2020). Bildgebende und neuropathologische Studien konnten zeigen, dass Depressionen zu Atrophie und Verlust von Neuronen und Glia im präfrontalen Kortex und Hippocampus führen (Duman et al., 2016).

Ronan et al. zeigte, dass eine erhöhte Körpermasse unterschiedliche Auswirkung auf die Alterung des Gehirns hat, wobei sich vor allem mit steigendem BMI ein Verlust des Volumens der weißen Hirnsubstanz und nicht der grauen Hirnsubstanz herausstellte (Ronan et al., 2016). Dieser Effekt fand sich vor allem im mittleren Alter (ca. 40 Jahre) und führte zu einer ca. zehn Jahre früheren Alterung des Gehirns (Ronan et al., 2016).

1.6 Fragestellung

Ziel der vorliegenden Arbeit ist es, zu untersuchen, ob stark adipöse Patienten nach erfolgreicher Gewichtsreduktion durch entweder bariatrische Chirurgie oder durch Absolvieren des OPTIFAST®-52® Programms Veränderungen im Bereich der neuropsychologischen Tests zeigen. Hier werden insbesondere die Domänen Aufmerksamkeit, Verbal- und Figuralgedächtnis, Visokonstruktion und exekutive Funktionen nach Gewichtsreduktion untersucht.

Die Hypothesen der vorliegenden Arbeit betreffen die Unterschiedsprüfung der Mittelwerte zweier Gruppen (Interventions- (OPTIFAST®-52® oder bariatrische Operation) und Kontrollgruppe) über die Zeit (vor / acht Monate nach Intervention). Es wird vermutet, dass es zu einer Änderung der kognitiven Funktionen nach Gewichtsreduktion kommt.

Nullhypothese (H0):

Forcierte Gewichtsreduktion wirkt sich nicht auf die Ergebnisse der neuropsychologischen Testung aus.

H0: $\mu_{\text{Gewichtsreduktion}} = \mu_{\text{Kontrollgruppe}}$

Alternativhypothese, ungerichtet (H1):

Es kommt zu einer Veränderung der kognitiven Leistung (verschiedene abhängige Variablen) über die Zeit (T0 - T1) nach forcierter Gewichtsreduktion).

H1 ungerichtet: $\mu_{\text{Gewichtsreduktion}} \neq \mu_{\text{Kontrollgruppe}}$

Dieser Effekt ist unabhängig vom individuellen kognitiven Ausgangsniveau (z - Wert - Normierung).

Die Ablehnung der Nullhypothese wird festgesetzt bei $p \leq \alpha$. Für den Fehler 1. Art (α) gilt hier $p \leq 0,05$ (Fehlerwahrscheinlichkeit).

2 Methoden

2.1 Patientenkollektiv

Die vorliegende Studie wurde von der Ethikkommission des Universitätsklinikums Gießen genehmigt (Aktenzeichen 268/13).

Alle Studienteilnehmer wurden in Form eines Aufklärungsbogens über das Vorgehen und den aktuellen Forschungsstand informiert. Die Probanden hatten die Möglichkeit, die Teilnahme an der Studie jederzeit ohne Angabe von Gründen zu beenden. Die schriftliche Einwilligung des Patienten war Voraussetzung für die Teilnahme. Die erhobenen und später ausgewerteten Daten der Patienten wurden pseudoanonymisiert, das heißt, die Patienten erhielten zu Beginn der Teilnahme eine Identifikationsnummer. Die Studie umfasst 67 Patienten im Zeitraum von 2014 - 2017, die im universitären Adipositaszentrum Mittelhessen behandelt worden sind.

Für die Studie wurden adipöse Probanden mit einem BMI $> 25 \text{ kg/m}^2$ im Alter zwischen 18 und 75 Jahren eingeschlossen, die mittels einer bariatrischen Operation oder über die Teilnahme am OPTIFAST®-52® Programm eine Gewichtsreduktion erzielen wollten. Dagegen stellten eine MRT - Unfähigkeit (z. B. nicht MRT - fähige Implantate), Vorhandensein von strukturellen Hirnläsionen und die Einnahme von ZNS - wirksamen Medikamenten Ausschlusskriterien dar.

Unter Zuhilfenahme der jeweiligen Intervention wurden die Probanden zunächst in drei Studiengruppen aufgeteilt. Die drei Gruppen setzten sich wie folgt zusammen:

1. OPTIFAST®-52® - Gruppe: Patienten, die für zwölf Monate am OPTIFAST® 52® Programm im Adipositaszentrum Mittelhessen am UKGM Standort Gießen teilgenommen haben.
2. Operations - Gruppe: Patienten, die sich in der Klinik für Allgemein - und Viszeralchirurgie am UKGM Standort Gießen einer Adipositas Operation unterzogen haben.
3. Kontroll - Gruppe: Patienten, mit einem BMI $> 25 \text{ kg/m}^2$, die keine Gewichtsreduktion erfahren haben. Ein Großteil der Patienten wartete auf die Genehmigung der jeweiligen Krankenkasse zur bariatrischen Operation.

Bei einem kleinen Patientenkollektiv erfolgte aus statistischen Gründen bei einzelnen Berechnungen eine Zusammenführung der OPTIFAST®-52® - und der Operationsgruppe. Diese wird im Folgenden als Interventionsgruppe bezeichnet und steht der Kontrollgruppe gegenüber.

2.2 Aufbau der Studie

Die Studie umfasste die Untersuchung zu den jeweiligen Testzeitpunkten vor (T0) und nach (T1) der Intervention. Zur Erfassung des Verhaltens und verschiedener Aufmerksamkeitsleistungen wie die des Verbal- und Figuralgedächtnisses, der Visokonstruktion, sowie der exekutiven Funktion wurden in Zusammenarbeit mit der Klinik für Neurologie am UKGM Marburg (Epilepsiezentrum Marburg, Leitung Frau Prof. Dr. Susanne Knake) standardisierte neuropsychologische Testungen durchgeführt.

Die einzelnen Testdomänen wurden wie folgt zusammengefasst:

Tabelle 2: Testdomäne und Test

Testdomäne	Eingesetztes Testverfahren
Aufmerksamkeit	Aufmerksamkeits - Belastungs - Test - d2 - Test; Trail - Making - Test
Wortflüssigkeit/Exekutive Funktion	Regensburger Wortflüssigkeits - Test
Verbale Lern- und Merkfähigkeit	Verbaler Lern- und Merkfähigkeitstest
Visuelle Lern- und Merkfähigkeit	Rey - Osterrieth - Complex Figure
Depression	Beck - Depressions - Inventar - Fragebogen
Geistige Leistungsfähigkeit	Fragebogen zur geistigen Leistungsfähigkeit

Das verbale Gedächtnis bezieht sich auf die Erinnerung und Verwendung von Wörtern und sprachlichem Material. Dagegen zielt das Figuralgedächtnis auf Bilder ab, die nonverbal gemerkt werden müssen. Die Visokonstruktion ist eine kognitive Fähigkeit, die komplexe Strukturen und Muster erkennt. Zu der exekutiven Funktion zählen das Arbeitsgedächtnis und eine kognitive Flexibilität als komplexe Leistung des Gehirns (Gruber, 2018). Die für den jeweiligen Testzeitpunkt verwendeten Testverfahren sind in der Tabelle 3 aufgeführt.

Tabelle 3: Test zum Zeitpunkt T0 und T1

Test zum Zeitpunkt T0	Test zum Zeitpunkt T1
Sozialschätzformel + Adipositas Fragebogen	Adipositas / Kontrollgruppe Fragebogen
Rey - Osterrieth - Complex Figure (ROCFT)	Rey - Osterrieth - Complex Figure (ROCFT)
Verbaler Lern- und Merkfähigkeitstest (VLMT)	Verbaler Lern- und Merkfähigkeitstest (VLMT)
Trail making Test (TMT), Teil A + B	Trail making Test (TMT), Teil A + B
Mehrfachwahl - Wortschatz - Intelligenztest (MWT-A)	
Aufmerksamkeits-Belastungs-Test - d2-Test	Aufmerksamkeits - Belastungs - Test - d2-Test
VLMT Wiedererkennen	VLMT Wiedererkennen
Regensburger Wortflüssigkeits - Test (RWT)	Regensburger Wortflüssigkeits - Test (RWT)
Beck - Depressions - Inventar - Fragebogen (BDI)	Beck - Depressions - Inventar - Fragebogen (BDI)
Fragebogen zur geistigen Leistungsfähigkeit (Flei)	Fragebogen zur geistigen Leistungsfähigkeit (Flei)
Der Freiburger Persönlichkeitsinventar-Fragebogen (FPI)	

Die Reihenfolge der Tests war konstant und ist im Ablaufplan dargestellt (siehe Anhang II. / III. / IV.: Untersuchungsablauf). Zusätzlich wurden die Untersuchungen für die bessere Vergleichbarkeit nach Möglichkeit zur selben Zeit am Vormittag durchgeführt. Auch andere Rahmenbedingungen, wie zum Beispiel der Ort der Testung oder die Instruktionen für die jeweiligen Tests waren konstant. Die Durchführung der Untersuchungen dauerte bei T0 ca. anderthalb Stunden und bei T1 ca. eine Stunde.

2.3 Neuropsychologische Untersuchungen

2.3.1 IQ - Sozialschätzformel und Adipositas Fragebogen

Die IQ - Sozialschätzformel dient zur Abschätzung des prämorbidem Intelligenzniveaus und wird anhand der IQ - Sozialschätzformel nach Jahn (Jahn et al., 2013) ermittelt.

Die Anamnese des Patienten wurde mithilfe eines für die Studie erarbeiteten Fragebogens (siehe Anhang V.: Fragebögen) durchgeführt, um eine Strukturierung des Anamnesegesprächs zu ermöglichen. In diesem Anamnesebogen wurden abhängig vom Testzeitpunkt Informationen über das Ernährungs- und Genussmittelverhalten, soziale und medizinische Daten und die Medikamentenanamnese erfasst.

2.3.2 Beck - Depressions - Inventar - Fragebogen (BDI)

Der Beck - Depressions - Inventar - Fragebogen (BDI) erfasst die Schwere der depressiven Symptomatik und wurde von Aaron Beck entwickelt. Insgesamt besteht der BDI aus 21 verschiedenen Fragen aus den Bereichen Traurigkeit, Versagen, Schuldgefühle, Selbsthass, Suizidimpulse, Reizbarkeit, Entschlussunfähigkeit, Arbeitsunfähigkeit, Ermüdbarkeit, Gewichtsverlust, Libidoverlust, Pessimismus, Unzufriedenheit, Strafwünsche, Selbstanklagen, Weinen, Soziale Isolation, Negatives Körperbild, Schlafstörungen, Appetitverlust und Hypochondrie (Beck et al., 1979).

Anhand der vier Antwortmöglichkeiten wird die Intensität der jeweiligen Frage beantwortet. Dabei steht die „0“ für „nicht vorhanden“, die „1“ für eine „leichte Ausprägung“, die „2“ für „mäßige Ausprägung“ und die „3“ für eine „starke Ausprägung“. Die Aufgabe der Patienten war, die entsprechende Zahl selbstständig anzukreuzen, die für das Gefühl in den letzten zwei Wochen, einschließlich des Test - Zeitpunktes steht. Die Dauer des BDI - Fragebogens beträgt ca. 10 Minuten. Für die Auswertung wurde die Summe aus den entsprechenden angekreuzten Zahlen gebildet, wodurch zwischen 0 und 63 Punkten erreicht werden kann. Nach den S3 - Leitlinien für eine Unipolare Depression liegen die Cut - off - Werte bei diesem Fragebogen für den Wert < 13: keine Depression bzw. klinisch unauffällig oder nachlassend, Werte 13 - 19: leichtes depressives Syndrom, 20 - 28: mittelgradiges depressives Syndrom, ≥ 29 : schweres depressives Syndrom (Nationale Versorgungsleitlinien, 2022).

2.3.3 FPI - Fragebogen

Das Freiburger Persönlichkeitsinventar (FPI) ist ein psychologischer Persönlichkeitstest, der von Jochen Fahrenberg entwickelt wurde (Fahrenberg et al., 1970). Insgesamt besteht der Test aus 138 Items, die mit „stimmt“ und „stimmt nicht“ beantwortet werden. 14 Items beurteilen die Sekundärfaktoren (Extraversion und Emotionalität) und jeweils zwölf Items die Merkmale Lebenszufriedenheit, Soziale Orientierung, Leistungsorientierung, Gehemmtheit, Erregbarkeit, Aggressivität, Beanspruchung, Körperliche Beschwerden, Gesundheitsorgen und Offenheit. Die Dauer der Beantwortung liegt zwischen 10 und 30 Minuten. Anhand einer Schablone kann die Auswertung erfolgen. Für die Auswertung wurde „stimmt“ mit „1“ und „stimmt nicht“ mit „0“ kodiert.

2.3.4 Fragebogen zur geistigen Leistungsfähigkeit (Flei)

Der Fragebogen zur geistigen Leistungsfähigkeit (Flei) besteht aus 35 Testitems, die sich wiederum jeweils aus zehn Fragen der Bereiche Aufmerksamkeitsleistung, Gedächtnisleistung, Exekutivfunktion und fünf Kontrollitems zusammensetzen (Beblo et al., 2010). Der Test wird von den Patienten zum Teil unter Aufsicht bearbeitet. Die Fragen beziehen sich auf Alltagssituationen und werden mit der Frage „Wie häufig kommt das vor?“ beantwortet. Dabei bedeutet „0“ „nie“ und „4“ „sehr häufig“.

2.3.5 Rey - Osterrieth - Complex-Figure (ROCFT)

Mittels Rey-Osterrieth-Complex Figure Test wird das Figuralgedächtnis geprüft. Dabei ist es die Aufgabe des Probanden, eine Figur originalgetreu abzuzeichnen. Nach einer 30 - minutigen Verzögerung wird der Proband erneut gebeten, die Figur ohne Vorlage zu reproduzieren. Dieser Test wurde 1941 von André Rey entwickelt und der Bewertungsbogen durch Paul Alexandre Osterrieth standardisiert.

2.3.6 Verbaler Lern- und Merkfähigkeitstest (VLMT)

Der VLMT ist ein Wortgedächtnistest und dient zur Einschätzung des episodischen Lernens mittels verbaler und auditiver Kognition (Helmstadter et al., 2001).

Der Test setzt sich zusammen aus einem Listenlernen, nachfolgender Distraction, Abruf nach Distraction und anschließendem Abruf sowie Wiedererkennen nach 30 Minuten durch „forced choice“. Der Test enthält zwei Listen. Die Wortliste A besteht aus 15 semantisch unabhängigen Wörtern. Dagegen setzt sich die Wiedererkennungsliste B aus 30 Wörtern zusammen, die semantisch beziehungsweise phonometrisch der Wortliste A ähneln.

2.3.7 Trail - Making - Test

Der Trail Making - Test (TMT) erfasst die Dauer der Informationsverarbeitung. Dazu muss der Proband so schnell wie möglich 25 Zahlen, die auf einem Din A 4 Blatt verteilt sind, in der richtigen numerischen Reihenfolge 1 bis 25 mit einem Stift miteinander verbinden. Dies stellt den TMT - A dar.

Der TMT - B unterscheidet sich vom TMT - A dahingehend, dass bei ihm Zahlen mit Buchstaben in der richtigen numerischen und alphabetischen Reihenfolge abwechselnd verbunden werden sollen. Dabei werden als erstes eine Zahl und dann ein Buchstabe gewählt. Die Zahlen reichen hier von 1 bis 13 und die Buchstaben von A bis L.

Fehler, die dem Probanden selbst auffallen, dürfen von ihm verbessert werden und zählen nicht als Fehler. Verbindungsfehler, die der Proband nicht bemerkt, müssen von dem Tester direkt verbessert werden und werden als Fehler notiert.

Vor dem Test darf der Proband an einem Übungsbeispiel die Aufgabe bewältigen. Der zeitliche Aufwand zur Bewältigung des TMT - A und - B stellt dabei den Messparameter dar.

Während bei dem TMT - A die kognitive Leistungsgeschwindigkeit und die visomotorische Grundgeschwindigkeit erfasst wird, nimmt der TMT - B auch die Flexibilität der Testperson auf (Gass & Daniel, 1990).

2.3.8 Mehrfachwahl - Wortschatz - Intelligenztest (MWT - A)

Der MWT - A erfasst das Intelligenzniveau des Patienten (Lehrl, 1976). Hierbei wird dem Patienten eine Liste von 148 Wörtern vorgelegt. Die Wörter entstammen entweder der Umgangssprache, dem wissenschaftlichen Bereich oder sind fiktiv. Die Aufgabe der Patienten besteht darin, die 37 richtigen, real existierenden Wörter durchzustreichen. In jeder Zeile befinden sich vier Wörter, von denen eines korrekt ist. Der Schwierigkeitsgrad nimmt im Verlauf des Testes zu. Es kann eine Maximalanzahl von 37 Punkten erreicht werden. Die Markierung des falschen Wortes wird als Fehler gewertet und nicht zur Summe addiert.

2.3.9 Aufmerksamkeits - Belastungs - Test; d2 - Test

Der d2 - Test erfasst die Konzentrationsfähigkeit und die individuelle Aufmerksamkeit des Probanden (Brickenkamp, 2002). Dabei unterscheidet der Test zwischen der Qualität, der Schnelligkeit der Bearbeitung und der Bearbeitungsentwicklung im Laufe des Tests.

Bei diesem Test sollen die Patienten zeilenweise möglichst schnell und fehlerfrei die Items bearbeiten. Als Items stehen die Buchstaben „d“ und „p“ mit insgesamt ein bis vier Strichen unterhalb und / oder oberhalb des Buchstabens zur Verfügung. Der Schwerpunkt liegt auf den „d`s“ mit zwei Strichen. Die Patienten haben für die Bearbeitung einer Zeile 20 Sekunden Zeit und müssen alle richtigen „d`s“ durchstreichen. Nach der abgelaufenen Zeit kommt vom Instruktor die Aussage „Weiter“ und der Patient muss die darauffolgende Zeile bearbeiten. Insgesamt besteht der Test aus 14 Zeilen mit jeweils 21 oder 22 handlungsrelevanten Items. Nach 4 Minuten und 40 Sekunden ist der Test beendet. Der Test unterscheidet zwischen den Fehlern der ersten und zweiten Ordnung. Zu den Fehlern der ersten Ordnung gehören die häufigen Auslassungsfehler. Die weniger häufig auftretenden Verwechslungsfehler gehören zu den Fehlern der zweiten Ordnung. Die Gesamtleistung (GZ - F) lässt sich durch die Subtraktion der Fehler ($F = F_1 + F_2$) von der Gesamtanzahl der bearbeiteten Items (GZ) berechnen.

Der Konzentrationsleistungswert (KL) wiederum ergibt sich aus der Subtraktion von den Fehlern der zweiten Ordnung (F_2) von der Gesamtzahl aller richtig bearbeiteten Zeichen. Zusätzlich wird auch der Fehlerquotient (F %) angegeben, der sich aus der Gesamtzahl der Fehler ($F = F_1 + F_2$) multipliziert mit 100, dividiert durch die Gesamtzahl der bearbeiteten Items (GZ) berechnen lässt. Verschiedene Studien zeigten, dass sich der d2 - Test unabhängig von Geschlecht und Bildungsniveau verhält (Brickenkamp et al., 1998).

2.3.10 Regensburger Wortflüssigkeits - Test (RWT)

Durch den RWT wird die Wortflüssigkeit und besonders die exekutive Funktion des Menschen getestet (Aschenbrenner & Tucha, 2001). Die Aufgabe ist es, innerhalb einer Minute so viele Wörter wie möglich zu generieren. Dabei ist ein Anfangsbuchstabe (formlexikalisch) oder ein Wechsel zwischen zwei Anfangsbuchstaben (formlexikalischer Kategorienwechsel) vorgegeben. Zusätzlich besteht die semantische Aufgabe, Wörter zu einer vorgegebenen Kategorie oder im Wechsel zwischen zwei Kategorien zu nennen.

2.4 Untersuchungen des Lifestyles

In einem Strukturierten Fragebogen wurden die Probanden zu Verhaltensveränderungen gefragt (siehe Anhang V.: Fragebögen). Bezüglich sportlicher Aktivität wurden die Probanden bei beiden Untersuchungszeitpunkten gefragt, ob sie Sport treiben (ja / nein) und wie viele Minuten pro Woche. Zusätzlich wurde erhoben, welchen Sport die Probanden absolvieren. Hieraus ergibt sich die dargestellte Minutenzahl Sport pro Woche. Zur Beurteilung der Verhaltensänderung fragten wir nach dem Konsum von Softdrinks. Dieser wurde von uns als Marker für eine ungesunde Lebensweise angenommen.

2.5 Auswertung der Testverfahren und angewandte statistische Methoden

Die statistische Analyse wurde mithilfe von PASW® Statistics 22® (SPSS, IBM Company, Chicago, Illinois) durchgeführt und die Ergebnisse wurden als Mittelwert \pm Standardfehler (SEM) präsentiert. Gruppenvergleiche wurden mittels Pearsons Chi - Square Test durchgeführt. Zur Analyse kategorialer Daten unter Anwendung des 3 - stufigen Interventionsfaktors (OPTIFAST®-52®, Operation und Kontrolle) wurde eine multivariate Varianzanalyse (MANOVA) verwendet. Eine Kovarianzanalyse (ANCOVA) mit wiederholten Messungen über die Zeit (T0 und T1) sowie Gruppenvergleiche (Gewichtsverlust stark und gering) wurde unter Verwendung von dem Intelligenzquotienten und Depression als Kovariaten durchgeführt. Bei Bedarf wurden univariate Varianzanalysen oder Post - hoc - Tests (mit Bonferroni - Korrektur) angewendet. Freiheitsgrade wurden entsprechend den Sphärizitätstests nach Mauchlys (Greenhouse - Geisser Korrektur) angepasst, wenn Gruppenvarianzen heterogen waren.

Zur Vergleichsanalyse zwischen zwei Gruppen wurden t - Tests für die Zeitpunkte (T0 und T1) sowie die vier verschiedenen kognitiven Bereiche angewandt. Die Daten wurden zudem mittels z - Wert - Normierung standardisiert, basierend auf aktuellen deutschen Referenzwerten aus den Handbüchern neuropsychologischer Testverfahren. Diese standardisierte Vorgehensweise erlaubt den Vergleich der gemessenen kognitiven Bereiche untereinander. Eine Alterskorrektur gemäß den Referenzwerten wurde angewendet, um die kognitive Leistung unabhängig vom Alter zu bewerten und zu interpretieren.

Die Auswertestrategie beinhaltet den Vergleich der Stichprobenmittelwerte, um zu entscheiden, ob die Nullhypothese (H0) abgelehnt werden kann, das heißt ob die Mittelwertdifferenzen (über t - Verteilung) signifikant sind. Die Varianzanalyse wurde aufgrund der Testdomänen durchgeführt, wodurch der Testfehler reduziert wurde. Die Gruppen "Interventionsgruppe" und "Kontrollen" wurden zusätzlich in einem longitudinalen Mittelwertvergleich analysiert.

Die kognitiven Domänen umfassen mehrere Tests, die zur Vollständigkeit alle in der Dissertation genannt werden. Um die Teststärke zu erhöhen und dem Fehler für multiples Testen Rechnung zu tragen wurden diese Domänen anhand neuropsychologischer Testkriterien gewählt.

3 Ergebnisse

3.1 Demographische Daten und Deskriptive Statistik

Die im Folgenden beschriebenen demographischen Daten sind in Tabelle 4 dargestellt. Alle Probanden hatten eine therapierefraktäre Adipositas und hatten schon in der Vergangenheit mehrere Diäten, wie zum Beispiel die Methoden Trennkost oder Schlank - im - Schlaf, ohne nennenswerten Erfolg durchgeführt. Diese und weitere Eckdaten wurden mittels eines entsprechenden, einheitlichen Anamnesebogens erhoben. Alle Probanden waren Patienten des Adipositaszentrum und hatten alle erforderlichen Voruntersuchungen im Rahmen eines dreitägigen Aufenthaltes in der Universitätsklinik Gießen ausführlich absolviert. In dieser Zeit wurden die Patienten stets morgens mittels der oben genannten Testverfahren getestet.

Unsere Kontrollgruppe bestand aus elf Patienten, die sich in dem Studienzeitraum weder dem OPTIFAST®-52® Programm noch einer Adipositas - Operation unterzogen haben. Diese Patienten waren auf der Warteliste für die Verfahren und hatten zu diesem Zeitpunkt keine Kostenübernahme von der Krankenkasse für eine gewünschte bariatrische Operation erhalten. Zwei Patienten wurden aufgrund selbstständig induzierter übermäßiger Gewichtsabnahme nicht mit einbezogen. Die Probanden der Kontrollgruppe hatten im Durchschnitt einen BMI von $50 \text{ kg/m}^2 \pm 7 \text{ kg/m}^2$.

Von den Probanden waren neun weiblich und zwei waren männlich. Im Durchschnitt waren sie 43,0 Jahre alt ($\pm 10,0$ Jahre).

Die Gruppe der operierten Patienten bestand aus 28 Teilnehmern. 24 Patienten erhielten einen Magenbypass, vier Patienten unterzogen sich einer Magenschlauch-Operation. Es waren 20 Patientinnen weiblich und acht männlich im durchschnittlichen Alter von 35,0 Jahren ($\pm 10,2$ Jahre). Die Untersuchung an T0 fand während der Voruntersuchungen vor der jeweiligen Operation statt.

Die OPTIFAST®-52® Gruppe bestand aus 28 Teilnehmern. Ein Patient wurde aufgrund von zwei Schlaganfällen in der Anamnese ausgeschlossen. 17 Patienten waren weiblich und elf männlich. Das durchschnittliche Alter betrug 39,6 Jahre ($\pm 13,2$ Jahre).

Der T0 Termin wurde vor dem Start des OPTIFAST®-52® Programms durchgeführt. Für den T1 Termin kamen alle Patienten für einen geplanten Nachsorgetermin in die Klinik. Der geplante Zeitraum zwischen T0 und T1 sollte mindestens drei Monate betragen.

Im Durchschnitt war der endgültige Zeitraum aufgrund organisatorischer Hürden 230 ± 47 Tage (total n = 67).

25 der zu T0 untersuchten Patienten erschienen nicht zur Verlaufskontrolle und die von ihnen zuvor erhobenen Daten konnten zum Zeitpunkt T1 weder ausgewertet noch in die Berechnungen mit einbezogen werden.

In allen Gruppen waren Patienten vertreten, die einen regelmäßigen Tabakkonsum angaben. Ein signifikanter Unterschied lag nicht vor.

Ein Unterschied zeigte sich im BMI, der in der Operations - Gruppe am höchsten und in der OPTIFAST®-52® Gruppe am niedrigsten war ($p = 0,002$). Der Vergleich des BMI zwischen der Interventions- und Kontrollgruppe erbrachte jedoch keinen signifikanten Unterschied.

Die Betrachtung der gemessenen Gesamt - Intelligenzquotienten zeigte signifikante Unterschiede zwischen den drei Gruppen. Die Probanden in der OPTIFAST®-52® Gruppe hatten signifikant höhere Werte, gefolgt von der Operations- und der Kontrollgruppe ($p < 0,001$). Allerdings zeigte sich hinsichtlich des IQ kein signifikanter Unterschied zwischen der Interventions- und der Kontrollgruppe. Kein signifikanter Unterschied bestand im Bereich des Schulabschlusses der Patienten. In allen drei Gruppen OPTIFAST®-52®, Operation und Kontrolle hatten einige Patienten eine Allgemeine Hochschulreife oder einen Hauptschulabschluss.

Die Zeit zwischen den Testungen T0 und T1 war bei den operierten Patienten am längsten und bei den Probanden in der OPTIFAST®-52® Gruppe am kürzesten ($p = 0,048$); bei allen Gruppen lagen jedoch mindestens vier Monate zwischen den einzelnen Untersuchungen. Der Vergleich zwischen Interventions- und Kontrollgruppe erbrachte keinen Unterschied hinsichtlich der Zeit zwischen T0 und T1.

90 % der Patienten gaben Deutsch als Muttersprache an. Die anderen 10 % beherrschten die deutsche Sprache fließend, so dass das Verstehen der zum Teil komplexen Testinstruktionen bei allen Probanden gewährleistet war.

Mittels BDI - Fragebogen wurde die Schwere der depressiven Symptomatik erfasst. Sowohl in der Interventionsgruppe als auch in der Kontrollgruppe konnte zum Zeitpunkt T0 ein leichtes depressives Syndrom nachgewiesen werden. Dabei ergab sich zwischen den Gruppen kein signifikanter Unterschied in der Ausprägung der Symptomatik.

Tabelle 4: Charakterisierung der Stichprobe

	Total (n = 67)	Operation (n = 28)	OPTIFAST®- 52® (n = 28)	Kontrolle (n = 11)	p
Alter zum Zeitpunkt T0	39,2 ± 11,5	35,0 ± 10,2	39,6 ± 13,2	43,0 ± 10,0	n.s. ²
Geschlecht	F 46; M 21	F 20; M 8	F 17, M 11	F 9; M 2	n.s. ¹
Gewicht zum Zeitpunkt T0	141,9 ± 25,6	149,8 ± 23,8	132,2 ± 28,6	144,2 ± 23,0	n.s. ²
Größe	171,2 ± 9,9	170,7 ± 10,5	172,3 ± 10,0	169,0 ± 8,9	n.s. ²
BMI zum Zeitpunkt T0	47,9 ± 8,0	51,5 ± 6,1	44,4 ± 8,2	50,4 ± 7,0	p = 0,002 ²
		48,6 ± 8,6			n.s. ³
Schulabschluss					n.s. ¹
Sonderschule	1	1	0	0	
HS	18	11	2	5	
RS	20	8	9	3	
FABI	7	2	5	0	
Abitur	20	5	12	3	
IQ	101,8 ± 11,2	97,8 ± 9,7	108,8 ± 8,9	95,8 ± 11,7	p < 0,001 ²
		103,0 ± 10,8			n.s. ²
BDI zum Zeitpunkt T0	14,9 ± 10,2	15,2 ± 10,0	12,13 ± 10,7	19,22 ± 9,04	n.s. ²
Zigaretten/Tag zu T0	4,2 ± 1,0	6,0 ± 1,7	2,7 ± 1,3	3,5 ± 2,4	n.s. ²
Zeit zwischen T0 und T1 in Tagen	230 ± 47	308 ± 41	168 ± 37	226 ± 69	p = 0,0048 ²
		231 ± 29			n.s. ³

¹ Pearson-Chi-Square, ² Analysis of Variance (ANOVA), Daten werden angezeigt als Mittelwert ± Standardfehler, ³ t - Test für unverbundene Stichproben

3.2 Gewichtsreduktion durch bariatrische Chirurgie und OPTIFAST®-52®

Nach der bariatrischen Operation oder dem OPTIFAST®-52® Programm kam zu einer im zeitlichen Verlauf signifikanten Gewichtsreduktion von im Mittelwert $148,819 \pm 22,18$ kg an T0 auf $112,73 \pm 22,86$ kg an T1 bzw. $131,7 \pm 28,17$ kg an T0 auf $109,64 \pm 26,55$ kg an T1 (beide $p < 0,001$; gepaarter t - Test für verbundene Stichproben). Im Vergleich dazu kam es in der Kontrollgruppe zu keiner signifikanten Änderung des Gewichts innerhalb des Untersuchungszeitraumes ($147,31 \pm 23,88$ kg an T0 auf $147,76 \pm 23,22$ kg an T1). Die entsprechenden Verläufe des BMI sind in Abbildung 3 dargestellt.

Der Intergruppenvergleich zwischen der Interventionsgruppe und Kontrollgruppe zeigte eine prozentuale Gewichtsreduktion von 20,34 % bzw. 0,4 % ($p < 0,001$). Der Vergleich zwischen der Operation- und der OPTIFAST®-52® Gruppe ergab eine signifikant höhere Gewichtsabnahme bei den operierten Patienten (24,4 % vs. 17,06 %; $p = 0,003$).

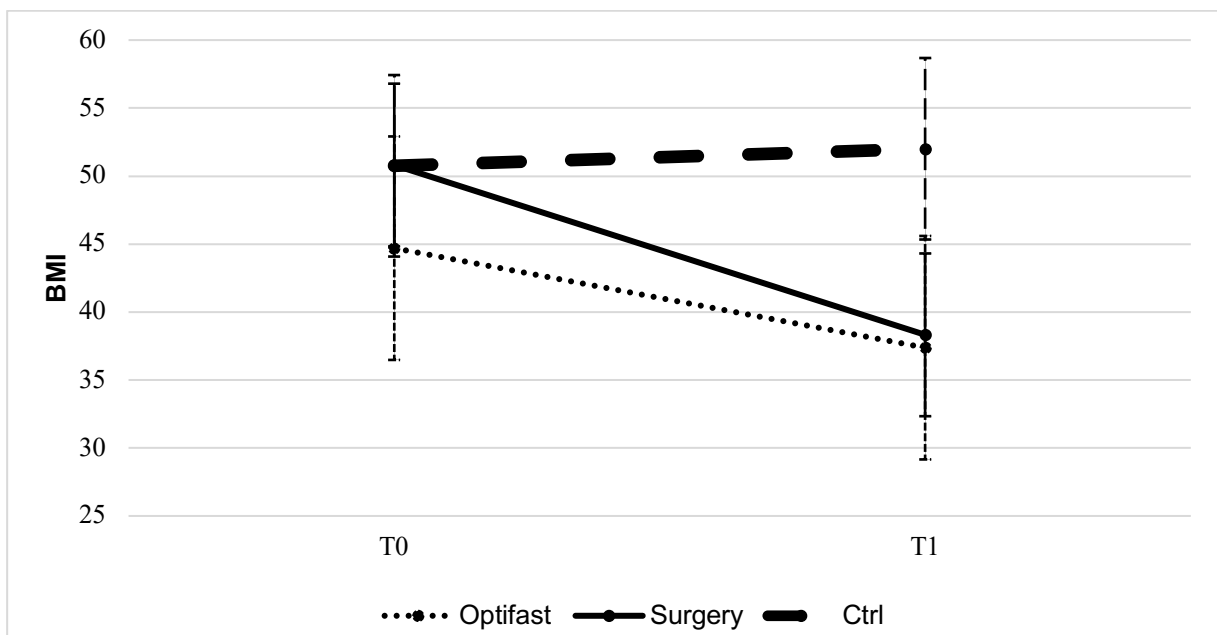


Abbildung 3: Gruppenvergleich der BMI - Werte an den Zeitpunkten T0 und T1

3.3 Becks Depression Index im Zeitverlauf

Die Bestimmung des BDI zeigte in den beiden Interventionsgruppen (Operation- und OPTIFAST®-52® - Gruppe) vor der Intervention, wie auch in der Kontrollgruppe mit Mittelwerten zwischen 14 und 19 von 63 ein leichtes depressives Syndrom an. Während sich nach der Gewichtsreduktion zum Zeitpunkt T1 in den Interventionsgruppen ein signifikanter Rückgang des BDI nachweisen ließ, zeigte der BDI in der Kontrollgruppe keine Veränderung im vergleichbaren Zeitverlauf (siehe Tabelle 5).

Tabelle 5: BDI im zeitlichen Verlauf

	BDI - Mittelwert T0 ± SD	BDI - Mittelwert T1± SD	p
Intervention	14,36 ± 9,86	6,54 ± 6,747	< 0,001
Kontrolle	19,222 ± 9,039	15,778 ± 9,217	0,113

3.4 Mittelwertvergleich der kognitiven Leistung der einzelnen Gruppen im Zeitverlauf

Zum Vergleich zwischen zwei Gruppen wurde der t - Test auf die Zeit (T0 und T1), sowie auf die vier verschiedenen kognitiven Bereiche Aufmerksamkeit, exekutive Funktionen, verbales Gedächtnis und visuelles Gedächtnis angewandt (siehe Tabelle 6).

Bei den behandelten Patienten (Interventionsgruppe) zeigten sich nach Gewichtsreduktion im zeitlichen Verlauf eine signifikante Verbesserung des visuellen Gedächtnisses ($t(46) = -3,170$; $p = 0,003$) sowie ein Trend zur Verbesserung der Aufmerksamkeit ($t(46) = -1,792$; $p = 0,080$).

Bei den exekutiven Funktionen kam es dagegen zu einer Verschlechterung. Die mit einem z - Wert von $-2,264$ bereits präinterventionell zum Zeitpunkt T0 eingeschränkte exekutive Funktion war zum Zeitpunkt T1 mit einem Wert von $-2,594$ signifikant gegenüber dem Ausgangswert weiter vermindert ($t(46) = 5,874$; $p = 0,001$).

Tabelle 6: Mittlerer z - Score von der Interventionsgruppe (n = 47) zum Zeitpunkt T0 und T1 (Mittelwert \pm SD) der kognitiven Leistung

Domäne	T0	T1	p
Aufmerksamkeit	-0,526 \pm 0,413	-0,434 \pm 0,492	0,080
Verbales Gedächtnis	0,248 \pm 0,611	0,151 \pm 0,705	n.s.
Visuelles Gedächtnis	0,519 \pm 0,544	0,746 \pm 0,549	0,003
Exekutive Funktion	-2,264 \pm 0,401	-2,594 \pm 0,491	0,001

3.5 Einfluss des Gewichtsverlusts auf die Kognition

Unabhängig von der Intervention wurde der Gewichtsverlust in einer ANOVA mit wiederholten Messungen untersucht.

Mittels Paired Samples t - Test wurde der Gewichtsverlust unabhängig von der Intervention berechnet. Ein individueller Körpergewichtsverlust von mehr als 10 % wurde als hoch festgelegt (n = 36; niedrig = n = 14).

Bei Patienten mit einem minimalen Gewichtsverlust (< 10 %) zeigten sich im zeitlichen Verlauf keine signifikanten Unterschiede in den einzelnen Domänen Aufmerksamkeit, verbales und visuelles Gedächtnis. Zusätzlich kam es zu einem Rückgang der exekutiven Funktion (t = 2,367; p = 0,034).

Dagegen führte ein höherer individueller Gewichtsverlust (> 10 % des Körpergewichts) zu einer signifikanten Verbesserung des visuellen Gedächtnisses (t = -2,714; p = 0,010). Es zeigte sich zudem ein positiver Trend in der Aufmerksamkeitsleistung (t = -1,907; p = 0,063) und wiederum ein Rückgang der exekutiven Funktion (t = 5,398; p < 0,001).

3.6 Veränderungen der Lebensgewohnheiten

Nach der Gewichtsreduktion zeigten sich Veränderungen in der körperlichen Aktivität, welche im Anamnesebogen zu den Zeitpunkten T0 und T1 erfasst wurde (siehe V. Fragebogen). Es zeigte sich, dass sich die Trainingszeit (in Minuten pro Woche) in der Interventionsgruppe (Operations- und OPTIFAST®-52® - Gruppe) nahezu verdreifachte. In einer Multivariaten Varianzanalyse (MANOVA) erwies sich dieser Anstieg der körperlichen Aktivität in der Interventionsgruppe im Vergleich der Zeitpunkte T0 zu T1 (Operations- und OPTIFAST®-52® - Gruppe) als signifikant ($p < 0,001$). Dagegen kam es zu keiner Veränderung in der Kontrollgruppe (siehe Tabelle 7).

Zudem fand sich ein signifikanter Interaktionseffekt von Zeit / Gruppe ($F = 3,89$, $df 2,51$; $p = 0,027$).

Tabelle 7: Trainingszeit (Minuten pro Woche) der einzelnen Gruppen zu den Zeitpunkten T0 und T1

	T0	T1
Operation (n = 20)	59 ± 128 min	165 ± 162 min
OPTIFAST®-52® (n = 25)	64 ± 112 min	193 ± 163 min
Kontrolle (n = 9)	44 ± 119 min	52 ± 119 min

Der Konsum von Softdrinks wurde als potentieller Marker einer ungesunden Verhaltensweise miterfasst. Die alterskorrigierten und z - Wert - normierten Leistungsdaten von Probanden, die zum zweiten Untersuchungszeitpunkt nach der Intervention (Zeitpunkt T1) weiterhin Softdrinks konsumierten, waren in den Domänen Aufmerksamkeit ($p = 0,043$) und verbales Gedächtnis ($p = 0,002$) signifikant schlechter, als die derjenigen, die zum Zeitpunkt T1 auf Softdrinks verzichteten. Die anderen kognitiven Domänen waren von dem Effekt des fortgesetzten Softdrink-Konsums unbeeinflusst (siehe Tabelle 8).

Tabelle 8: Kognitive Leistung in Bezug auf den Konsum von Softdrinks zum Zeitpunkten T1 (Mittelwerte der z - Werte)

	Softdrinks zum Zeitpunkt T1	Mittelwert der z-Werte	Standardabweichung
Aufmerksamkeit	nein	-0,0621	0,55111
	Ja	-0,5110	0,32378
Verbales Gedächtnis	Nein	0,1136	0,70056
	Ja	-0,8697	0,88753
Visuelles Gedächtnis	Nein	0,1415	1,16555
	Ja	0,0954	0,93268
Exekutive Funktion	Nein	-2,5751	0,57931
	Ja	-2,8195	0,56695

4 Diskussion

In der vorliegenden Arbeit wurden bei adipösen Patienten prospektiv die kognitiven Funktionen nach forciertem Gewichtsverlust, induziert durch bariatrische Chirurgie oder Diät über einen Zeitraum von im Durchschnitt acht Monaten untersucht. Im Vergleich zu der Kontrollgruppe adipöser Menschen ohne Gewichtsverlust zeigte sich unter der Gewichtsreduktion eine signifikante Verbesserung des visuellen Gedächtnisses und eine Verschlechterung der exekutiven Funktion. Bemerkenswert war, dass der fortgesetzte Genuss von Softdrinks nach Gewichtsreduktion, als möglicher Marker eines nicht gesunden Lebensstils, offenbar mit einer weiteren Reduktion der exekutiven Funktion einherging und den positiven Effekt auf das visuelle Gedächtnis konterkarierte. Der induzierte Gewichtsverlust war verbunden mit einer signifikanten Zunahme der sportlichen Aktivität.

Gewichtsverlust in den Interventionsgruppen

Nach einem Beobachtungszeitraum von ca. acht Monaten kam es bei den Patienten der Interventionsgruppen zur signifikanten Gewichtsreduktion. Im Vergleich zur Kontrollgruppe, bei der das Gewicht konstant blieb, verloren die Patienten nach bariatrischer Operation oder unter dem OPTIFAST®-52® Programm 24,4 % bzw. 17,1% ihres Körpergewichts. Diese Daten stehen im Einklang mit vergleichbaren Ergebnissen der Literatur. In einer aktuellen Arbeit von Custers et al. wurde innerhalb der ersten sechs Monate nach der bariatrischen Operation die deutlichste Gewichtsabnahme von 26,8 % gemessen, während die Probanden in den folgenden 18 Monaten nur noch weitere 7 % des Ausgangsgewichts abnahmen (Custers et al., 2024). Auch im Rahmen der schwedischen Studie zum Effekt der bariatrischen Chirurgie auf die Mortalität wurde eindrucksvoll die maximale Gewichtsreduktion nach Magenbypass - Operation mit einer Reduktion von 32,8 % des Ausgangsgewichts zwischen ein und zwei Jahren nach der Operation beobachtet (Sjöström et al., 2007).

Veränderungen der Kognition in der Interventionsgruppe

Die präinterventionellen Daten der vorliegenden Arbeit zeigen in der untersuchten Kohorte adipöser Patienten keine Defizite in den kognitiven Domänen Aufmerksamkeit, verbales und visuelles Gedächtnis, aber eine verminderte Leistung im Bereich der exekutiven Funktion. In der Literatur finden sich vergleichbare Hinweise, dass die Adipositas mit der Reduktion der exekutiven Funktion in Zusammenhang steht. Gunstad et al. untersuchten an 408 Patienten den Zusammenhang von Übergewicht, Alter und exekutiver Funktion. Diese konnten zeigen, dass die exekutive Funktion invers mit dem BMI korreliert und dass diese Korrelation nicht mit dem Alter variiert (Gunstad et al., 2007). In einer weiteren Untersuchung der Arbeitsgruppe von Gunstad an der „Kohorte der Baltimore Longitudinal Study of Aging“ konnte erneut ein Zusammenhang zwischen Übergewicht und kognitiver Funktion gezeigt werden. Allerdings waren die Ergebnisse weniger eindeutig, da die Adipositas einerseits mit einer verminderten exekutiven Funktion, gerade bei höherem BMI, aber auch mit besseren Leistungen der Aufmerksamkeit, psychomotorischer Geschwindigkeit und visuospatialen Fähigkeiten einherging (Gunstad et al., 2010). Yang et al. fassten in einer Metaanalyse die Daten von 74 Studien zum Zusammenhang zwischen exekutiver Funktion und Adipositas zusammen. Danach scheint eine Evidenz für die Defizite der exekutiven Funktion bei dem Vorliegen einer Adipositas zu bestehen (Yang, Shields, Guo, & Liu, 2018). Unklar bleibt der Mechanismus für die Koinzidenz: neben Effekten klinischer Folgeerkrankungen der Adipositas (Diabetes mellitus Typ 2, hypoglykämie Episoden, Hyperlipidämie) werden auch direkte Effekte der Adipositas-induzierten chronischen Inflammation auf die Kognition diskutiert (Spyridaki et al., 2016). Bourassa et al. untersuchten in der Kohorte der „English Longitudinal Study of Aging (ELSA) study“ an 12.561 Probanden den Zusammenhang einer milden systemischen Inflammation, nachgewiesen durch eine Erhöhung des C - reaktiven Proteins, dem BMI und Tests der Erinnerung und der exekutiven Funktion. Dabei konnten sie den BMI als Prädiktor für die Entstehung einer systemischen Inflammation und die Inflammation als Prädiktor für die verminderte Leistung in den Domänen Erinnerung und exekutiver Funktion darstellen (Bourassa et al., 2017). Andererseits wird die Störung der exekutiven Funktion auch als Prädisposition für die Entstehung der Adipositas gesehen. Nach dem Influenz - Modell bildet die Inhibition (zur Unterdrückung impulsiver oder automatisierter Antworten) neben der kognitiven Flexibilität (zur Lenkung der Aufmerksamkeit) und dem Arbeitsgedächtnis (zur Beurteilung der Relevanz eingehender Stimuli und ggf. Updating der Erinnerung) eine der drei Komponenten der exekutiven Funktion (Miyake et al., 2012). Das „Dual Process Model“ beschreibt einen Zusammenhang zwischen dem Impulssystem und dem exekutiven Kontrollsystem (Hofmann et al., 2009;

Hofmann et al., 2012). Für die Genese der Adipositas würde dies bedeuten, dass eine Beeinträchtigung der exekutiven Kontrolle ein ungebremstes Essverhalten (z.B. Einnahme von Softdrinks, fettreiche und hochkalorische Ernährung) forcieren könnte. Demzufolge könnte ein Circulus vitiosus angenommen werden, bei dem eine gestörte exekutive Funktion Adipositas verursacht, als auch Adipositas die exekutive Funktion stört. In der Studienpopulation der vorliegenden Studie kam es nach forcierter Gewichtsreduktion durch Diät oder bariatrische Operation zu einer Verbesserung des visuellen Gedächtnisses und einem Trend der Verbesserung der Aufmerksamkeit. Ähnliche Ergebnisse zeigten sich in Untersuchungen von Alosco et al. an 63 Patienten nach bariatrischer Chirurgie und 23 adipösen Kontrollen. Bei milder Einschränkung der Ausgangswerte für die kognitiven Domänen wurde im Zeitverlauf eine signifikante Verbesserung der Gedächtnisfunktion beschrieben, die über einen Zeitraum von 24 Monaten stabil erschien (Alosco, Spitznagel, et al., 2014). In einer weiteren Arbeit derselben Arbeitsgruppe konnten Miller et al. erneut die Verbesserung der Gedächtnisfunktion nach bariatrischer Operation beobachten. Allerdings konnte hierbei kein direkter Zusammenhang zwischen dem BMI und der Gedächtnisfunktion dargestellt werden (Miller et al., 2013).

Auch die aktuelle Studie von Custers et al. hat die Effekte der Gewichtsreduktion durch bariatrische Operationen über einen längeren Zeitraum von 24 Monaten untersucht. Dabei zeigte sich zum einen in der Baseline keine Einschränkung der kognitiven Funktion, zum anderen kam es unter der Gewichtsreduktion zu signifikanten Verbesserungen vor allem in den Domänen Aufmerksamkeit und Wortflüssigkeit, die bereits nach sechs Monaten postoperativ nachweisbar waren und über den gesamten Beobachtungszeitraum von 24 Monaten anhielten (Custers et al., 2024).

Die in der vorliegenden Studie beobachtete weitere Abnahme der exekutiven Funktion nach forcierter Gewichtsreduktion steht im Kontrast zu Daten der Literatur. Alosco et al. beobachteten bereits drei Monate nach der bariatrischen Operation eine signifikante Zunahme der exekutiven Funktion, die sich bis 36 Monate nach der Operation langsam weiter verbesserte (Alosco, Galioto, et al., 2014). Dieselbe Arbeitsgruppe konnte diesen Effekt in einer anderen Kohorte in einem kürzeren Follow - up von 24 Monaten bestätigen: es kam im Vergleich der Messzeitpunkte zu einem signifikanten Anstieg der exekutiven Funktion. Der Vergleich zwischen den Gruppen (Intervention versus Kontrolle) zeigte allerdings keinen Unterschied, da auch die Kontrollgruppe im Zeitverlauf eine

Verbesserung der exekutiven Funktion aufwies. Auch konnte keine Korrelation zwischen dem gemessenen Gewichtsverlust nach drei oder 24 Monaten und der exekutiven Funktion nachgewiesen werden (Spitznagel et al., 2013). Eine mögliche Erklärung für die diskrepanten Ergebnisse liegt in der Komplexität dieser kognitiven Funktionen und entsprechend in der Anwendung unterschiedlicher Testverfahren. Unter dem Begriff der „exekutiven Funktion“ werden multiple kognitive Prozesse und Verhaltenskompetenzen zusammengefasst wie sprachliches Denkvermögen, Problemlösung, Planung, Sequenzierung, die Fähigkeit, Aufmerksamkeit aufrechtzuerhalten, Störungsresistenz, Nutzung von Feedback, Multitasking, kognitive Flexibilität und die Fähigkeit, mit Neuem umzugehen. Gewöhnlich wird dieses komplexe System unter den Bereichen Planung, Arbeitsgedächtnis, Inhibition und mentale Flexibilität subsumiert (Chan et al., 2008).

Die derzeit am häufigsten klinisch angewandten Tests zur Untersuchung der exekutiven Funktion sind der Trail - Making - Test, der Verbal Fluency Test, der Clock Drawing Test, die Digits Forward / Backward subtests, der Stroop Test und der Wisconsin Card Sorting Test (de Faria et al., 2015). In der vorliegenden Arbeit wurde zur Beurteilung der exekutiven Funktion der Regensburger Wortflüssigkeitstest eingesetzt, bei dem über die phonematische und semantische Wortflüssigkeit als Maß für divergentes Denken und Problemlösung getestet wird. Der Trail - Making - Test wurde, anders als in den Arbeiten von Alosco (Alosco, Galioto, et al., 2014; Spitznagel et al., 2013), zur Beurteilung der Aufmerksamkeit eingesetzt.

Die Subgruppenanalyse im Kollektiv der vorliegenden Studie hat ergeben, dass die beobachteten Effekte auf die kognitiven Funktionen abhängig vom Ausmaß der Gewichtsreduktion waren, da sie erst ab einer Reduktion von mehr als 10 % des Ausgangsgewichtes nachweisbar waren. Hieraus ergibt sich möglicherweise ein direkter Zusammenhang zwischen der Gewichtsreduktion und der Verbesserung der kognitiven Funktion. Dieser Zusammenhang konnte bei Miller et al. nicht dargestellt werden, sondern es bestand lediglich eine Korrelation zwischen dem zeitlichen Verlauf nach der bariatrischen Operation und der Verbesserung der Kognition (Miller et al., 2013).

Ein möglicher direkter Zusammenhang zwischen Kognition und Gewichtsreduktion wird unterstützt durch Daten von Alosco et al., die den Langzeiteffekt der bariatrischen Chirurgie auf die Kognition untersuchten. Hierbei fiel auf, dass das Gewicht zwischen 24 und 36 Monaten nach der Operation wiederanstieg. Damit einhergehend nahm die zwischenzeitlich angestiegene Aufmerksamkeits - Leistung wieder ab (Alosco, Galioto, et al., 2014).

Änderung der Lebensgewohnheiten in der Interventionsgruppe

Eine der möglichen Erklärungen für die Verbesserung der kognitiven Leistung unter forcierter Gewichtsreduktion kann auch die in der vorliegenden Studie dargestellte Zunahme der sportlichen Aktivität sein, sowohl im Zeitverlauf innerhalb der Interventionsgruppen als auch im Vergleich der Interventionsgruppen mit der Kontrollgruppe. Die Korrelation von Lifestyle und kognitiver Leistung wurde aktuell in einer Arbeit von Zarringhadam et al. untersucht. In einer Kohorte älterer Menschen (> 60. Lebensjahr) fanden sie, dass neben anderem, die physische Aktivität einen stark positiven Effekt auf die kognitive Funktion hatte (Zarringhadam et al., 2024). Der Zusammenhang von physischer Aktivität und kognitiver Leistung wurde in zahlreichen Untersuchungen dargestellt (Mandolesi et al., 2018). Als möglich Ursachen werden neben einer gesteigerten Hirnperfusion (Cabral et al., 2017; Fernandes et al., 2017; Weinberg et al., 2018), eine Erhöhung der Plasmakonzentration neurotropher Faktoren (z.B. brain derived neurotrophic factor (BDNF)) angenommen (Brunoni et al., 2008; Coelho et al., 2013; Hötting et al., 2013). Darüber hinaus konnten in klinischen Studien infolge von körperlichem Training Veränderungen der Neuroplastizität gezeigt werden: Strukturelle Hirnveränderungen wie ein gesteigertes Volumen der grauen Substanz im Frontallappen und Hippocampus, sowie eine weniger ausgeprägte Reduktion des Volumens der grauen Substanz (Chaddock-Heyman et al., 2014). Es konnten durch die physische Aktivität zudem eine Steigerung der Leistung in Gedächtnis, Aufmerksamkeit und exekutiver Funktion gezeigt werden (Grego et al., 2005; Kramer et al., 1999; Kramer et al., 2005; Lista & Sorrentino, 2010; Pereira et al., 2007; Winter et al., 2007).

Neben dem Bewegungsverhalten wurde in der vorliegenden Studie die Veränderung des Ernährungsverhaltens als zweiter Bestandteil der Lebensgewohnheiten untersucht. Die Subgruppenanalyse innerhalb der Interventionsgruppe ergab, dass es trotz forciertem Gewichtsverlust unter fortgesetztem Konsum von zuckerhaltigen Getränken zu einer fehlenden Verbesserung (oder sogar Verschlechterung) des visuellen Gedächtnisses und der exekutiven Funktion kam. Betrachtet man die Daten der Literatur zu dem Effekt der Ernährungsgewohnheiten auf die Kognition, wird diese Beobachtung nachvollziehbar. Attuquayefio et al. konnten 2017 in einer klinischen Studie zeigen, dass die sogenannte Western - Style - Diät, definiert als Ernährung reich an Zucker, Fett und Salz, bereits nach kurzer Exposition (vier Tage) einen negativen Effekt auf das Hippocampus - abhängige Lernen und das Gedächtnis hat (Attuquayefio et al., 2017). Der Zusammenhang zwischen Zuckeraufnahme und der kognitiven Funktion ist komplex. Zum einen stellt die Glucose durch die Bildung von ATP, die Grundlage für die neuronale und nicht - neuronale celluläre Aufrechterhaltung und die Generierung von Neurotransmittern, die

primäre Energiequelle für die Hirnfunktion bei Säugetieren, dar (Mergenthaler et al., 2013). Zum anderen führt die isoliert gesteigerte Aufnahme von Zucker, in einigen klinischen und experimentellen Tierstudien, zu einer gestörten kognitiven Funktion. So zeigt eine aktuelle Metaanalyse von Gillespie et al., dass die chronisch erhöhte Einnahme von Zucker negativ mit der globalen kognitiven Funktion, der exekutiven Funktion und der Gedächtnisfunktion korreliert (Gillespie et al., 2023). In diesem Zusammenhang scheinen zahlreiche Einflussfaktoren eine Rolle zu spielen, die bisher nicht ausreichend untersucht wurden: die Art und Dosis des zugeführten Zuckers, sowie das Alter der untersuchten Gruppe. So war die Zufuhr von Fructose bei klinischen Studien an Erwachsenen (> 60. Lebensjahr) mit einer reduzierten kognitiven Funktion verbunden (Chong et al., 2019), während bei einer Studie an Kindern diese durch die Einnahme von Fructose gesteigert werden konnte (Naveed et al., 2020).

Limitationen

Ein wesentliches Problem der vorliegenden Arbeit liegt in der geringen Anzahl der untersuchten Patienten. Die Rekrutierung der Patienten zum Zeitpunkt T1 war sehr erschwert, allein 25 zusätzlich an T0 eingeschlossene Patienten sind zum Zeitpunkt T1 nicht erschienen und konnten nicht eingeschlossen werden. Hierdurch wurde der ursprünglich intendierte Vergleich zwischen diätetischer und der durch eine bariatrische Operation herbeigeführten Gewichtsreduktion erschwert, und es wurde im Verlauf eine Zusammenführung der beiden Gruppen zu einer Interventionsgruppe erforderlich. Somit wurde die Aussage der Arbeit auf den Effekt der forcierten Gewichtsreduktion auf die kognitive Funktion reduziert.

5 Zusammenfassung

Adipositas ist eine weltweit verbreitete Erkrankung mit steigender Prävalenz, die ein Risikofaktor für kardiovaskuläre und neurologische Erkrankungen ist. Als eine weitere Folge von Adipositas wird eine Reduktion kognitiver Funktionen angenommen (Gunstad et al., 2007). In dieser Arbeit wurde untersucht, ob sich eine Gewichtsreduktion auf die kognitive Leistungsfähigkeit auswirkt. In der vorliegenden Studie wurden die Daten von 67 Patienten der Klinik für Allgemein-, Viszeral-, Thorax-, Transplantations- und Kinderchirurgie des Universitätsklinikums Gießen im Zeitraum 2014 - 2017 prospektiv analysiert. Das ursprünglich dreigeteilte Patientenkollektiv wurde zur besseren Datenanalyse in eine Interventionsgruppe, die sich entweder einer bariatrischen Operation (28 Patienten) oder dem OPTIFAST®-52® - Programm (28 Patienten) unterzogen hatte, sowie einer Kontrollgruppe (11 Patienten) formiert. In einer Reihe von neuropsychologischen Untersuchungen wurden die kognitiven Aspekte Aufmerksamkeit, Exekutivfunktion, verbales und visuelles Gedächtnis zu den Zeitpunkten T0 (vor der Intervention) und T1 (etwa 6 Monate nach der Intervention) bewertet. Bei den behandelten Patienten (OPTIFAST®-52® - und Operationsgruppe) zeigten die Daten eine signifikante Verbesserung des visuellen Gedächtnisses ($t(46) = -3,170$; $p = 0,003$) und eine Verschlechterung der exekutiven Funktion ($t(46) = 5,874$; $p = 0,001$) zum Zeitpunkt T1. Im Vergleich dazu zeigte die Kontrollgruppe keinen Unterschied in den jeweiligen Aspekten. Nach einem individuellen Gewichtsverlust ($> 10\%$ des Körpergewichts) kam es zu einer signifikanten Verbesserung des visuellen Gedächtnisses ($t = -2,714$; $p = 0,010$), einem positiven Trend bei der Aufmerksamkeitsleistung ($t = -1,907$; $p = 0,063$) und einer Verschlechterung der exekutiven Funktion ($t = 5,398$; $p < 0,001$). Darüber hinaus konnte gezeigt werden, dass weniger bewusst lebende Probanden, gemessen am weiteren Konsum von Softdrinks, eine signifikant schlechtere Aufmerksamkeits- und Gedächtnisleistung zeigten.

6 Summary

Obesity is a common condition worldwide and a major risk factor for cardiovascular and neurological diseases. Decreased cognitive function is another possible consequence of obesity (Gunstad et al., 2007). In this work, we investigated whether weight reduction affects cognitive performance. In the present prospective study, data from 67 patients of the Department of General, Visceral, Thorax, Transplantation and Pediatric Surgery at Universitätsklinikum Gießen were analyzed during the period 2014 - 2017. The original 3-part collective was reformed to gain statistical benefit to a 2 part collective containing: an intervention group that had undergone either bariatric surgery (28 patients) or the OPTIFAST®-52®- program (28 patients) and a control group (11 patients). In a series of neuropsychological assessments, the cognitive aspects of attention, executive function, verbal and visual memory were evaluated at the time points T0 (before surgery) and T1 (approximately 6 months after surgery). In the treated patients (surgery and OPTIFAST®-52® - group), the data showed a significant improvement in visual memory ($t(46) = -3,170$; $p = 0,003$) and worse executive function ($t(46) = 5,874$; $p = 0,001$) at time T1. In comparison, the control group showed no difference in the respective aspects. After an individual weight loss (> 10 % of body weight), there was a significant improvement in visual memory ($t = -2,714$; $p = 0,010$), a positive trend in attentional performance ($t = -1,907$; $p = 0,063$), and a decline in executive function ($t = 5,398$; $p < 0,001$). In addition, it was shown that continued consumption of soft drinks, a potential marker for life-style, led to significantly worse attention and memory performance.

Abkürzungsverzeichnis

Abi	Abitur
BDI	Beck - Depressions - Inventar
BDNF	Brain derived neurotrophic factor
BMI	Body Mass Index
CRP	C - reaktives Protein
DTI	Diffusions Tensor Bildgebung
FHR	Fachhochschulreife
FLei	Fragebogen zur geistigen Leistungsfähigkeit
FPI	Freiburger Persönlichkeitsinventar
GLP-1	Glucagon - like Peptide - 1
HDL - Cholesterin	High - Density - Lipoprotein - Cholesterin
HOMA-IR	Homeostasis Model Assessment (HOMA) (berechnet die Insulinresistenz (IR))
HS	Hauptschule
TMT	Trail Making Test
KZG	Kurzzeitgedächtnis
LDL	Low - Density - Lipoprotein - Cholesterin
LZG	Langzeitgedächtnis
MRT	Magnetresonanztomographie
MWT	Mehrfachwahl-Wortschatz-Intelligenztest
ROCFT	Rey - Osterrieth - Complex Figure
RS	Realschule
RWT	Regensburger Wortflüssigkeits-Test
u.a.	unter anderem
UKZG	Ultrakurzzeitgedächtnis
VLMT	Verbaler Lern- und Merkfähigkeitstest
vs.	versus
WHO	World Health Organization

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: „Möglichkeiten der bariatrischen Chirurgie“ (B. Fessler, 2017) (In: Beate Fessler, Ultima ratio Operation? Lebensstiländerung und konsequente Nachsorge als Schlüssel zum Erfolg bei krankhaftem Übergewicht; Deutsche Apotheker Zeitung, Nr. 3/2017, 19.01.2017, Seite 50; © DAZ/Hammelehle; Verwendungsbestätigung vom 02.11.2021)4	
Abbildung 2: Das Langzeitgedächtnis und seine Teilbereiche (in Anlehnung an Gruber, 2018, S. 40)8	
Abbildung 3: Gruppenvergleich der BMI-Werte an den Zeitpunkten T0 und T125	

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Gewichtsklassifikationen bei Erwachsenen anhand des BMI (nach WHO, 1995).....	1
Tabelle 2: Testdomäne und Test.....	14
Tabelle 3: Test zum Zeitpunkt T0 und T1.....	15
Tabelle 4: Charakterisierung der Stichprobe.....	24
Tabelle 5: BDI im zeitlichen Verlauf	26
Tabelle 6: Mittlerer z - Score von der Interventionsgruppe (n = 47) zum Zeitpunkt T0 und T1 (Mittelwert \pm SD) der kognitiven Leistung	27
Tabelle 7: Trainingszeit (Minuten pro Woche) der einzelnen Gruppen zu den Zeitpunkten T0 und T1.....	29
Tabelle 8: Kognitive Leistung in Bezug auf den Konsum von Softdrinks zum Zeitpunkten T1 (Mittelwerte der z - Werte)	30

Literaturverzeichnis

- Aasprang, A., Andersen, J. R., Våge, V., Kolotkin, R. L., & Natvig, G. K. (2013). Five-year changes in health-related quality of life after biliopancreatic diversion with duodenal switch. *Obesity Surgery*, 23(10), 1662–1668. <https://doi.org/10.1007/s11695-013-0994-z>
- Alosco, M. L., Galioto, R., Spitznagel, M. B., Strain, G., Devlin, M., Cohen, R., Gunstad, J. (2014). Cognitive function after bariatric surgery: Evidence for improvement 3 years after surgery. *American Journal of Surgery*, 207(6), 870–876. <https://doi.org/10.1016/j.amjsurg.2013.05.018>
- Alosco, M. L., Spitznagel, M. B., Strain, G., Devlin, M., Cohen, R., Paul, R., Gunstad, J. (2014). Improved memory function two years after bariatric surgery. *Obesity*, 22(1), 32–38. <https://doi.org/10.1002/oby.20494>
- Aridi et al. (2017). Long-Term Outcomes of Roux-en-Y Gastric Bypass Conversion of Failed Laparoscopic Gastric Band. *Obesity Surgery*. <https://doi.org/10.1007/s11695-016-2529-x>
- Aschenbrenner Steffen, Tucha Oliver, L. (2001). *Regensburger Wortflüssigkeits-Test* (1th.; Hogrefe, ed.). Göttingen.
- Atkinson, R. C., & Shiffrin, R. M. (1968). Human Memory: A Proposed System and its Control Processes. *Psychology of Learning and Motivation - Advances in Research and Theory*, 2(C), 89–195. [https://doi.org/10.1016/S0079-7421\(08\)60422-3](https://doi.org/10.1016/S0079-7421(08)60422-3)
- Attuquayefio, T., Stevenson, R. J., Oaten, M. J., & Francis, H. M. (2017). A four-day Western-style dietary intervention causes reductions in hippocampal-dependent learning and memory and interoceptive sensitivity. *PLoS ONE*, 12(2). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0172645>
- Avenell, A., Broom, J., Brown, T. J., Poobalan, A., Aucott, L., Stearns, S. C., Grant, A. M. (2004). Systematic review of the long-term effects and economic consequences of treatments for obesity and implications for health improvement. *Health Technology Assessment (Winchester, England)*, 8(21), iii–iv, 1–182. <https://doi.org/99-02-02> [pii]
- Beblo, T., Kunz, M., Brokate, B., Scheurich, A., Weber, B., Albert, A., Lautenbacher, S. (2010). Entwicklung eines Fragebogens zur subjektiven Einschätzung der geistigen Leistungsfähigkeit (FLei) bei Patienten mit psychischen Störungen. *Zeitschrift Für Neuropsychologie*, 21(3), 143–151. <https://doi.org/10.1024/1016-264X/a000013>

- Beck A. T., Rush A. J., Shaw B. F., Emery G. (1979): *Cognitive Therapy of Depression*. The Guilford Press, New York.
- Bennett, S., Grant, M. M., & Aldred, S. (2009). Oxidative stress in vascular dementia and alzheimer's disease: A common pathology. *Journal of Alzheimer's Disease*, 17(2), 245–257. <https://doi.org/10.3233/JAD-2009-1041>
- Biessels, G. J., & Reagan, L. P. (2015). Hippocampal insulin resistance and cognitive dysfunction. *Nature Reviews Neuroscience*, 16(11), 660–671. <https://doi.org/10.1038/nrn4019>
- Billmann, F., & Keck, T. (2017). Facharztwissen Viszeral- und Allgemein Chirurgie. In *Facharztwissen Viszeral- und Allgemein Chirurgie*. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-48308-4>
- Bischoff SC, Damms-Machado A, Betz C, Herpertz S, Legenbauer T, Löw T, Wechsler JG, Bischoff G, Austel A, Ellrott T. Multicenter evaluation of an interdisciplinary 52-week weight loss program for obesity with regard to body weight, comorbidities and quality of life--a prospective study. *Int J Obes (Lond)*. 2012 Apr;36(4):614-24. doi: 10.1038/ijo.2011.107. Epub 2011 Jun 14. PMID: 21673653; PMCID: PMC3322430.
- Bourassa, K., & Sbarra, D. A. (2017). Body mass and cognitive decline are indirectly associated via inflammation among aging adults. *Brain, Behavior, and Immunity*, 60, 63–70. <https://doi.org/10.1016/j.bbi.2016.09.023>
- Brickenkamp, R. (2002). *Test d2 – Aufmerksamkeits-Belastungs-Test* (9th.; Hogrefe, ed.). Göttingen.
- Brickenkamp, R., & Zillmer, E. (1998). *The d2 Test of Attention*. Hogrefe. Göttingen.
- Brunoni, A. R., Lopes, M., & Fregni, F. (2008). A systematic review and meta-analysis of clinical studies on major depression and BDNF levels: Implications for the role of neuroplasticity in depression. *International Journal of Neuropsychopharmacology*, Vol. 11. <https://doi.org/10.1017/S1461145708009309>
- Cabral, D. A., da Costa, K. G., Okano, A. H., Elsangedy, H. M., Rachetti, V. P., & Fontes, E. B. (2017). Improving cerebral oxygenation, cognition and autonomic nervous system control of a chronic alcohol abuser through a three-month running program. *Addictive Behaviors Reports*, 6. <https://doi.org/10.1016/j.abrep.2017.08.004>
- Chaddock-Heyman, L., Erickson, K. I., Holtrop, J. L., Voss, M. W., Pontifex, M. B., Raine, L. B., Kramer, A. F. (2014). Aerobic fitness is associated with greater white matter integrity in children. *Frontiers in Human Neuroscience*, 8(AUG). <https://doi.org/10.3389/fnhum.2014.00584>

- Chan, R. C. K., Shum, D., Touloupoulou, T., & Chen, E. Y. H. (2008). Assessment of executive functions: Review of instruments and identification of critical issues. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 23(2). <https://doi.org/10.1016/j.acn.2007.08.010>
- Chen, Y., Zhang, J., Yuan, L., Hu, H., Li, T., Zhao, Y., Hu, D. (2024). Obesity and risk of depressive disorder in children and adolescents: A meta-analysis of observational studies. *Child: Care, Health and Development*, Vol. 50. <https://doi.org/10.1111/cch.13237>
- Chong, C. P., Shahar, S., Haron, H., & Che Din, N. (2019). Habitual sugar intake and cognitive impairment among multi-ethnic malaysian older adults. *Clinical Interventions in Aging*, 14. <https://doi.org/10.2147/CIA.S211534>
- Coelho, F. G. de M., Gobbi, S., Andreatto, C. A. A., Corazza, D. I., Pedroso, R. V., & Santos-Galduróz, R. F. (2013). Physical exercise modulates peripheral levels of brain-derived neurotrophic factor (BDNF): A systematic review of experimental studies in the elderly. *Archives of Gerontology and Geriatrics*, Vol. 56. <https://doi.org/10.1016/j.archger.2012.06.003>
- Cohen, R. V., Pinheiro, J. C., Schiavon, C. A., Salles, J. E., Wajchenberg, B. L., & Cummings, D. E. (2012). Effects of gastric bypass surgery in patients with type 2 diabetes and only mild obesity. *Diabetes Care*, 35(7), 1420–1428. <https://doi.org/10.2337/dc11-2289>
- Custers, E., Vreeken, D., Kleemann, R., Kessels, R. P. C., Duering, M., Brouwer, J., Kiliaan, A. J. (2024). Long-Term Brain Structure and Cognition Following Bariatric Surgery. *JAMA Network Open*, 7(2). <https://doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2023.55380>
- de Faria, C. A., Alves, H. V. D., & Charchat-Fichman, H. (2015). The most frequently used tests for assessing executive functions in aging. *Dementia e Neuropsychologia*, 9(2). <https://doi.org/10.1590/1980-57642015dn92000009>
- Deitel, M., Crosby, R. D., & Gagner, M. (2008). The first international consensus summit for sleeve gastrectomy (SG), New York City, October 25-27, 2007. *Obesity Surgery*, 18(5), 487–496. <https://doi.org/10.1007/s11695-008-9471-5>

- Deutsche Adipositas - Gesellschaft (DAG) e.V.; Autoren: Hauner, H., Moss, A., Berg, A., Bischoff, S. C., Colombo-Benkmann, M., Ellrott, T., Wirth, A. (2014). Interdisziplinäre Leitlinie der Qualität S3 zur „Prävention und Therapie der Adipositas“. *Adipositas - Ursachen, Folgeerkrankungen, Therapie*, 08(04), 179–221. <https://doi.org/10.1055/s-0037-1618857>
- Deutsche Gesellschaft für Allgemein- und Visceralchirurgie, AWMF; 2018; Leitlinienprogramm Allgemein- und Viszeralchirurgie; S3-Leitlinie: Chirurgie der Adipositas und metabolischer Erkrankungen; Version 2.3. 2018. AWMF Registernummer: 088-001. https://register.awmf.org/assets/guidelines/088-001I_S3_Chirurgie-Adipositas-metabolische-Erkrankungen_2018-02.pdf
- Duman, R. S., Aghajanian, G. K., Sanacora, G., & Krystal, J. H. (2016). Synaptic plasticity and depression: New insights from stress and rapid-acting antidepressants. *Nature Medicine*, 22(3), 238–249. <https://doi.org/10.1038/nm.4050>
- Fahrenberg, J., Selg, H., & Hampel, R. (1970). *Das Freiburger Persönlichkeitsinventar* (8th ed.; Hogrefe, Ed.). Göttingen.
- Fernandes, J., Arida, R. M., & Gomez-Pinilla, F. (2017). Physical exercise as an epigenetic modulator of brain plasticity and cognition. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, Vol. 80. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2017.06.012>
- Fulton, S., Décarie-Spain, L., Fioramonti, X., Guiard, B., & Nakajima, S. (2022). The menace of obesity to depression and anxiety prevalence. *Trends in Endocrinology and Metabolism*, Vol. 33. <https://doi.org/10.1016/j.tem.2021.10.005>
- Gass, C. S., & Daniel, S. K. (1990). Emotional impact on trail making test performance. *Psychological Reports*, 67(2), 435–438. <https://doi.org/10.2466/pr0.1990.67.2.435>
- Gillespie, K. M., Kemps, E., White, M. J., & Bartlett, S. E. (2023). The Impact of Free Sugar on Human Health—A Narrative Review. *Nutrients*, Vol. 15. <https://doi.org/10.3390/nu15040889>
- Grego, F., Vallier, J. M., Collardeau, M., Rousseu, C., Cremieux, J., & Brisswalter, J. (2005). Influence of exercise duration and hydration status on cognitive function during prolonged cycling exercise. *International Journal of Sports Medicine*, 26(1). <https://doi.org/10.1055/s-2004-817915>
- Gruber, T. (2018). *Gedächtnis, Basiswissen Psychologie* (second; Springer-Verlag GmbH Deutschland, Ed.). Retrieved from <https://link-springer-com.ezproxy.uni-giessen.de/content/pdf/10.1007%2F978-3-662-56362-5.pdf>

- Gunstad, J., Lhotsky, A., Wendell, C. R., Ferrucci, L., & Zonderman, A. B. (2010). Longitudinal examination of obesity and cognitive function: Results from the baltimore longitudinal study of aging. *Neuroepidemiology*, 34(4). <https://doi.org/10.1159/000297742>
- Gunstad, J., Paul, R. H., Cohen, R. A., Tate, D. F., Spitznagel, M. B., & Gordon, E. (2007). Elevated body mass index is associated with executive dysfunction in otherwise healthy adults. *Comprehensive Psychiatry*, 48(1), 57–61.
- Gustafson, D., Lissner, L., Bengtsson, C., Björkelund, C., & Skoog, I. (2004). A 24-year follow-up of body mass index and cerebral atrophy. *Neurology*, 63(10), 1876 LP – 1881. <https://doi.org/10.1212/01.WNL.0000141850.47773.5F>
- Haslam, D. W., & James, W. P. T. (2005). Obesity. *Lancet*, 366(9492), 1197–1209. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(05\)67483-1](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(05)67483-1)
- Helmstadter, C., Lendt, M., & Lux, S. (2001). *Verbaler Lern- und Merkfähigkeitstest: VLMT, Manual*. (1st Editio; Beltz Test GmbH, Ed.). Göttingen.
- Hofmann, W., Friese, M., & Strack, F. (2009). Impulse and Self-Control From a Dual-Systems Perspective. *Perspectives on Psychological Science*, 4(2), 162–176. <https://doi.org/10.1111/j.1745-6924.2009.01116.x>
- Hofmann, W., Schmeichel, B. J., & Baddeley, A. D. (2012, March). Executive functions and self-regulation. *Trends in Cognitive Sciences*, Vol. 16, pp. 174–180. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2012.01.006>
- Hötting, K., & Röder, B. (2013). Beneficial effects of physical exercise on neuroplasticity and cognition. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, Vol. 37. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2013.04.005>
- Karamanakos, S. N., Vagenas, K., Kalfarentzos, F., & Alexandrides, T. K. (2008). Weight loss, appetite suppression, and changes in fasting and postprandial ghrelin and peptide-yy levels after roux-en-y gastric bypass and sleeve gastrectomy a prospective, double blind study. *Annals of Surgery*, 247(3), 401–407. <https://doi.org/10.1097/SLA.0b013e318156f012>
- Knoll, K.-P., & Hauner, H. (2008). Kosten der Adipositas in der Bundesrepublik Deutschland - Eine aktuelle Krankheitskostenstudie. *Adipositas*, 2, 204–210. <https://doi.org/10.1055/s-0037-1618649>
- Koster, A., Leitzmann, M. F., Schatzkin, A., Mouw, T., Adams, K. F., van Eijk, J. T. M., Harris, T. B. (2008). Waist circumference and mortality. *American Journal of Epidemiology*, 167(12), 1465–1475. <https://doi.org/10.1093/aje/kwn079>

- Kramer, A. F., Hahn, S., Cohen, N. J., Banich, M. T., McAuley, E., Harrison, C. R., Colcombe, A. (1999). Ageing, fitness and neurocognitive function [7]. *Nature*, Vol. 400. <https://doi.org/10.1038/22682>
- Kramer, Arthur F., Colcombe, S. J., McAuley, E., Scalf, P. E., & Erickson, K. I. (2005). Fitness, aging and neurocognitive function. *Neurobiology of Aging*, 26(SUPPL.). <https://doi.org/10.1016/j.neurobiolaging.2005.09.009>
- Lehrl S. (1976). Mehrfachwahl-Wortschatz-Intelligenztest von S. Lehrl (5th.; D. Straube, Ed.). Erlangen.
- Lista, I., & Sorrentino, G. (2010). Biological mechanisms of physical activity in preventing cognitive decline. *Cellular and Molecular Neurobiology*, Vol. 30. <https://doi.org/10.1007/s10571-009-9488-x>
- Mandolesi, L., Polverino, A., Montuori, S., Foti, F., Ferraioli, G., Sorrentino, P., & Sorrentino, G. (2018, April 27). Effects of physical exercise on cognitive functioning and wellbeing: Biological and psychological benefits. *Frontiers in Psychology*, Vol. 9. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.00509>
- Menke, A., Muntner, P., Wildman, R. P., Reynolds, K., & Jiang, H. (2007). Measures of adiposity and cardiovascular disease risk factors. *Obesity*, 15(3), 785–795. <https://doi.org/10.1038/oby.2007.593>
- Mergenthaler, P., Lindauer, U., Dienel, G. A., & Meisel, A. (2013, October). Sugar for the brain: The role of glucose in physiological and pathological brain function. *Trends in Neurosciences*, Vol. 36, pp. 587–597. <https://doi.org/10.1016/j.tins.2013.07.001>
- Miller, L. A., Crosby, R. D., Galioto, R., Strain, G., Devlin, M. J., Wing, R., Gunstad, J. (2013). Bariatric surgery patients exhibit improved memory function 12 months postoperatively. *Obesity Surgery*, 23(10). <https://doi.org/10.1007/s11695-013-0970-7>
- Mingrone, G., Panunzi, S., De Gaetano, A., Guidone, C., Iaconelli, A., Nanni, G., Rubino, F. (2015). Articles Bariatric-metabolic surgery versus conventional medical treatment in obese patients with type 2 diabetes: 5 year follow-up of an open-label, single-centre, randomised controlled trial. In www.thelancet.com (Vol. 386). Retrieved from www.thelancet.com
- Miyake, A., & Friedman, N. P. (2012). The nature and organization of individual differences in executive functions: Four general conclusions. *Current Directions in Psychological Science*, 21(1), 8–14. <https://doi.org/10.1177/0963721411429458>

- Nationale Versorgungsleitlinien (Nationale Versorgungsleitlinie, AWMF) 2022: Nationale Versorgungsgleitlinie Unipolarer Depression; Langfassung Version 3.2. 2022. AWMF Registernummer: nvl-005. https://register.awmf.org/assets/guidelines/nvl-005l_S3_Unipolare-Depression_2023-07.pdf
- Naveed, S., Venäläinen, T., Eloranta, A. M., Erkkilä, A. T., Jalkanen, H., Lindi, V., Haapala, E. A. (2020). Associations of dietary carbohydrate and fatty acid intakes with cognition among children. *Public Health Nutrition*, 23(9), 1657–1663. <https://doi.org/10.1017/S1368980019003860>
- Olbers, T., & Hedberg, S. (2023). Resolution of Comorbidities Following Bariatric Surgery: Diabetes, Hypertension, Sleep Apnea, and Metabolic Syndrome. In *Obesity, Bariatric and Metabolic Surgery: A Comprehensive Guide: Second Edition*. https://doi.org/10.1007/978-3-030-60596-4_56
- Ordemann, J., Elbelt, U., (2017). *Adipositas- und metabolische Chirurgie*. © Springer-Verlag Berlin Heidelberg. DOI 10.1007/978-3-662-48698-6_18
- Ozato, N., Saitou, S., Yamaguchi, T., Katashima, M., Misawa, M., Jung, S., Nakaji, S. (2021). Association between visceral fat and brain structural changes or cognitive function. *Brain Sciences*, 11(8), 1–11. <https://doi.org/10.3390/brainsci11081036>
- Payne, M. E., Porter Starr, K. N., Orenduff, M., Mulder, H. S., McDonald, S. R., Spira, A. P., Bales, C. W. (2018). Quality of Life And Mental Health in Older Adults with Obesity and Frailty: Associations with a Weight Loss Intervention. *Journal of Nutrition, Health and Aging*, 22(10), 1259–1265. <https://doi.org/10.1007/s12603-018-1127-0>
- Pereira, A. C., Huddleston, D. E., Brickman, A. M., Sosunov, A. A., Hen, R., McKhann, G. M., Small, S. A. (2007). An in vivo correlate of exercise-induced neurogenesis in the adult dentate gyrus. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 104(13). <https://doi.org/10.1073/pnas.0611721104>
- Picot, J., Jones, J., Colquitt, J. L., Gospodarevskaya, E., Loveman, E., Baxter, L., & Clegg, A. J. (2009). The clinical effectiveness and cost-effectiveness of bariatric (weight loss) surgery for obesity: A systematic review and economic evaluation. *Health Technology Assessment*, Vol. 13. <https://doi.org/10.3310/hta13410>
- Price, R. B., & Duman, R. (2020). Neuroplasticity in cognitive and psychological mechanisms of depression: an integrative model. *Molecular Psychiatry*, 25(3), 530–543. <https://doi.org/10.1038/s41380-019-0615-x>

- Raji, C. A., Ho, A. J., Parikshak, N. N., Becker, J. T., Lopez, O. L., Kuller, L. H., Thompson, P. M. (2010). Brain structure and obesity. *Human Brain Mapping*, 31(3), 353–364. <https://doi.org/10.1002/hbm.20870>
- Ronan, L., Alexander-Bloch, A. F., Wagstyl, K., Farooqi, S., Brayne, C., Tyler, L. K., & Fletcher, P. C. (2016). Obesity associated with increased brain age from midlife. *Neurobiology of Aging*, 47, 63–70. <https://doi.org/10.1016/j.neurobiolaging.2016.07.010>
- Sato, F., Maeda, N., Yamada, T., Namazui, H., Fukuda, S., Natsukawa, T., Shimomura, I. (2018). Association of epicardial, visceral, and subcutaneous fat with cardiometabolic diseases. *Circulation Journal*, 82(2), 502–508. <https://doi.org/10.1253/circj.CJ-17-0820>
- Sjöström, L., Narbro, K., Sjöström, C. D., Karason, K., Larsson, B., Wedel, H., Carlsson, L. M. S. (2007). Effects of Bariatric Surgery on Mortality in Swedish Obese Subjects. *New England Journal of Medicine*, 357(8). <https://doi.org/10.1056/nejmoa066254>
- Spitznagel, M. B., Garcia, S., Miller, L. A., Strain, G., Devlin, M., Wing, R., Gunstad, J. (2013). Cognitive function predicts weight loss after bariatric surgery. *Surgery for Obesity and Related Diseases*, 9(3), 453–459. <https://doi.org/10.1016/j.soard.2011.10.008>
- Spyridaki, E. C., Avgoustinaki, P. D., & Margioris, A. N. (2016, June 1). Obesity, inflammation and cognition. *Current Opinion in Behavioral Sciences*, Vol. 9, pp. 169–175. <https://doi.org/10.1016/j.cobeha.2016.05.004>
- Stanek, K. M., Grieve, S. M., Brickman, A. M., Korgaonkar, M. S., Paul, R. H., Cohen, R. A., & Gunstad, J. J. (2011). Obesity is associated with reduced white matter integrity in otherwise healthy adults. *Obesity*, 19(3), 500–504. <https://doi.org/10.1038/oby.2010.312>
- Statistisches Bundesamt (2020). Krankheitskosten: Deutschland, Jahre, Krankheitsdiagnosen (ICD-10), Geschlecht, Altersgruppen. <https://www-genesis.destatis.de/genesis/online?sequenz=tabelleErgebnis&selectionname=23631-0003&sachmerkmal=ICD10Y&sachschluessel=ICD10-E65-E68&transponieren=true#abreadcrumb> (abgerufen 2021)

- Statistisches Bundesamt (2014): Nachhaltige Entwicklung in Deutschland. Daten zum Indikatorenbericht 2014. https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Nachhaltigkeitsindikatoren/Publikationen/Downloads-Nachhaltigkeit/indikatoren-5850013149004.pdf?__blob=publicationFile (abgerufen 2021)
- Veronese, N., Facchini, S., Stubbs, B., Luchini, C., Solmi, M., Manzato, E., Fontana, L. (2017). Weight loss is associated with improvements in cognitive function among overweight and obese people: A systematic review and meta-analysis. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 72, 87–94. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2016.11.017>
- Weinberg, R. S., & Gould, D. (2018). Foundations of sport and exercise psychology. In *Foundations of sport and exercise psychology* 2nd ed.
- Whitmer, R. A. (2005). Obesity in middle age and future risk of dementia: a 27 year longitudinal population based study. *Bmj*, 330(7504), 1360–0. <https://doi.org/10.1136/bmj.38446.466238.E0>
- Winocur, G., Greenwood, C. E., Piroli, G. G., Grillo, C. A., Reznikov, L. R., Reagan, L. P., & McEwen, B. S. (2005). Memory impairment in Obese Zucker rats: An investigation of cognitive function in an animal model of insulin resistance and obesity. *Behavioral Neuroscience*, 119(5), 1389–1395. <https://doi.org/10.1037/0735-7044.119.5.1389>
- Winter, B., Breitenstein, C., Mooren, F. C., Voelker, K., Fobker, M., Lechtermann, A., Knecht, S. (2007). High impact running improves learning. *Neurobiology of Learning and Memory*, 87(4). <https://doi.org/10.1016/j.nlm.2006.11.003>
- Witte A. V. et al. (2008). Caloric restriction improves memory in elderly humans *A*. 105(51), 20191–20196. <https://doi.org/10.1073/pnas.0808587106>
- World Health Organization (1995). *Physical status: the use and interpretation of anthropometry*. Genf. (abgerufen 2021).
- Yang, Y., Shields, G. S., Guo, C., & Liu, Y. (2018, January 1). Executive function performance in obesity and overweight individuals: A meta-analysis and review. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, Vol. 84, pp. 225–244. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2017.11.020>

- Zarringhadam, M., Hasanvand, S., Birjandi, M., & Beiranvand, A. (2024). Associations between cognitive function and lifestyle in community-living older people: a correlational study. *BMC Research Notes*, 17(1), 101. <https://doi.org/10.1186/s13104-024-06766-z>
- Zhang, S., Zhang, Y., Wen, Z., Yang, Y. N., Bu, T., Bu, X., & Ni, Q. (2023). Cognitive dysfunction in diabetes: abnormal glucose metabolic regulation in the brain. *Frontiers in Endocrinology*, Vol. 14. <https://doi.org/10.3389/fendo.2023.1192602>
- Zhang, X., Liu, J., Ni, Y., Yi, C., Fang, Y., Ning, Q., Li, Z. (2024). Global Prevalence of Overweight and Obesity in Children and Adolescents: A Systematic Review and Meta-Analysis. *JAMA Pediatrics*. <https://doi.org/10.1001/jamapediatrics.2024.1576>

Anhang

I. Patientenaufklärungsbogen

**Patienten-Information und -Einwilligung
zur Durchführung einer klinischen Studie
mit volljährigen einwilligungsfähigen Patienten¹**

Prüfstelle: Klinik für Allgemein-, Viszeral-, Thorax-, Transplantations- und Kinderchirurgie
Justus-Liebig-Universität Gießen, Rudolf-Buchheim-Str. 7, 35385 Gießen
Prüfarzt: PD Dr. Rüdiger Hörbelt, Tel.: 0641-985-44713, Fax: 0641-985-44709, Tel.: 0641-985-44713, Fax: 0641-985-44709, email: ruediger.hoerbelt@chiru.med.uni-giessen.de

**Kognitive Veränderungen bei adipösen Patienten nach Gewichtsreduktion
durch Diät oder Adipositaschirurgie**

Sehr geehrte Patientin, sehr geehrter Patient,

wir möchten Sie fragen, ob Sie bereit sind, an der nachfolgend beschriebenen klinischen Studie teilzunehmen.

Klinische Studien sind notwendig, um Erkenntnisse über die Wirksamkeit und Verträglichkeit von medizinischen Behandlungsmethoden zu gewinnen oder zu erweitern. Die klinische Studie, die wir Ihnen hier vorstellen, wurde von der zuständigen Ethikkommission zustimmend bewertet. Diese klinische Prüfung wird am UKGM in Gießen durchgeführt; es sollen insgesamt ungefähr 90 Personen daran teilnehmen. Die Studie wird veranlasst, organisiert und finanziert durch die Justus-Liebig-Universität Gießen, Klinik für Allgemein- Viszeral-, Thorax-, Transplantations- und Kinderchirurgie mit PD Dr. Rüdiger Hörbelt, als dem Verantwortlichen für diese Studie.

Ihre Teilnahme an dieser klinischen Studie ist freiwillig. Sie werden in diese Prüfung also nur dann einbezogen, wenn Sie dazu schriftlich Ihre Einwilligung erklären. Sofern Sie nicht an der klinischen Studie teilnehmen oder später aus ihr ausscheiden möchten, erwachsen Ihnen daraus keine Nachteile.

Sie wurden bereits auf die geplante Studie angesprochen. Der nachfolgende Text soll Ihnen die Ziele und den Ablauf erläutern. Anschließend wird ein Prüfarzt das Aufklärungsgespräch mit Ihnen führen. Bitte zögern Sie nicht, alle Punkte anzusprechen, die Ihnen unklar sind. Sie werden danach ausreichend Bedenkzeit erhalten, um über Ihre Teilnahme zu entscheiden.

1. Warum wird diese Studie durchgeführt?

Bislang hat man einen Zusammenhang zwischen verschlechterten Gedächtnisleistungen und Adipositas belegen können und Adipositas als einen weiteren Risikofaktor für das Auftreten von Demenzen erkannt. Neueren Untersuchungen zufolge könnte die Gewichtsreduktion nach Diät und auch nach bariatrischen Operationen (d.h. Magenbypass- bzw. Magenschlauch-OP zur Gewichtsreduktion) zu einer Verbesserung der geistigen Leistungsfähigkeit führen. Im Tiermodell führte die Gewichtsreduktion durch Kalorieneinschränkung und durch die Magenbypass-Operation zu einer deutlichen Verbesserung der geistigen Leistungsfähigkeit, während die Magenschlauch-Operation nur Teilbereiche der geistigen Leistungsfähigkeit verbesserte. Hierzu gibt es keine Daten beim

¹ Im Rahmen dieses Textes schließt die männliche Bezeichnung stets die weibliche Bezeichnung mit ein.

Menschen. Unklar ist auch, ob die verschiedenen Methoden der Gewichtsreduktion einen Effekt auf die Mikrostruktur des Gehirns, gemessen mit der Kernspintomographie, haben.

Das Ziel der vorliegenden Studie ist, den Effekt von unterschiedlichen Formen der Gewichtsreduktion auf die verschiedenen Dimensionen der geistigen Leistungsfähigkeit zu untersuchen. Hierzu werden Patienten mit Adipositas vor, sowie 3 und 12 Monate nach:

1. Magenbypass-Operation oder
2. Magenschlauch-Operation oder
3. Diät im Rahmen des OPTIFAST-Programms

neuropsychologisch mit Fragebögen und Computertests untersucht. Vor der Diät oder dem geplanten chirurgischen Eingriff und 12 Monate nach Beginn der Diät bzw. des chirurgischen Eingriffs wird ein MRT des Schädels durchgeführt. Hier soll der Effekt der verschiedenen Methoden der Gewichtsreduktion auf die Mikrostruktur des Gehirns untersucht werden.

Von der Durchführung der vorgesehenen klinischen Studie erhoffen wir uns die Methode der Gewichtsreduktion herausfinden zu können, die langfristig auch für unser Gehirn und die weitere geistige Leistungsfähigkeit am günstigsten ist.

2. Wie ist der Ablauf der Studie und was muss ich bei Teilnahme beachten?

Bei Aufnahme in diese klinische Studie wird die Vorgeschichte Ihrer Krankheit und Ihre medizinischen Daten und Blutwerte aus Ihrer Akte erhoben. Sie werden gebeten, sich

1. einer umfassenden neuropsychologischen Untersuchung zu unterziehen
2. ein MRT des Kopfes zur Darstellung der Hirnstruktur durchführen zu lassen.

Die Teilnahme an der Studie umfasst 2 Untersuchungsbereiche:

1. Eine neuropsychologische Untersuchung:

In einem ruhigen Untersuchungsraum werden Sie gebeten, verschiedene Fragebögen auszufüllen, um die unterschiedlichen Teilbereiche Ihrer geistigen Leistungsfähigkeit zu beurteilen: Hier werden insbesondere Aufmerksamkeitsleistung, sprachliches und nicht-sprachliches Gedächtnis, Konzentrationsfähigkeit, Wortflüssigkeit, motorische Geschicklichkeit und Persönlichkeit untersucht. Einige der Tests werden an einem Laptop bearbeitet, die meisten Untersuchungen sind jedoch auf Papier.

Die Untersuchung dauert je nach Bearbeitungsschnelligkeit 90 Min bis maximal 2 h und kann jederzeit von Ihnen unterbrochen bzw. abgebrochen werden.

Die Untersuchungen würden im Anschluss an Ihre sowieso geplanten Besuche am UKGM erfolgen. Geplant ist, die Untersuchung vor der Diät bzw. dem geplanten chirurgischen Eingriff sowie nach 3 Monaten und 1 Jahr durchzuführen.

Die Untersuchungen sind völlig ungefährlich, Ihre Daten werden pseudonymisiert und sind nicht Teil Ihrer Patientenakte.

2. Eine strukturelle Untersuchung im Kernspintomographen:

Des Weiteren möchten wir als ein spezielles Bildgebungsverfahren eine Magnetresonanztomographie (MRT) zur Darstellung Ihrer Gehirnstrukturen und zur Untersuchung der Beweglichkeit Ihres Magens nach einem Testfrühstück durchführen.

Der menschliche Körper besteht aus einer Vielzahl von Molekülen, die jeweils spezifische magnetische Eigenschaften aufweisen (sog. Kernspinresonanz). Bei Anwendung von starken Magnetfeldern können diese gemessen und im Anschluss daran die Struktur des Gehirns aufgrund dieser unterschiedlichen magnetischen Eigenschaften des Gewebes berechnet werden. Man spricht hier von struktureller Magnetresonanztomographie (MRT).

Ablauf der MRT Untersuchung: Die Untersuchung wird in Gießen in einem der modernsten MRTs durchgeführt. Die Auswertung der Kernspintomographie des Kopfes wird in Zusammenarbeit mit der Philipps-Universität Marburg, hier der Klinik für Neurologie (Arbeitsgruppe Frau Prof. Dr. Knake) durchgeführt. Die Arbeitsgruppe dort hat eine langjährige Erfahrung in der Auswertung der MRT des Schädels für verschiedene wissenschaftliche Fragestellungen.

Bei der MRT-Untersuchung werden Sie gebeten, möglichst ruhig und entspannt während der Untersuchung im MRT-Gerät liegen zu bleiben, um bei den Messungen verlässliche Ergebnisse zu erhalten: Sie liegen während der Untersuchung für ca. 30 Minuten auf einem Tisch, der Sie mit dem Oberkörper in die Öffnung des MR-Tomographen hineinführt. Zusätzlich wird ein Magnetspulenrahmen um Ihren Kopf und unter Ihren Rücken gelegt.

Während der Messung entstehen unterschiedlich laute Geräusche des MR-Tomographen, die von elektrischen Umschaltvorgängen der Magnetfelder herrühren. Um deren Einfluss gering zu halten, tragen Sie einen Kopfhörer. Sie haben während der Untersuchung jederzeit die Möglichkeit, mit den Untersuchern über eine Wechselsprechanlage in Kontakt zu treten. Zusätzlich bekommen Sie einen gesonderten Alarmknopf für Notfälle, so dass sie auf Ihren Wunsch hin jederzeit aus dem MR-Tomographen herausgefahren werden können.

4. Welchen persönlichen Nutzen habe ich von der Teilnahme an der Studie?

Sie werden durch die Teilnahme an dieser Studie außer einer ausführlichen neuropsychologischen Untersuchung und einer sehr detaillierten Bildgebung Ihres Gehirns voraussichtlich keinen persönlichen Gesundheitsnutzen haben. Die Ergebnisse der Studie können aber möglicherweise dazu beitragen, die Behandlung von Adipositaspatienten zukünftig zu verbessern.

5. Welche Risiken sind mit der Teilnahme an der Studie verbunden?

Die neuropsychologische Untersuchung ist ohne Risiken und Gefahren.

Die MRT-Technologie ist für den Körper nach heutigem Erkenntnisstand unschädlich. Sie basiert auf mehr als 20 Jahren Erfahrung und wird täglich in allen größeren Kliniken eingesetzt. Bekannte Risiken ergeben sich ausschließlich durch metallische Gegenstände oder Stoffe mit magnetischen Eigenschaften, die sich am oder im Körper befinden. Diese können sich erhitzen und zu Verbrennungen führen. Lose Metallteile können durch das Magnetfeld beschleunigt werden und dann zu Verletzungen führen. Daher sind Personen von der Teilnahme an der Studie ausgeschlossen, die elektrische Geräte (z.B. Herzschrittmacher, Medikamentenpumpen) oder Metallteile (z.B. Schrauben nach Knochenbruch) im oder am Körper haben.

Risiken unabhängig von den Genannten sind bislang nicht bekannt. Abgesehen von möglichen Unbequemlichkeiten, die vom stillen Liegen in der engen MRT-Röhre resultieren, und der Lautstärke des Tomographen, sollten keine Beschwerden während der Untersuchung auftreten. Wir möchten sie allerdings darauf hinweisen, dass über mögliche langfristige Risiken bei wiederholten MRT-Messungen bisher keine wissenschaftlich abgesicherten Ergebnisse vorliegen.

Umgang mit Zufallsbefunden

Bei der Studie handelt es sich um eine Forschungsstudie. Eine neuroradiologische / radiologische Befundung der MR-Bilder im Sinne einer klinisch orientierten Diagnostik findet daher nicht statt. Dennoch kann es vorkommen, dass in den MR-Bildern Signalauffälligkeiten

entdeckt werden, die eine mögliche klinische Relevanz haben („Zufallsbefund“). Falls sich bei der Untersuchung Anhaltspunkte für einen Zufallsbefund ergeben, die eine fachärztliche neuro-radiologische Diagnostik empfehlenswert erscheinen lassen, würde Sie der Versuchsleiter persönlich darüber informieren und Ihnen eine fachärztlich radiologische Diagnostik empfehlen. Falls Sie über einen Zufallsbefund nicht informiert werden wollen, stellt dies ein Ausschlusskriterium für die Teilnahme an der Studie dar.

6. Wer darf an dieser klinischen Studie nicht teilnehmen?

An dieser klinischen Studie dürfen Sie nicht teilnehmen, wenn Sie nicht-herausnehmbare metallische Gegenstände im Körper haben, d.h. z.B. einen Herzschrittmacher tragen oder eine Zahnspange oder eine nicht-MRT-fähige Prothese tragen.

Schwangere Frauen dürfen an dieser klinischen Prüfung nicht teilnehmen, da die Auswirkung von MRT-Feldern auf sich entwickelnde Zellen bisher zwar als unschädlich gilt, wir Sie aber im Rahmen dieser klinischen Studie keiner auch nur möglichen Gefahr aussetzen möchten.

7. Entstehen für mich Kosten durch die Teilnahme an der klinischen Studie? Erhalte ich eine Aufwandsentschädigung?

Durch Ihre Teilnahme an dieser klinischen Studie entstehen für Sie keine zusätzlichen Kosten.

Die Untersuchungen in Gießen werden im Rahmen Ihrer geplanten klinischen Vorstellungen in der Medizinischen Klinik, im Anschluss an die Untersuchungen dort, durchgeführt.

8. Bin ich während der klinischen Prüfung versichert?

Bei der klinischen Studie sind Sie gemäß der Betriebshaftpflichtversicherung des Klinikums versichert. Der Umfang des Versicherungsschutzes ergibt sich aus den Versicherungsunterlagen, die Sie auf Wunsch ausgehändigt bekommen.

9. Werden mir neue Erkenntnisse während der klinischen Studie mitgeteilt?

Sie werden über neue Erkenntnisse, die in Bezug auf diese klinische Studie bekannt werden, informiert. Auf dieser Basis können Sie dann Ihre Entscheidung zur weiteren Teilnahme an dieser klinischen Prüfung überdenken.

10. Wer entscheidet, ob ich aus der klinischen Studie ausscheide?

Sie können jederzeit, auch ohne Angabe von Gründen, Ihre Teilnahme beenden, ohne dass Ihnen dadurch irgendwelche Nachteile bei Ihrer medizinischen Behandlung entstehen.

11. Was geschieht mit meinen Daten?

Während der klinischen Studie werden medizinische Befunde und persönliche Informationen von Ihnen erhoben und in der Prüfstelle in Ihrer persönlichen Akte niedergeschrieben oder elektronisch gespeichert. Die für die klinische Studie wichtigen Daten werden zusätzlich in pseudonymisierter Form gespeichert, ausgewertet und gegebenenfalls weitergegeben. Pseudonymisiert bedeutet, dass keine Angaben von Namen oder Initialen verwendet werden, sondern nur ein Nummern- und/oder Buchstabencode, evtl. mit Angabe des Geburtsjahres.

Die Daten sind gegen unbefugten Zugriff gesichert. Eine Entschlüsselung erfolgt nur unter den vom Gesetz vorgeschriebenen Voraussetzungen. Einzelheiten entnehmen Sie bitte der Einwilligungserklärung, die im Anschluss an diese Patienteninformation abgedruckt ist.

12. Was geschieht mit meinen MRT-Aufnahmen?

Die Aufnahmen mit bildgebenden Verfahren werden ausschließlich für diese klinische Studie verwendet und nur unter Speicherung Ihrer Studiennummer ausgewertet.

14. An wen wende ich mich bei weiteren Fragen?

Beratungsgespräche an der Prüfstelle

Sie haben stets die Gelegenheit zu weiteren Beratungsgesprächen mit PD Dr. Hörbelt oder einem anderen Prüfarzt.

Prüfstelle: Klinik für Allgemein-, Viszeral-, Thorax-, Transplantations- und Kinderchirurgie
Justus-Liebig-Universität Gießen, Rudolf-Buchheim-Str. 7, 35385 Gießen

Prüfarzt: PD Dr. Rüdiger Hörbelt, Tel.: 0641-985-44713, Fax: 0641-985-44709, Tel.: 0641-985-44713, Fax: 0641-985-44709, email: ruediger.hoerbelt@chiru.med.uni-giessen.de

Kognitive Veränderungen bei adipösen Patienten nach Gewichtsreduktion durch Diät oder Adipositaschirurgie

Einwilligungserklärung

.....
Name des Patienten in Druckbuchstaben

geb. am Teilnehmer-Nr.

Ich bin in einem persönlichen Gespräch durch den Prüfarzt

.....
Name der Ärztin/des Arztes

ausführlich und verständlich über die zu prüfende Behandlungsmethode und die Vergleichsmethode sowie über Wesen, Bedeutung, Risiken und Tragweite der klinischen Studie aufgeklärt worden. Ich habe darüber hinaus den Text der Patienteninformation sowie die hier nachfolgend abgedruckte Datenschutzerklärung gelesen und verstanden. Ich hatte die Gelegenheit, mit dem Prüfarzt über die Durchführung der klinischen Prüfung zu sprechen. Alle meine Fragen wurden zufriedenstellend beantwortet.

Möglichkeit zur Dokumentation zusätzlicher Fragen seitens des Patienten oder sonstiger Aspekte des Aufklärungsgesprächs:

Ich hatte ausreichend Zeit, mich zu entscheiden.

Ich wurde darauf hingewiesen, dass es sich bei der Studie um eine Forschungsstudie handelt. Eine neuroradiologische Befundung der MRT-Bilder im Sinne einer klinisch orientierten Diagnostik findet daher nicht statt. Dennoch kann es vorkommen, dass in den MRT-Bildern Signalauffälligkeiten entdeckt werden, die eine mögliche klinische Relevanz haben („Zufallsbefund“). Mir ist bekannt, dass der Versuchsleiter mich informieren würde,

falls sich bei der Untersuchung Anhaltspunkte für einen Zufallsbefund ergeben, die eine fachärztliche neuro-radiologische Diagnostik empfehlenswert erscheinen lassen.

Mir ist bekannt, dass ich jederzeit und ohne Angabe von Gründen meine Einwilligung zur Teilnahme an der Prüfung zurückziehen kann (mündlich oder schriftlich), ohne dass mir daraus Nachteile für meine medizinische Behandlung entstehen.

Datenschutz:

Mir ist bekannt, dass bei dieser klinischen Prüfung personenbezogene Daten, insbesondere medizinische Befunde über mich erhoben, gespeichert und ausgewertet werden sollen. Die Verwendung der Angaben über meine Gesundheit erfolgt nach gesetzlichen Bestimmungen und setzt vor der Teilnahme an der klinischen Prüfung folgende freiwillig abgegebene Einwilligungserklärung voraus, das heißt ohne die nachfolgende Einwilligung kann ich nicht an der klinischen Prüfung teilnehmen.

1. Ich erkläre mich damit einverstanden, dass im Rahmen dieser klinischen Studie personenbezogene Daten, insbesondere Angaben über meine Gesundheit, über mich erhoben und in Papierform sowie auf elektronischen Datenträgern in der Klinik für Allgemein-, Viszeral-, Thorax-, Transplantations- und Kinderchirurgie der Justus-Liebig-Universität Gießen aufgezeichnet werden. Soweit erforderlich, dürfen die erhobenen Daten pseudonymisiert (verschlüsselt) weitergegeben werden an PD Dr. Hörbelt als den Verantwortlichen oder eine von diesem beauftragte Stelle zum Zwecke der wissenschaftlichen Auswertung.
2. Außerdem erkläre ich mich damit einverstanden, dass autorisierte und zur Verschwiegenheit verpflichtete Beauftragte des Verantwortlichen sowie die zuständigen Überwachungsbehörden in meine beim Prüfarzt vorhandenen personenbezogenen Daten, insbesondere meine Gesundheitsdaten, Einsicht nehmen, soweit dies für die Überprüfung der ordnungsgemäßen Durchführung der Studie notwendig ist. Für diese Maßnahme entbinde ich den Prüfarzt von der ärztlichen Schweigepflicht.
3. Ich bin bereits darüber aufgeklärt worden, dass ich jederzeit die Teilnahme an der klinischen Prüfung beenden kann. Im Fall eines solchen Widerrufs meiner Einwilligung, an der Studie teilzunehmen, erkläre ich mich damit einverstanden, dass die bis zu diesem Zeitpunkt gespeicherten Daten weiterhin verwendet werden dürfen, soweit dies erforderlich ist, um sicherzustellen, dass meine schutzwürdigen Interessen nicht beeinträchtigt werden. Falls ich meine Einwilligung, an der Studie teilzunehmen, widerrufe, müssen alle Stellen, die meine personenbezogenen Daten, insbesondere Gesundheitsdaten, gespeichert haben, unverzüglich prüfen, inwieweit die gespeicherten Daten zu dem vorgenannten Zweck noch erforderlich sind. Nicht mehr benötigte Daten sind unverzüglich zu löschen.
4. Ich erkläre mich damit einverstanden, dass meine Daten nach Beendigung oder Abbruch der Studie zehn Jahre aufbewahrt werden. Danach werden meine personenbezogenen Daten gelöscht, soweit nicht gesetzliche, satzungsmäßige oder vertragliche Aufbewahrungsfristen entgegenstehen.

**Ich erkläre mich bereit,
an der oben genannten klinischen Studie
freiwillig teilzunehmen.**

Ein Exemplar der Patienten-Information und -Einwilligung habe ich erhalten. Ein Exemplar verbleibt im Prüfzentrum.

.....
Name des Patienten in Druckbuchstaben



.....
Datum

.....
Unterschrift des **Patienten**

Ich habe das Aufklärungsgespräch geführt und die Einwilligung des Patienten eingeholt.

.....
Name des Prüfarztes/der Prüferärztin in Druckbuchstaben

.....
Datum

.....
Unterschrift des aufklärenden **Prüfarztes/der Prüferärztin**

II. Untersuchungsablauf Adipositas-Studie T0

Untersuchungsablauf Adipositas-Studie T0

Stand: 10.10.2014

Test/Untersuchung	Domäne	Dauer (in min)	Hinweis
1. Sozialschätzformel IQ + Adipositasfragebogen	IQ + Anamnese	10	T0: Sozialschätzformel + Fragebogen T0
2. Rey Figure Abzeichnen	Visuokonstruktion	5	
3. VLMT (Durchgänge 1-6)	Verbales Lernen	15	T0: <i>Version A</i>
4. TMT-A	Aufmerksamkeit	1	
5. TMT-B	Aufm. & Flexibilität	4	
6. Grooved Pegboard	Motorik	5	zuerst dominante Hand, dann nicht-dominante Hand
7. WMS-R	Kurz- und Arbeitsgedächtnis auditiv & visuell-räumlich	10	
8. MWT-A	IQ-Schätzer	5	Nur T0
9. d2	Aufmerksamkeit	5	
10. VLMT Durchgang 7	Abruf Verbal	2	Wichtig: <u>mind. 30 min</u> zwischen DG 6 und DG 7 !! - Unangekündigter, freier Abruf (NICHT erneut vorlesen!)
11. VLMT Wiedererkennen	Wiedererkennen Verbal	3	direkt nach DG 7!
12. RWT	Wortflüssigkeiten	5	T0: <i>S, G-R, Tiere, Sportarten-Früchte</i>
13. Rey Abruf	Abruf Figural	5	Unangekündigter freier Abruf währenddessen PC vorbereiten für nächsten Test
14. Implicit HeRo	Reaktionszeitaufgabe am PC	15	
15. Fragebögen (BDI, FPI & FLei)		20	Alleine ausfüllen lassen, währenddessen bereits alles wegsortieren etc. FPI: nur T0
		Ca. 2h	
Strukturelles MRT Schädel		20	

Zeitpunkte:

T0: prä OP/Intervention

T1: mindestens 3 Monate post OP/Intervention

III. Untersuchungsablauf Adipositas-Studie T1

Untersuchungsablauf Adipositas-Studie T1

Stand: 27.11.2014

Test	Domäne	Dauer (in min)	Hinweis
1. Adipositasfragebogen		5	T1: Fragebogen T1
2. Rey Figure Abzeichnen	Visuokonstruktion	5	
3. VLMT (Durchgänge 1-6)	Verbales Lernen	15	T1: <i>Version C</i>
4. TMT-A	Aufmerksamkeit	1	
5. TMT-B	Aufm. & Flexibilität	4	
6. Grooved Pegboard	Motorik	5	zuerst dominante Hand, dann nicht-dominante Hand
7. WMS-R	Kurz- und Arbeitsgedächtnis auditiv & visuell-räumlich	10	
8. RWT	Wortflüssigkeiten	5	T1: <i>M, H-T, Berufe, Kleidungsstücke-Blumen</i>
9. d2	Aufmerksamkeit	5	
10. Implicit HeRo	Reaktionszeitaufgabe am PC	15	
11. VLMT Durchgang 7	Abruf Verbal	2	Wichtig: <u>mind. 30 min</u> zwischen DG 6 und DG 7 !! - Unangekündigter, freier Abruf (NICHT erneut vorlesen!)
12. VLMT Wiedererkennen	Wiedererkennen Verbal	3	direkt nach DG 7!
13. Rey Abruf	Abruf Figural	5	Unangekündigter freier Abruf währenddessen PC vorbereiten für nächsten Test
14. Fragebögen (BDI & FLei)		10	Alleine ausfüllen lassen, währenddessen bereits alles wegsortieren etc.
		1h 30min	
Strukturelles MRT Schädel		20	

T0: prä OP/Intervention

T1: 3 Monate post OP/Intervention

IV. Untersuchungsablauf Adipositas - Studie T1K (Kontrollgruppe)

Untersuchungsablauf Adipositas-Studie T1K

Stand: 01.07.2016

Test	Domäne	Dauer (in min)	Hinweis
1. Adipositasfragebogen		5	T1: Fragebogen Kontrollgruppe T1K
2. Rey Figure Abzeichnen	Visuokonstruktion	5	
3. VLMT (Durchgänge 1-6)	Verbales Lernen	15	T1: <i>Version C</i>
4. TMT-A	Aufmerksamkeit	1	
5. TMT-B	Aufm. & Flexibilität	4	
6. Grooved Pegboard	Motorik	5	zuerst dominante Hand, dann nicht-dominante Hand
7. WMS-R	Kurz- und Arbeitsgedächtnis auditiv & visuell-räumlich	10	
8. RWT	Wortflüssigkeiten	5	T1: <i>M, H-T, Berufe, Kleidungsstücke-Blumen</i>
9. d2	Aufmerksamkeit	5	
10. Implicit HeRo	Reaktionszeitaufgabe am PC	15	
11. VLMT Durchgang 7	Abruf Verbal	2	Wichtig: <u>mind. 30 min</u> zwischen DG 6 und DG 7 !! - Unangekündigter, freier Abruf (NICHT erneut vorlesen!)
12. VLMT Wiedererkennen	Wiedererkennen Verbal	3	direkt nach DG 7!
13. Rey Abruf	Abruf Figural	5	Unangekündigter freier Abruf währenddessen PC vorbereiten für nächsten Test
14. Fragebögen (BDI & FLei)		10	Alleine ausfüllen lassen, währenddessen bereits alles wegsortieren etc.
		1h 30min	
Strukturelles MRT Schädel		20	

T0: prä OP/Intervention

T1: 3 Monate post OP/Intervention

V. Fragebögen

i. Fragebogen Adipositas T0



Pat.-ID: AC□□□_T□

Fragebogen Adipositas T0

Was ist Ihre Muttersprache? _____

Wie ist Ihr Familienstand? verheiratet
 ledig
 verwitwet
 geschieden/getrennt lebend

Wie viele Personen leben in Ihrem Haushalt? _____

Sind Sie zurzeit aktiv berufstätig?

Nein RentnerIn / PensionärIn arbeitslos
 kein Beruf erlernt
 krankgeschrieben

Ja angestellt / verbeamtet
 selbstständig
 Hausfrau / Hausmann
 SchülerIn
 AuszubildendeR
 StudentIn

Wie groß sind Sie? _____ m

Wie viel wiegen Sie zurzeit? _____ kg

[BMI (errechnet) = _____ $\frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$]

In welchem Alter hatten Sie zum ersten Mal deutliches Übergewicht? Alter _____

Gab es ein auslösendes Ereignis? _____

In welchem Alter haben Sie Ihre erste Diät gemacht? Alter _____



Leiden Sie an einer der folgenden Erkrankungen?

- Diabetes (Zuckerkrankheit)
- Bluthochdruck
- Schilddrüsenerkrankung (z.B. Unterfunktion) _____
- Herzgefäßerkrankung (z.B. Herzinfarkt, Angina pectoris, Stent, ...) _____
- Schlafapnoe (Atemaussetzer beim Schlafen)
- Gallensteine

- Arthrose _____
- Bandscheibenvorfall

Haben Sie noch andere Vorerkrankungen?

Leiden Sie unter Depressionen? ja nein

Wenn ja, befinden Sie sich wegen der Depressionen in Behandlung? ja nein

Welche Medikamente nehmen Sie zurzeit ein?

Name	Dosierung	Wie oft? Wann?



Treiben Sie regelmäßig Sport? ja, ca. ____ mal pro Woche für jeweils ____ Minuten
 nein

Wenn ja, welchen Sport treiben Sie? _____

Welche Aktivitäten führen Sie gerne in Ihrer Freizeit durch?

- Spielen am PC bzw. Surfen im Internet
- Kreuzworträtsel
- Gartenarbeit
- Freunde treffen
- Fernsehen
- Shoppen gehen
- Mitglied im Verein _____
- Lesen
- Handarbeit
- Sonstiges: _____

Welche Essgewohnheiten treffen auf Sie zu?

- | | | |
|--|-----------------------------|-------------------------------|
| Essen Sie zu regelmäßigen Zeiten? | <input type="checkbox"/> ja | <input type="checkbox"/> nein |
| Nehmen Sie mehr als 4 Mahlzeiten am Tag zu sich? | <input type="checkbox"/> ja | <input type="checkbox"/> nein |
| Essen Sie große Mahlzeiten? | <input type="checkbox"/> ja | <input type="checkbox"/> nein |
| Essen Sie viele Fertigprodukte? | <input type="checkbox"/> ja | <input type="checkbox"/> nein |
| Wird bei Ihnen Zuhause regelmäßig gekocht? | <input type="checkbox"/> ja | <input type="checkbox"/> nein |
| Essen Sie Süßigkeiten zwischen den Mahlzeiten? | <input type="checkbox"/> ja | <input type="checkbox"/> nein |
| Essen Sie täglich Obst und/oder Gemüse? | <input type="checkbox"/> ja | <input type="checkbox"/> nein |
| Haben Sie Heißhungerattacken? | <input type="checkbox"/> ja | <input type="checkbox"/> nein |
| Trinken Sie Softdrinks (Cola, Fanta, Eistee, ...)? | <input type="checkbox"/> ja | <input type="checkbox"/> nein |
| Trinken Sie Fruchtsäfte? | <input type="checkbox"/> ja | <input type="checkbox"/> nein |
- nur Diät-Getränke



Abschlussfragen

Wie hat Ihnen die Teilnahme an der Studie gefallen?

sehr gut ————— gar nicht
1 2 3 4 5

Wie schätzen Sie Ihre Leistungen im Vergleich zu anderen Teilnehmern der Studie ein?

schlechter gleich gut besser

Haben Sie weitere Anmerkungen?

Testende: _____ Uhr

ii. Fragebogen Adipositas T1



Pat.-ID: AC□□□_T□

Fragebogen Adipositas T1

Wie zufrieden sind Sie mit dem Programm bzw. der Operation?

sehr zufrieden ————— gar nicht zufrieden
1 2 3 4 5

Wie ist Ihr allgemeines Wohlbefinden?

sehr gut ————— sehr schlecht
1 2 3 4 5

Wie zufrieden sind Sie mit Ihrer bisherigen Gewichtsabnahme?

sehr zufrieden ————— gar nicht zufrieden
1 2 3 4 5

Wie schwer fällt Ihnen die Ernährungsumstellung?

gar nicht schwer ————— sehr schwer
1 2 3 4 5

Aktuelles Gewicht: _____ kg

Sind Sie aktiver als vor der OP/Optifast? ja unverändert weniger aktiv als zuvor

Treffen Sie mehr Leute als vor der OP/Optifast? (Haben Sie z. B. mehr Verabredungen?)

ja unverändert weniger als zuvor



Haben sich vorbestehende Erkrankungen bzw. Symptome verbessert? (Luftnot, Diabetes, Gelenksbeschwerden, ...)

- ja, _____

- nein, unverändert
- keine Vorerkrankungen vorhanden

Welche Medikamente nehmen Sie zurzeit ein?

Name	Dosierung	Wie oft? Wann?
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____

Nehmen Sie Vitamintabletten ein?

- ja nein manchmal

Wenn ja, welche? _____

Rauchen Sie aktuell? ja, ca. _____ Zigaretten/Tag
 nein

Wie oft trinken Sie zurzeit Alkohol? nie
 einmal im Monat oder seltener
 2- bis 4-mal im Monat
 2- bis 3-mal pro Woche
 4-mal oder öfter pro Woche



Leiden Sie derzeit unter Depressionen? ja nein

Wenn ja, befinden Sie sich wegen der Depressionen in Behandlung? ja nein

Sind seit der OP/Optifast neue Erkrankungen aufgetreten?

ja, _____ nein

Hatten Sie in der Zwischenzeit andere Operationen?

ja, _____ nein

Sind Sie zurzeit aktiv berufstätig?

- | | | | |
|-------------|--|-----------|--|
| Nein | <input type="checkbox"/> RentnerIn / PensionärIn | Ja | <input type="checkbox"/> angestellt / verbeamtet |
| | <input type="checkbox"/> arbeitslos | | <input type="checkbox"/> selbstständig |
| | <input type="checkbox"/> kein Beruf erlernt | | <input type="checkbox"/> Hausfrau / Hausmann |
| | <input type="checkbox"/> krankgeschrieben | | <input type="checkbox"/> SchülerIn |
| | | | <input type="checkbox"/> AuszubildendeR |
| | | | <input type="checkbox"/> StudentIn |

Treiben Sie derzeit regelmäßig Sport? ja, ca. ____mal pro Woche für jeweils ____ Minuten
 nein

Wenn ja, welchen Sport treiben Sie? _____

Welche Aktivitäten führen Sie aktuell in Ihrer Freizeit durch?

- Spielen am PC bzw. Surfen im Internet
- Kreuzworträtsel
- Gartenarbeit
- Freunde treffen
- Fernsehen
- Shoppen gehen
- Mitglied im Verein: _____
- Lesen
- Handarbeit
- Sonstiges: _____



Haben sich Ihre Essgewohnheiten grundlegend verändert? ja nein

- Essen Sie zu regelmäßigen Zeiten? ja nein
Essen Sie große Mahlzeiten? ja nein
Essen Sie viele Fertigprodukte? ja nein
Wird bei Ihnen Zuhause regelmäßig gekocht? ja nein
Essen Sie Süßigkeiten zwischen den Mahlzeiten? ja nein
Essen Sie täglich Obst und/oder Gemüse? ja nein
Haben Sie Heißhungerattacken? ja nein
Trinken Sie Softdrinks(Cola, Fanta, Eistee, ...)? ja nein nur Diät-Getränke
Trinken Sie Fruchtsäfte? ja nein

Wie viele Mahlzeiten essen Sie am Tag? _____

Stellt sich nach dem Essen ein zufriedenstellendes Sättigungsgefühl ein? ja nein

Gibt es Nahrungsmittel, die Sie seit der OP/Optifast nicht mehr vertragen?

- ja, _____
 nein

Leiden Sie an den folgenden Beschwerden?

- | | | | |
|-------------------|---|---|-------------------------------|
| Sodbrennen | <input type="checkbox"/> ja, seit OP/Optifast | <input type="checkbox"/> ja, auch schon vor OP/Optifast | <input type="checkbox"/> nein |
| Übelkeit | <input type="checkbox"/> ja, seit OP/Optifast | <input type="checkbox"/> ja, auch schon vor OP/Optifast | <input type="checkbox"/> nein |
| Erbrechen | <input type="checkbox"/> ja, seit OP/Optifast | <input type="checkbox"/> ja, auch schon vor OP/Optifast | <input type="checkbox"/> nein |
| Durchfall | <input type="checkbox"/> ja, seit OP/Optifast | <input type="checkbox"/> ja, auch schon vor OP/Optifast | <input type="checkbox"/> nein |
| Verstopfung | <input type="checkbox"/> ja, seit OP/Optifast | <input type="checkbox"/> ja, auch schon vor OP/Optifast | <input type="checkbox"/> nein |
| Völlegefühl | <input type="checkbox"/> ja, seit OP/Optifast | <input type="checkbox"/> ja, auch schon vor OP/Optifast | <input type="checkbox"/> nein |
| Kreislaufprobleme | <input type="checkbox"/> ja, seit OP/Optifast | <input type="checkbox"/> ja, auch schon vor OP/Optifast | <input type="checkbox"/> nein |



Abschlussfragen

Wie hat Ihnen die heutige Teilnahme an der Studie gefallen?

sehr gut ————— gar nicht

1 2 3 4 5

Wie schätzen Sie Ihre Leistungen im Vergleich zum letzten Mal ein?

schlechter gleich gut besser

Wie schätzen Sie Ihre Leistungen im Vergleich zu anderen Teilnehmern der Studie ein?

schlechter gleich gut besser

Haben Sie weitere Anmerkungen?

Testende: _____ Uhr

iii. Fragebogen Kontrollgruppe T1



Pat.-ID: AC□□□_T□

Fragebogen Kontrollgruppe T1

Wie ist Ihr allgemeines Wohlbefinden?

sehr gut ————— sehr schlecht
1 2 3 4 5

Aktuelles Gewicht: _____ kg

Sind Sie aktiver als vor einem Jahr (bei der letzten Untersuchung)?

ja unverändert weniger aktiv als zuvor

Treffen Sie mehr Leute als vor einem Jahr? (Haben Sie z. B. mehr Verabredungen?)

ja unverändert weniger als zuvor

Haben sich vorbestehende Erkrankungen bzw. Symptome verbessert? (Luftnot, Diabetes, Gelenkbeschwerden, ...)

ja, _____

nein, unverändert

keine Vorerkrankungen vorhanden



Welche Medikamente nehmen Sie zurzeit ein?

Name	Dosierung	Wie oft? Wann?
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____

Nehmen Sie Vitamintabletten ein?

- ja nein manchmal

Wenn ja, welche? _____

Rauchen Sie aktuell? ja, ca. _____ Zigaretten/Tag
 nein

Wie oft trinken Sie zurzeit Alkohol? nie
 einmal im Monat oder seltener
 2- bis 4-mal im Monat
 2- bis 3-mal pro Woche
 4-mal oder öfter pro Woche

Leiden Sie derzeit unter Depressionen? ja nein

Wenn ja, befinden Sie sich wegen der Depressionen in Behandlung? ja nein



Sind im letzten Jahr (seit dem letzten Termin für diese Studie) neue Erkrankungen aufgetreten?

ja, _____ nein

Hatten Sie im letzten Jahr Eingriffe/Operationen?

ja, _____ nein

Sind Sie zurzeit aktiv berufstätig?

- | | | | |
|-------------|--|-----------|--|
| Nein | <input type="checkbox"/> Rentnerin / PensionärIn | Ja | <input type="checkbox"/> angestellt / verbeamtet |
| | <input type="checkbox"/> arbeitslos | | <input type="checkbox"/> selbstständig |
| | <input type="checkbox"/> kein Beruf erlernt | | <input type="checkbox"/> Hausfrau / Hausmann |
| | <input type="checkbox"/> krankgeschrieben | | <input type="checkbox"/> SchülerIn |
| | | | <input type="checkbox"/> AuszubildendeR |
| | | | <input type="checkbox"/> StudentIn |

Treiben Sie derzeit regelmäßig Sport? ja, ca. ____mal pro Woche für jeweils ____ Minuten
 nein

Wenn ja, welchen Sport treiben Sie? _____

Welche Aktivitäten führen Sie aktuell in Ihrer Freizeit durch?

- Spielen am PC bzw. Surfen im Internet
- Kreuzwörtertsel
- Gartenarbeit
- Freunde treffen
- Fernsehen
- Shoppen gehen
- Mitglied im Verein _____
- Lesen
- Handarbeit
- Sonstiges: _____



Haben sich Ihre Essgewohnheiten im letzten Jahr **grundlegend verändert**? ja nein

- | | | | |
|--|-----------------------------|-------------------------------|--|
| Essen Sie zu regelmäßigen Zeiten? | <input type="checkbox"/> ja | <input type="checkbox"/> nein | |
| Essen Sie große Mahlzeiten? | <input type="checkbox"/> ja | <input type="checkbox"/> nein | |
| Essen Sie viele Fertigprodukte? | <input type="checkbox"/> ja | <input type="checkbox"/> nein | |
| Wird bei Ihnen Zuhause regelmäßig gekocht? | <input type="checkbox"/> ja | <input type="checkbox"/> nein | |
| Essen Sie Süßigkeiten zwischen den Mahlzeiten? | <input type="checkbox"/> ja | <input type="checkbox"/> nein | |
| Essen Sie täglich Obst und/oder Gemüse? | <input type="checkbox"/> ja | <input type="checkbox"/> nein | |
| Haben Sie Heißhungerattacken? | <input type="checkbox"/> ja | <input type="checkbox"/> nein | |
| Trinken Sie Softdrinks (Cola, Fanta, Eistee, ...)? | <input type="checkbox"/> ja | <input type="checkbox"/> nein | <input type="checkbox"/> nur Diät-Getränke |
| Trinken Sie Fruchtsäfte? | <input type="checkbox"/> ja | <input type="checkbox"/> nein | |

Wie viele Mahlzeiten essen Sie am Tag? _____

Stellt sich nach dem Essen ein zufriedenstellendes Sättigungsgefühl ein? ja nein

Leiden Sie an den folgenden Beschwerden?

- | | | |
|-------------------|-----------------------------|-------------------------------|
| Sodbrennen | <input type="checkbox"/> ja | <input type="checkbox"/> nein |
| Übelkeit | <input type="checkbox"/> ja | <input type="checkbox"/> nein |
| Erbrechen | <input type="checkbox"/> ja | <input type="checkbox"/> nein |
| Durchfall | <input type="checkbox"/> ja | <input type="checkbox"/> nein |
| Verstopfung | <input type="checkbox"/> ja | <input type="checkbox"/> nein |
| Völlegefühl | <input type="checkbox"/> ja | <input type="checkbox"/> nein |
| Kreislaufprobleme | <input type="checkbox"/> ja | <input type="checkbox"/> nein |



Abschlussfragen

Pat.-ID: AC□□□_T□

Wie hat Ihnen die heutige Teilnahme an der Studie gefallen?

sehr gut ————— gar nicht
1 2 3 4 5

Wie schätzen Sie Ihre Leistungen im Vergleich zum letzten Mal ein?

schlechter gleich gut besser

Wie schätzen Sie Ihre Leistungen im Vergleich zu anderen Teilnehmern der Studie ein?

schlechter gleich gut besser

Haben Sie weitere Anmerkungen?

Testende: _____ Uhr

Danke für Ihre Teilnahme!!

Publikationen

„Verbesserung der kognitiven Leistung durch bariatrische Chirurgie“

Maren Brenner, Jens Albrecht, Susanne Knake, Rüdiger Hörbelt

Universitätsklinik für Chirurgie, Gießen, Deutschland, Klinik für Neurologie, Philipps Universität Marburg, Marburg, Deutschland

DCK und Jahreskongress der DGAV 2023; digital vom 18.-20.04.2023

Abstract Nr.: 944

Ehrenwörtliche Erklärung

„Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Arbeit selbständig und ohne unzulässige Hilfe oder Benutzung anderer als der angegebenen Hilfsmittel angefertigt habe. Alle Textstellen, die wörtlich oder sinngemäß aus veröffentlichten oder nichtveröffentlichten Schriften entnommen sind, und alle Angaben, die auf mündlichen Auskünften beruhen, sind als solche kenntlich gemacht. Bei den von mir durchgeführten und in der Dissertation erwähnten Untersuchungen habe ich die Grundsätze guter wissenschaftlicher Praxis, wie sie in der „Satzung der Justus-Liebig-Universität Gießen zur Sicherung guter wissenschaftlicher Praxis“ niedergelegt sind, eingehalten sowie ethische, datenschutzrechtliche und tierschutzrechtliche Grundsätze befolgt. Ich versichere, dass Dritte von mir weder unmittelbar noch mittelbar geldwerte Leistungen für Arbeiten erhalten haben, die im Zusammenhang mit dem Inhalt der vorgelegten Dissertation stehen, und dass die vorgelegte Arbeit weder im Inland noch im Ausland in gleicher oder ähnlicher Form einer anderen Prüfungsbehörde zum Zweck einer Promotion oder eines anderen Prüfungsverfahrens vorgelegt wurde. Alles aus anderen Quellen und von anderen Personen übernommene Material, das in der Arbeit verwendet wurde oder auf das direkt Bezug genommen wird, wurde als solches kenntlich gemacht. Insbesondere wurden alle Personen genannt, die direkt und indirekt an der Entstehung der vorliegenden Arbeit beteiligt waren. Mit der Überprüfung meiner Arbeit durch eine Plagiatserkennungssoftware bzw. ein internetbasiertes Softwareprogramm erkläre ich mich einverstanden.“

Ort/Datum

Unterschrift

Danksagung

Ich danke Frau Prof. Dr. med. Susanne Knake und Herrn PD Dr. med. Rüdiger Hörbelt für die Betreuung und Unterstützung dieser Arbeit. Ein großer Dank geht an Frau Prof. Dr. Anke Hermsen für die neuropsychologischen Expertise.

Ich möchte mich bei Wiebke Höltke bedanken für die Zusammenarbeit in den letzten Jahren und die damit entstandene Freundschaft.

Danke Prof. Dr. med. Andreas Hecker und meinem Lebensgefährten für die Motivation, Ratschläge und Hilfe zur Fertigstellung dieser Arbeit.

Bei meiner Familie möchte ich mich herzlich bedanken für die Möglichkeit Medizin studieren zu können und für ihre andauernde Unterstützung.