

Westfälische Hochschule Zwickau

Fakultät Physikalische Technik

Studiengang Biomedizinische Technik



Westfälische Hochschule Zwickau
University of Applied Sciences
HOCHSCHULE FÜR MOBILITÄT | UNIVERSITY FOR MOBILITY



KLINIKUM CHEMNITZ
gGmbH

Bachelorarbeit zum Thema:

„Elektromyostimulations-Krafttraining - Analyse der Effizienz und Wirkungen an Probanden und adipösen Patienten auf der Basis eines zu konzipierenden Studiendesigns“

Zur Erlangung des Grades Bachelor of Engineering

Name des Bearbeiters:	Rick Franke
Ausgabedatum:	29.06.2020
Abgabedatum:	24.08.2020
Mentor (WHZ):	Prof. Jens Füssel
Mentor (Klinikum):	Dr. med. Annegret Dörre

Autorenreferat

Das Ziel der vorliegenden Bachelorarbeit war es, die Wirkung und Effizienz von EMS- Training an Adipositas-Patienten zu untersuchen. Dafür wurde eine eigens angefertigte Studie im Klinikum Chemnitz am Standort Flemmingstraße durchgeführt. Als Zielgruppe waren übergewichtige bzw. adipöse Menschen festgelegt. Die Adipositas-Selbsthilfegruppe in Mittweida galt daher als Anlaufpunkt auf der Suche nach freiwilligen Probanden für die Studie. Die Teilnahme eines Schmerzpatienten erweiterte die Studie auf die Untersuchung des Wirkungsgrades der Trainingsmethode an Patienten mit chronischen Rückenbeschwerden. Die Studie umfasste dabei 5 auswertbare Adipositas Patienten, 2 freiwillige Probanden aus dem Klinikum sowie einen Schmerzpatienten. Die Studie deckte durchaus positive Tendenzen auf, die auch für Interessenten ohne Übergewicht ansprechend ist.

Abstract

The aim of this bachelor thesis was to investigate the effect and efficiency of EMS training on obese patients. For this purpose, a specially designed study was conducted at the Klinikum Chemnitz (Flemmingstraße) located. Overweight or obese people were defined as the target group. The adiposity self-help group in Mittweida was therefore regarded as the starting point in the search for volunteers for the study. The participation of a pain patient extended the study to include the examination of the effectiveness of the training method in patients with chronic back problems. The study included five evaluable obesity patients, two volunteers from the hospital and one pain patient. The study revealed quite positive tendencies, which is also appealing to interested parties without overweight.

Danksagung

Hierbei gilt es noch einen großen Dank an das Ärzte- und Schwesternteam der Mund- Kiefer- Gesichtschirurgie unter Leitung der Chefärztin Frau Dr. Dörre auszusprechen, die neben der Bereitstellung des EMS-Gerätes auch stets eine freundliche und zuverlässige Zusammenarbeit ermöglichten. Bei Fragen konnte man stets auf die Hilfsbereitschaft des Teams bauen. Auch die Teilnehmerinnen und Teilnehmer der Studie haben durch ihre Auskunftsbereitschaft und Mitarbeit meine Bachelorarbeit wesentlich mitgeprägt.

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	1
2. EMS Training	2
2.1 Begriffserklärung EMS	2
2.2 Anfänge der Muskelstimulation	2
2.3 Funktionsweise und elektrische Leitfähigkeit	3
2.4 Programmübersicht	4
2.5 Belastungsnormative	5
2.6 Erregungsphysiologie	9
2.7 Trainingsmethoden	10
2.8 Anwendung von EMS an Risikogruppen	11
2.9 Gefahren von Training	13
2.9.1 Kontraindikatoren	15
3. Themengebiet Adipositas	15
3.1 Verfahren zur Bestimmung der Körperzusammensetzung	16
3.1.1 BMI	16
3.1.2 WHR	17
3.2 Ausblick in die Zukunft	17
4. Methodik	18
4.1 Studienablauf	18
4.2 Probandenmerkmale	20
4.3 Vorgehensweise beim ersten Training	21
4.4 Trainingsprogramm	22
5. Ergebnisse	23
5.1 Individuelle Ergebnisauswertung der Studienteilnehmer	23
5.1.1 Ergebnisse Proband 1	24
5.1.2 Ergebnisse Proband 2	26
5.1.3 Ergebnisse Proband 3	27
5.1.4 Ergebnisse Proband 4	29
5.1.5 Ergebnisse Proband 5	31
5.1.6 Ergebnisse von Probanden im Klinikum	32
5.1.5 Analyse der Wirkung von EMS Training am Schmerzpatienten	34
5.2 Auswertung der Onlinebefragung	36

6. Gesamtdiskussion	37
7. Schlussfolgerung und Ausblick	39
8. Zusammenfassung	40
9. Literatur-/Quellenverzeichnis	42

Abbildungs- und Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Elektrische Leitfähigkeit einzelner Gewebe (Jenrich, 2000, S. 3)

Tab. 2: Übersicht zu Programmen mit dazugehörigen Parametern (miha bodytec, 2003, S. 18)

Tab. 3: OMNI Perceived Exertion Scale for Resistance Exercise (modifiziert nach Naclerio et al., 2011, S. 1880; Robertson et al., 2003, S. 334)

Tab. 4: Referenzbereiche für die Aktivität von Creatinkinase im Serum bei 37°C (Wiedemann, Wetzel et al., 1994, S. 267)

Tab. 5: Gewichtsklassifikation bei Erwachsenen mittels BMI (Deutsche Adipositas-Gesellschaft (DAG) e.V., modifiziert nach WHO, 2014, S. 15)

Tab. 6: Ablaufplan (eigene Darstellung)

Tab. 7: Ablaufübersicht der Trainingseinheit (eigene Darstellung, modifiziert nach Vatter et al., 2016, S. 55-76)

Abb. 8: Entwicklung des BMI von Proband 1 (eigene Darstellung)

Abb. 10: Entwicklung des BMI von Proband 2 (eigene Darstellung)

Abb. 11: Entwicklung Muskelmasse und Körperfett von Proband 2 (eigene Darstellung)

Abb. 12: Entwicklung des BMI von Proband 3 (eigene Darstellung)

Abb. 13: Entwicklung Muskelmasse und Körperfett von Proband 3 (eigene Darstellung)

Abb. 14: Entwicklung der Körperumfänge von Proband 3 (eigene Darstellung)

Abb. 15: Entwicklung des BMI von Proband 4 (eigene Darstellung)

Abb. 16: Entwicklung der Körperumfänge von Proband 4 (eigene Darstellung)

Abb. 17: Entwicklung des BMI von Proband 5 (eigene Darstellung)

Abb. 18: Entwicklung der Körperumfänge von Proband 5 (eigene Darstellung)

Abb. 19: Entwicklung des BMI von Probanden im Klinikum (eigene Darstellung)

Abb. 20: Entwicklung Muskelmasse und Körperfett von Probanden im Klinikum (eigene Darstellung)

Abb. 21: Entwicklung des BMI vom Schmerzpatienten (eigene Darstellung)

Abb. 22: Entwicklung Muskelmasse und Körperfett vom Schmerzpatienten (eigene Darstellung)

Abb. 23: Entwicklung des Gewichtes der adipösen Probanden (eigene Darstellung)

Abkürzungsverzeichnis

WHO	World Health Organization
BMI	Body-Mass-Index
e. V.	eingetragener Verein
EMS	Elektro-Muskel-Stimulation
GK EMS	Ganzkörper Elektro-Muskel-Stimulation
Hz	Hertz
kHz	Kilohertz
m ²	Quadratmeter
TENS	transkutane elektrische Nervenstimulation
µs	Mikrosekunde
ms	Millisekunde
RPE	Rate of Perceived Exertion
mV	Millivolt
µg/l	Mikrogramm pro Liter
µkat/l	Mikrokatal pro Liter
CK	Creatinkinase
CK-M	Muscle-type CK
CK-B	Brain-type CK
Ca	Calcium
K	Kalium
kcal	Kilokalorien
OMNI	Omnibus
kg	Kilogramm
g	Gramm
U/L	Unit/Liter
WHR	Waist-to-Hip-Ratio
BUF	Bauchumfang
OECD- Länder	Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung
BIA	Bioelektrische-Impedanz-Analyse
KW	Kalenderwochen

1. Einleitung

Adipositas stellt in der heutigen Gesellschaft eine weitverbreitete Krankheit dar. So bezeichnet die WHO es schon als globale Epidemie die allein in der europäischen Region rund 30 % bis 80 % der Erwachsenen betrifft und allein ein Drittel der Kinder schon früh an Übergewicht leiden [1, S. 13]. Die durch Adipositas resultierenden Gesundheitsproblematiken wie Diabetes, Herz-Kreislauf-Erkrankungen oder alltäglichen Einschränkungen stellen die Gesundheitssysteme vor großen Herausforderungen. So steigen die direkten Kosten durch Beanspruchung medizinischer Leistung um etwa 50 % bei Menschen mit einem BMI zwischen 35 und 40 gegenüber Normalgewichtigen [2, S. 1]. Durch diese alarmierende Entwicklung sind frühzeitige Präventionen und Therapiemaßnahmen unausweichlich. Daher werden vom Bundesministerium für Gesundheit frühzeitig Projekte wie "Let's go- jeder Schritt hält fit: Gesundheitswandern für Familie, Kids und KITAs" angeboten, bei denen Kindern und Erwachsenen geholfen werden soll, Gewicht abzunehmen [3, S. 1]. Angesichts des stetigen Wachstums an Adipositas-Patienten und den damit verbundenen Mehrkosten, sehen sich die Gesundheitssysteme in der Verantwortung, verschiedene Therapieformen anzubieten. Dabei sollen neben den üblichen Aufklärungskampagnen und medikamentösen Behandlungen auch Essumstellungen und Bewegungsaktivitäten als effektive Alternativen genutzt werden [4, S. 1]. Somit ist die Prävention gegen Adipositas zu einer der wichtigsten gesundheitspolitischen Ziele geworden. Aus diesem Grund wird sportliche Fitness und Bewegung wichtiger denn je. Wirft man einen Blick auf die Mitgliederentwicklung in Fitnessstudios, so wird eine positive Bilanz sichtbar. Der Industrieverband für Fitness und Gesundheit e. V. konnte 2012 ein steigendes Wachstum an Fitnessmitgliedschaften verzeichnen, welches bis heute anhält. Mit gesundheitsorientierten Konzepten wie Ernährungsberatung zur Gewichtsabnahme soll die voranschreitende Adipositas-Epidemie aufgehalten werden [5, S. 7]. Mit inbegriffen in dieser Statistik sind auch EMS Studios, die mit kurzem und gelenkschonendem Training werben. Die Teilnehmerzahlen in EMS Fitnessstudios wächst seit den letzten Jahren rasant an. So stieg die Mitgliederzahl von 2016 bis 2017 um 50.000 auf insgesamt 190.000 Teilnehmer [6 S. 1]. Diese Zahlen verdeutlichen den Anstieg an Bedeutung und Popularität von EMS-Training in der Bevölkerung. Durch die fünfzehnminütige Trainingsdauer unter Strom gilt diese Trainingsmethode als anerkannte Alternative zu konventionellem Krafttraining. Ersichtlich wird dies im direkten Vergleich. So soll mit einem 15 Minuten EMS Training eine bessere Leistungssteigerung erzielt werden als mit einem sechzigminütigem, konventionellem Krafttraining [7, S. 10]. Im Zuge dessen wurden viele Untersuchungen mittels EMS Training getätigt, jedoch ohne eine bestätigte Wirkung an adipösen Menschen. Daher werden mit einer eigens angelegten und entwickelten Studie die Effizienz und Wirkung von EMS Training an Adipositas-Patienten analysiert und ausgewertet.

2. EMS Training

In diesem Kapitel wird das Thema EMS-Training genauer erläutert und dargestellt, um sich ein solides Grundwissen anzueignen, worauf sich die anschließende Studie stützt. Zu Beginn erfolgt eine kurze Begriffserklärung mit darauffolgendem historischem Abriss. Anschließend ergibt sich eine Übersicht über die Funktionsweise, eine Programmmzusammenfassung samt Belastungsparametern für das Training und wichtigen Belastungsnormativen. Daraufhin wird die anatomische Erregungsphysiologie erläutert. Die Unterscheidung zwischen GK-EMS und lokaler EMS wird unter dem Teilkapitel 2.7 Trainingsmethoden analysiert. Am Ende des Kapitels werden Sicherheitsmaßnahmen in Form von Risikogruppen, Gefahren und Kontraindikationen aufgelistet.

2.1 Begriffserklärung des EMS Training

EMS steht für Elektromyostimulation und kommt aus dem Griechischen. „Elektro“ bedeutet Strom und beschreibt die Stimulationsart des Trainings. Aus der Silbe „myos“ ergibt sich das Wort Muskel, welches den Stimulationsort bestimmt. Die letzte Silbe „stimulatio“ kommt aus dem lateinischen und heißt übersetzt Reizung [8, S. 12]. Komplett übertragen ergibt EMS das Wort elektrische Muskelstimulation (Elektromyostimulation). Dabei werden mit niederfrequenten Impulsen kontinuierlich die Muskeln zur Kontraktion angeregt.

2.2 Anfänge der Muskelstimulation

Die ersten Behandlungen mit Strom gehen zurück in die Antike, als mit einem Zitterrochen Stromstöße bis 800 Volt nachgewiesen wurden. Bei Patienten, die an Gicht oder Kopfschmerzen litten, wurde das Tier auf die betroffene Stelle gelegt, so lange, bis der Schmerz aufhörte [9, S. 3].

Den ersten größeren Durchbruch erreichte Kratzenstein im 17. Jahrhundert. Mit einer Reibungselektrisiemaschine wurden rotierende Schwefelkörper als Reibungskörper genutzt, die sich bei Kontakt, mit beispielsweise einem nassen Tuch, aufgeladen haben [9, S. 3]. Der große Nachteil war die Dauer der Stromstöße, die nur eine kurzzeitige und spontane Muskelstimulation auslöste. Erst mit der Voltaschen Säule, genannt nach dem gleichnamigen Erfinder Volta, konnte 1799 eine Therapie mit unterbrochenem und ununterbrochenem Gleichstrom erfolgen [10, S.3]. Die Energie konnte nun gespeichert werden und löste die bis dahin Leydener/ Kleitschen Flasche ab, die wie ein Kondensator funktionierte, indem sich 2 elektrisch leitende Platten gegenüberstehen [9, S. 4]. Im 19. Jahrhundert kam es zum großen Durchbruch in der Elektromyostimulation. Durch die Herausgabe von Handbüchern (Duchenne, Erb) konnten explizite Reizpunkte am Körper angesteuert werden. Die erste Studie zur Topografie der Reizpunkte erfolgte unter Cohn an der Berliner Universität 1898

[10, S. 4]. In Paris wurde 3 Jahre später das erste Stimulationsgerät entwickelt, welches erfolgreich zur Behandlung von Neuralgien und Muskellähmungen eingesetzt wurde. Den Nachweis von Muskelaufbau bzw. Belastungssteigerung durch Stromtherapie konnten 1939 Forscher erstmals belegen. Als Probanden wurden Säugetiere genutzt, bei denen höhere Kontraktionskräfte der Skelettmuskulatur bei künstlicher Stimulation aufgezeichnet werden konnten als bei der willkürlichen Muskelkontraktion. Eine Studie aus dem Jahre 1971, geleitet von Dr. Yakov Kotz und Chwilon, belegt eine 10-30% höhere Maximalkraft nach nur wenigen Wochen Elektromuskelstimulationstherapie [9, S. 6]. In den 60er-Jahren findet sich auch die Entwicklung sogenannter TENS (transkutane elektrische Nervenstimulation) wieder. Ermöglicht durch weitere Fortschritte in der modernen Mikroelektronik, sind TENS auch heute noch sehr beliebt in der Reizstromtherapie [10, S. 5]. In der gegenwärtigen Zeit hat sich die Übungsform als ein zuverlässiges und wirksames Mittel zum Muskelaufbau im Rehabilitations- und Leistungssport etabliert [11, S. 240].

2.3 Funktionsweise und elektrische Leitfähigkeit

Beim EMS-Training werden die Muskeln bewusst mit elektrischen Reizen stimuliert. Das Anwendungsspektrum reicht von niedrigen Frequenzen (5-20 Hz) bis hin zu hohen Frequenzen (50-100 Hz). Je höher die Frequenz eingestellt wird umso höher die Anzahl der Impulse pro Sekunde und somit auch der Kontraktionsgrad der Muskeln [12, S. 36]. Das Training besteht aus einem Zusammenspiel von willkürlicher Kontraktion, also eigener Muskelarbeit, und dem externen elektrischen Stimulus, der vom EMS Gerät erzeugt wird. „In der Praxis spannt demnach der Trainierende die Muskulatur an oder er bewegt sie, wenn die Intensivierung des Reizes durch den aufgeschalteten elektrischen Stimulus erfolgt.“ [12, S. 36]. Dabei spielt die elektrische Leitfähigkeit einzelner Stoffe eine entscheidende Rolle. Unterschieden werden Leiter in erster und zweiter Ordnung sowie Nichtleiter. Alle Nichtleiter werden häufig als Isolatoren bezeichnet, da die elektrische Leitfähigkeit des Materials zu gering ist, wie beispielsweise Kunststoffe oder trockene Gase [45, S. 256]. Unter Leiter der ersten Ordnung fallen alle metallischen Stoffe, die keine Veränderungen aufzeigen, wenn Strom durch sie fließt [9, S. 10]. Entscheiden sind jedoch die Leiter der zweiten Ordnung, unter denen alle Elektrolyte fallen. Hier existiert keine einheitliche Stromrichtung. Der Ladungstransport der Moleküle verläuft hier vom negativ geladenen Pol (Kathode) zum positiv geladenen Pol (Anode). Ein bekanntes Beispiel für Leiter der zweiten Ordnung ist das Kochsalz. Sobald Salze in eine Flüssigkeit gegeben werden, lösen sich diese auf und bilden bei Molekülaufspaltung positive und negative Ionen [9, S. 10]. Der Mensch besteht zu ca. 70 % aus ionisiertem Wasser und zählt daher auch zu Leiter der zweiten Ordnung.

Tab. 1: Elektrische Leitfähigkeit einzelner Gewebe (Jenrich, 2000, S. 3)

Gute Stromleiter	Blut, Lymphe, Harn
Schlechte Stromleiter	Fettgewebe, Sehnen, Gelenkkapseln
Sehr schlechter Stromleiter	Verhornte Epidermis, Nägel, Haare

Die Haut ist ein sehr schlechter Leiter. Im Hinblick auf die Zusammensetzung der Epidermis kann der Strom leichter oder schwieriger in den Körper eindringen [13, S. 118]. Dies kommt auf die Oberflächenbeschaffenheit an, da bei trockener Haut der elektrische Widerstand höher ist als bei befeuchteter Haut [46, S. 168]. Hauptsächlich fließt der Strom jedoch über die Drüsenausführungsgänge, wie Talgdrüsen oder Schweißdrüsen, die eine gute Leitfähigkeit besitzen. Der Strom sucht sich anschließend den geringsten Weg des Widerstandes und wird über die Blut- und Lymphgefäße im Unterhautzellgewebe weitergeleitet [13, S. 118].

2.4 Programmübersicht

Mithilfe des EMS-Steuergerätes lassen sich verschiedene Programme im Menü auswählen und einstellen. Je nach Ausrichtung der Trainingseinheit stehen die verschiedenen Programme für individuelle Trainingsziele. Insgesamt sind 14 voreingestellte Programme im Speicher zu finden. Das Basistrainingsprogramm ist auf den ersten 4 Speicherplätzen voreingestellt und bildet den Einstieg in das miha bodytec Training. Alle 4 Basistrainingseinheiten arbeiten mit einer Frequenz von 85 Hz und einer Impulspause von 5 Sekunden bei 350 µs Pulsbreite [14, S. 17-18]. Die Dauer des Impulses variiert beim Basistraining 1 mit 2 Sekunden und den restlichen 3 Basisprogrammen mit 3 Sekunden. Die Dauer der Trainingseinheit kann sich von 10 bis maximal 20 Minuten unterscheiden. Einstiegsprogramme wie das Basistraining dienen zum langsamen Muskelaufbau bei gleichzeitiger Straffung des Bindegewebes.

Die 4 darauffolgenden Fortgeschrittenen Programme lassen eine höhere energetische Belastung der Muskeln durch längere Impulse von 4 Sekunden zu. Dadurch kommt es zur Steigerung des Grundumsatzes sowie zum erhöhten Muskelwachstum. Die Fortgeschrittenen Programme sind mit 85 Hz, Impulspausen von 4 bis 6 Sekunden, einer Pulsbreite von 350 µs und einer Dauer von 10 bis 20 Minuten eingespeichert [14, S. 17- 18]. Bei der Überschreitung der Trainingsdauer und Wiederholungen in einer Woche (>3-mal) kann es zu irreversiblen Schäden an Muskelfasern kommen. Daher ist auf die Einhaltung der Erholungs- und Regenerationsphasen zu achten [14, S. 17-18].

Programm 9 bis 11, eingespeichert unter Cellulite- Stoffwechselprogramm, dient auch der Gewichtsreduzierung. Jedoch gibt es bei dieser Trainingsform keinen kontinuierlichen Wechsel zwischen Impulspause und Stromfluss. Durch eine Frequenz von 7 Hz kommt es zum ständigen Stromfluss, der nur als sehr schwach wahrgenommen wird. Zielführend ist bei diesem Programm die Stoffwechselaktivierung und Straffung des Bindegewebes. Eine Dauer von 20 Minuten sollte auch hier nicht überschritten werden [14, S. 17-18].

Die Speicherprogramme 12-14 sind Entspannungsprogramme zur Durchblutungsförderung und Entspannung bei gleichzeitigem Stressabbau. Mit einer Frequenz von 100 Hz und einem Wechsel zwischen Impulspause und Impulsdauer von einer Sekunde arbeitet die Muskulatur nicht wahrnehmbar [14, S. 17-18].

Der Programmplatz 15 wird nicht belegt.

Die Speicherplätze 16 bis 20 sind frei manuell einstellbar für individuelles Training, sollten jedoch nur von geschultem Personal eingestellt werden, da es bei zu hohen Belastungsparametern schnell zur Überbelastung kommen kann [14, S. 17-18].

Tab. 2: Übersicht zu Programmen mit dazugehörigen Parametern (miha bodytec, 2003, S. 18)

Programmname	Dauer	Frequenz	Impulsdauer	Impulspause	Pulsbreite	Impulsart
Basis-Training 1-4	10-20 Minuten	85 Hz	2-3 Sekunden	5 Sekunden	350 µs	bipolar
Fortgeschrittene 1-4	10-20 Minuten	85 Hz	4 Sekunden	4-6 Sekunden	350 µs	bipolar
Cellulite 1-3 Stoffwechsel	10-20 Minuten	7 Hz	Dauer	Keine	350 µs	bipolar
Entspannung 1-3	5-10 Minuten	100 Hz	1 Sekunde	1 Sekunde	150 µs	bipolar
Freie Speicher- plätze	Regulier- bar	Regulier- bar	Regulier- bar	Regulier- bar	Regulier- bar	Regulier- bar

2.5 Belastungsnormative

Das EMS-Training besteht aus einem ständigen Wechsel zwischen Impulspause und Stromfluss. Verschiedene Belastungsparameter können den Grad der Beanspruchung beim Training regulieren und individuell angepasst werden.

Die Impulsdauer gibt die Zeit vor, in dem der elektrische Strom fließt. In dieser Zeitspanne werden die Muskeln zur Kontraktion gezwungen und in einem verkürzten Zustand gehalten. Diese kann von einer Sekunde bis hin zu 10 Sekunden oder gar einer dauerhaften Impulsstimulation eingestellt werden [8, S. 29-30]. Je länger die Impulsdauer umso niedriger muss die Intensität eingestellt werden, da es sonst zu größeren Muskelschäden kommt [60, S. 36]. Laut der Intensitäts-Zeit-Kurve wird mit geringstem Energieaufwand ein überschwelliger Reiz nach 2-5 ms erreicht [42, S. 143]. Kurze Impulse dienen zur Steigerung der Schnellkraft sowie zur Erhöhung der Kraftausdauer. Längere Impulse haben den Muskelaufbau als Schwerpunkt. Das Verhältnis zwischen Impulsdauer und Impulspause wird auch Duty Cycle genannt. Mit einer Gesamtdauer von 8 Sekunden mit 4 Sekunden Pause und 4 Sekunden Anspannungsphase entspricht einem Duty Cycle von 50 % und gilt als sehr effektiv [8, S. 29-30].

Gleichzeitig bestimmt die Impulsbreite die Länge des elektrischen Impulses. Je länger die Impulsbreite, umso tiefer dringt dieser in das Gewebe ein und steigert die Rekrutierung der motorischen Einheiten [61, S. 88]. Niedrige Impulsbreiten (50- 200 μ s) dringen nur sehr oberflächlich in das Gewebe ein. Deswegen wird diese häufig für sanfte Kontraktionen im Body-Relax-Programm genutzt. [8, S. 28]. Längere Impulsbreiten (200-300 μ s) dringen tiefer in das Gewebe ein. Es kommt zum überschwelligen Reiz, der eine Kontraktion der Muskeln auslöst. Für Stresspatienten ist dies sehr geeignet. Beim GK-EMS-Training werden Impulsbreiten von 300-400 μ s genutzt [61, S. 88]. Diese Zeit ist ausreichend, um in tiefere Gewebeschichten vorzudringen und diese zu stimulieren. Der Körper nimmt diese Impulse deutlich intensiver wahr. Höhere Impulsbreiten sind jedoch nicht empfehlenswert, da diese ein schmerzhaft stechendes Gefühl verursachen und damit das eigentliche Ziel, angenehmes Trainieren mit flüssigen Bewegungen, verfehlt wird [8, S. 28].

Die Impulsart beschreibt die Fließrichtung des elektrischen Stromes. Diese kann monophasisch sein, in dem der Strom nur in eine Richtung (Einstellung positiv oder negativ) fließt. Dies findet häufig in therapeutischen Behandlungen Anwendung, da der Stimulerradius sehr klein ist und nur kleine Muskeln angesprochen werden [61, S. 87]. Beim GK-EMS-Training wird mit biphasischen Impulsen trainiert. Die Ströme wechseln dabei die Richtung während des Impulses, sodass größere Muskelgruppen angesteuert und trainiert werden [8, S. 27].

Impulse können in verschiedene Formen eingeteilt werden. Neben den Sinus-, Rechteck- und Dreieckimpulsen gibt es auch Nadelimpulse, die besonders gut verträglich für den menschlichen Körper sind [10, S. 33]. Mit dem Impulsanstieg wird die Impulsform bestimmt. Diese sagt aus, in welcher Zeit der Impuls auf seinen Höchstwert, seinem sogenannten Peak, ansteigt. Der Anstieg kann mehrere Sekunden dauern oder gar nicht vorhanden sein.

Im EMS-Training wird mit Rechteckimpulsen gearbeitet [8, S. 27-28]. Durch Rechteckimpulse wird eine durchblutungssteigernde und schmerzlindernde Wirkung erzielt, die zielfördernd beim EMS-Training ist [42, S. 142]. Der Peak ist schon bei Beginn des Stromflusses vorhanden. So liegt die Anstiegszeit bei 0 Sekunden. Durch steile Anstiege und dem schnellen Wirkungseintritt des Impulses werden die besten Krafteffekte erzielt [42, S. 142]. Die Muskelfasern werden von Beginn an zur Kontraktion gezwungen, was die Effektivität sowie Schnelldkraft und Muskelaufbau steigert. Zu hohe Intensitäten können jedoch einen negativen Einfluss auf die flüssigen Bewegungsabläufe haben. Durch das sofortige Einsetzen des Peaks bei zu hoher Intensität kann es ohne Erfahrung zur Verkrampfung der Muskulatur kommen [8, S. 27-28]. Der Vorteil von längeren Anstiegszeiten ist es, dass sich der Körper besser an den Strom gewöhnen kann und es allgemein als angenehmer empfunden wird. Üblich dafür sind Trapez- oder Dreieckimpulse. Der Trainingseffekt ist durch den langsameren Impulsanstieg jedoch geringer [8, S. 27-28].

Die Impulsfrequenz gibt die Anzahl der Einzelimpulse pro Sekunde an, die während der Anspannungsphase auf den Körper treffen [61, S.88]. Sie ist damit ein direktes Maß für die Leistung des Gerätes [43, S. 360]. Jeder Einzelimpuls hat eine Einzelzuckung des Muskels zur Folge. Die Impulsfrequenz ist individuell am EMS-Steuergerät einzustellen und kann bei unterschiedlicher Frequenz zu unterschiedlichen Trainingszielen führen. Allgemein wird im niederfrequenten EMS Bereich ein Strom zwischen 10 und 200 Hz appliziert [9, S. 48]. So werden geringere Frequenzen (1-10 Hz) zur Durchblutungsförderung und Stoffwechselaktivierung genutzt. Höhere Frequenzen (50-90 Hz) führen zum vollständigen Tetanus des Muskels und stärken die Kraftausdauer, Schnelldkraft und Maximalkraft sowie den gesamten Muskelaufbau. Frequenzen über 100 Hz bis maximal 150 Hz werden ausschließlich bei TENS eingesetzt, die eine Detonisierung und Schmerzlinderung verursachen [8, S. 29].

Beim EMS-Training werden Ströme im Bereich von tausendstel Ampere verwendet [61, S. 89]. Neben der Impulsfrequenz ist daher auch die Impulsstärke ein wichtiger Belastungsparameter bei der Wahrnehmung der Intensität des Stromes. Der Schwellenwert bildet den Mindestwert an Stromintensität, welcher erreicht werden muss, um einen Reiz auszulösen [42, S. 139]. Die Stromintensität bestimmt daher den Grad der Rekrutierung der Nerven und Muskelfasern. Je höher die Impulsstärke eingestellt ist, umso intensiver findet auch die Muskelkontraktion statt. Die Stärke der Intensität lässt sich mit der RPE-Skala („ratings of perceived exertion“) regulieren [15, S. 1016]. Dies ist eine Schätzskala, welches eine subjektive Beanspruchungsintensität bei Trainierenden einschätzen lässt. „Diese Skala basiert auf psychophysikalischen und psychophysiologischen Prinzipien und Experimenten.“ [15, S. 1016]. Das menschliche Empfindungssystem funktioniert bei Überbelastung als Alarmsignal und kann vorzeitig auf Funktionsstörungen sowie Erkrankungen hinweisen [15, S. 1016].

Eine gute Abschätzung des Anstrengungsempfindens des Trainierenden erfolgt bei der Oberarmstimulation anhand der Reaktion von Fingern. Unter den Armgurten verlaufen unter anderem auch die Nervenbahnen von Finger- und Handgelenkbeuger. Sobald ausreichend Impulsstärke vorhanden ist, krümmen sich die Finger Richtung Handinnenfläche, genauso wie sich die Handgelenke zu krümmen beginnen [8, S. 31]. Die Borg-Skala war zu Beginn 1982 in 15 Stufen eingeteilt, welche von Stufe 6 bis 20 reichte. Anhand der Skala konnte durch die Multiplikation mit 10 die Herzfrequenz während der Belastung ausgerechnet werden. Daher konnte neben der objektiven Einschätzung auch eine subjektive und diagnostische Aussage getroffen werden [16, S. 1014]. Durch die Vielzahl der Stufen lies dies jedoch eine schwere Einschätzung zu, sodass es sich besonders für Laien als schwer umsetzbar erwies. Infolgedessen kam es zur Modifikation der Skala in 11 Stufen von 0 (extremely easy) bis 10 (extremely hard) die vor allem im US-amerikanischen Raum sehr populär ist [17, S. 1880], [18, S. 333-334]. EMS Training findet sich in der modifizierten RPE-Skala häufig zwischen Stufe 4 und 8 wieder. Für Einsteiger eignet sich sanftes Training zu Beginn. Dies fällt in den Bereich 4 bis 6 hinein. Anspruchsvolleres Training mit genügender Erfahrung findet sich im Bereich 7 bis 8 wieder. Hier ist jedoch Vorsicht vor einem möglichen Übertrainieren geboten [8, S. 31].

Tab. 3: OMNI Perceived Exertion Scale for Resistance Exercise (modifiziert nach Naclerio et al., 2011, S. 1880; Robertson et al., 2003, S. 334)

Modifizierte Borg Skala	
0	extremely easy
1	
2	Easy
3	
4	somewhat easy
5	
6	somewhat hard
7	
8	Hard
9	
10	extremely hard

Viele Autoren u. a. Löllgen [19, S. 300], Naclerio et al. [17, S. 1886] oder Robertson et al. [18, S. 1153] bestätigen die praktische Umsetzung der Skalen auf das subjektive Belastungsempfinden der Probanden beim Krafttraining.

2.6 Erregungsphysiologie

Um einen genauen Einblick in diese Form des Krafttrainings zu bekommen, gilt es, die Arbeitsweise der Bewegungsmuskulatur zu verstehen. Dabei werden körpereigene Prozesse ausgenutzt und lediglich durch das Training intensiviert. Jede Bewegung im menschlichen Körper entsteht in der Hirnrinde und wird über das zentrale Nervensystem willkürlich initiiert und weitergeleitet [8, S. 18-24]. Dieses sendet Reize über die efferenten Nervenbahnen an die Muskulatur. Durch die Reize wird der Muskel zur Erregung gezwungen und eine Bewegung resultiert aus diesem Vorgang. Lediglich die quergestreifte Muskulatur wird durch das EMS-Training angesprochen [9, S. 42]. Diese ist Teil des passiven Bewegungsapparates und steuert unter anderem die Stabilisierung der Körperhaltung sowie die Wärmeregulation. Da diese Muskelgewebeart mit dem Skelettknochen verbunden ist und passiv fungiert, kann diese als einzige willkürlich angesteuert werden. Anders wäre dies bei der Herzmuskulatur und der glatten Muskulatur, welche vom vegetativen Nervensystem kontrolliert wird und daher keine willkürlichen Kontraktionen folgen [58, S. 13]. Eine Muskelkontraktion ist von 2 wesentlichen Vorgängen geprägt. Zum einen spielt die Depolarisation eine große Rolle. Die Zellmembran besitzt in der Ruhephase ein negatives Spannungspotential von ca. -90 mV gegenüber der Umgebung. Sobald es zum Eindringen von Na^+ Ionen in den Muskel kommt, steigt das Spannungspotenzial auf einen positiven Wert von ungefähr +30 mV [8, S. 18-24]. Am Ende dieses Prozesses kommt es zur Ausschüttung von Ca^{2+} aus den Muskelzellen, welcher maßgeblich für die Kontraktion zuständig ist. Der zweite wichtige Vorgang ist die Repolarisation, bei der es noch während der Depolarisation zur Freigabe von K^+ Ionen kommt [62, S. 149-150]. Ziel ist die Wiederherstellung des Ruhemembranpotenzials, die vor der Kontraktion vorherrschte. Dieser kontinuierliche Ablauf wird auch zusammengefasst als Aktionspotential, indem der Muskel nicht erregbar ist. Beim EMS-Training bestimmt diese Phase, auch Refraktärzeit genannt, die maximale Frequenz von Impulsen, mit der die erregbare Muskelzelle stimuliert werden kann [8, S. 19].

Allem voran geht jedoch die Reizüberleitung, welche das Auslösen eines Aktionspotenziales erst ermöglichen kann [62, S. 150]. Grundlage bilden hier die Neurotransmitter. Diese Botenstoffe sind für die Reizweiterleitung über den synaptischen Spalt bis zur motorischen Endplatte nötig. Dabei wird ein elektrischer Impuls an der Membran der Postsynapse ausgelöst, woraufhin erst das Aktionspotenzial aktiviert wird. Ein wichtiger Transmitter sind in diesem Fall die Neuromodulatoren u.a. das Acetylcholin. Dieser chemische Botenstoff wird während der Reizübertragung am synaptischen Spalt moduliert und verstärkt. [47, S. 23-24]. Peter Gasser erklärt den Vorgang der Modulation in seiner Veröffentlichung „Neuropsychologische Grundlagen des Lehrens und Lernens“ wie folgt: „Diese Substanzen modulieren unsere psychische Befindlichkeit und unsere Stimmungen, sie << duschen >> sozusagen gewisse Berei-

che unseres Hirns“ [47, S. 26]. Genau dieser Mechanismus ist auch für das Krafttraining wichtig. Der Muskel benötigt eine Pause von 100- 200 Mikrosekunden, um eine Regeneration der Transmittersubstanz zu gewährleisten [62, S. 150]. Werden nun bei einer EMS-Trainingseinheit die Muskeln mittels Stroms stimuliert erfolgt dies nach dem „Alles oder Nichts Prinzip“. Ist die Stromstärke über der Schwellenstromstärke, kommt es zur Kontraktion der Muskelfasern [8, S. 18-24]. Dieser daraus resultierende, überschwellige Reiz wird jedoch nur über diesem Wert erreicht, da bei niedrigeren Stromstärken der Muskel in Relaxation bleibt. Der Strom aktiviert den Muskel jedoch nur indirekt. Die Reizschwelle der Nervenmembranen ist niedriger als die der Muskelmembranen. Somit wird der Reiz schon vorher ausgelöst, obwohl die Membranen der Muskeln noch keine Stimulation erfahren haben [8 S. 18-24].

2.7 Trainingsmethoden

Neben dem bekannten Ganzkörper EMS Training gilt lokales EMS Training als Alternative. Auch wenn beide Methoden nach demselben Grundprinzip wirken, gibt es substantielle Unterschiede, die beachtet werden müssen.

Lokales EMS Training

Eine lokale EMS-Trainingseinheit konzentriert sich auf den zu stimulierenden Muskel. Üblich sind dabei 2 Elektrodenpaare die aber, je nach Wunsch und Erwartungshaltung, auf bis zu 4 aufgestockt werden können [9, S. 8]. Dies erfordert aber ausreichend Kenntnis und nimmt dementsprechend auch mehr Zeit in Anspruch. Um eine physiologische Stimulation zu erzeugen, muss eine Elektrode an die Eintrittsstelle der motorischen Nerven platziert werden. Die zweite Elektrode dient als Gegenpol und wird über dem Muskelbauch aufgesetzt [9, S. 8].

Essenziell ist die Durchführung einer solchen Trainingseinheit. Durch die örtliche Begrenzung der Stromstimulation entfallen die hemmenden Einflüsse anderer Muskelpartien, was eine höhere Belastungsintensität bei gleichzeitig voranschreitender Ermüdung der Muskeln zur Folge hat [8, S. 49]. Muskuläre Dysbalancen können eine der Ursache für den unfachmännischen Umgang mit lokaler EMS sein. Um die Gefahr einer Überbelastung zu vermeiden, sind wichtige Kenntnisse in Anatomie sowie ausreichende Erfahrung unerlässlich, so dass bei richtiger Anwendung gezielt und effektiv Muskelpartien aufgebaut und sogar muskuläre Dysbalancen ausgeglichen werden können. [8, S. 49].

Mit 7000 € ist das GK-EMS Gerät um einiges teurer als lokale Stimulationsgeräte (80 €) [9, S. 8].

Das Ganzkörper-EMS-Training findet im Breitensport immer mehr an Bedeutung. Durch eine 20-minütige Trainingseinheit wird nicht nur die physische Fitness, sondern auch die eigene Leistungsfähigkeit gesteigert und gefestigt. Durch die sehr gelenkschonende Applikation können dies auch Personengruppen durchführen, die häufig andere Trainingsformen durch „orthopädischer Limitationen nicht mehr durchführen möchten oder können“ [20, S. 1].

Beim GK-EMS-Training werden die größten Muskelgruppen am Körper angesprochen. Eine Elektrodenweste mit 5 Elektrodenpaaren stimuliert gleichmäßig den Bauchbereich, die obere Brust, die Trapez- und Latissimus-Muskulatur sowie die Lendenwirbelsäule [9, S. 8]. Durch das Gurtsystem kann die Weste individuell angepasst werden. Des Weiteren umfasst die Ausstattung noch Arm-, Bein-, Gesäßgurte, die vor jedem Training am Körper zu befestigen sind [9, S. 8]. So können wahlweise 8 bis 10 Elektrodenpaare gleichzeitig angebracht werden [14, S. 1]. Die Elektrodenpaare sind so positioniert, dass Plus- und Minuspol parallel auf der gegenüberliegenden Körperseite liegen [8, S. 50-51]. Dies verspricht ein seitengleiches Training, wobei die schwächste Muskelpartie die Intensität und damit Belastungsgrenze vorgibt. Ein einseitiges Übertrainieren wird somit verhindert. Im Gegensatz zum lokalen EMS Training reichen hier anatomische Grundkenntnisse, da die Elektrodenflächen sehr groß sind und dadurch Reizpunkte an Muskeln und Nervenbahnen zweifellos getroffen werden. Vor der Benutzung muss die Befeuchtung der Elektrodenfläche erfolgen. Dies gewährleistet eine bessere Leitfähigkeit des Stromes [8, S. 50-51]. Durch das Steuergerät kann die Impulsstärke individuell an jede Muskelgruppe angepasst werden [14, S. 1]. Während des Trainings kann die Intensität noch allseits erhöht werden, um einen besseren Trainingserfolg sowie eine Belastungssteigerung zu erzielen. Eine Trainingseinheit sollte nicht länger als 30 Minuten umfassen. Die ständigen unwillkürlichen Kontraktionen der Muskeln durch Stromimpulse können schnell zu Überbelastungserscheinungen wie Müdigkeit führen. Des Weiteren werden durch Überbelastung nicht zwingend verbesserte Effekte sichtbar, so auch Dr. Heinz Kleinröder: „[...] eine zu lange Dauer (mehr als 30 Minuten) des GK-EMS (Body Transformer) bzw. eine zu hohe Intensität (zeigt sich z. B. an sehr hohen Kreatinkinasewerten) zu keinen verbesserten Effekten, sondern lediglich zu verlängerten Regenerationszeiten führen und damit unnötige Gefahren von Überbelastung bieten.“ [12, S. 36].

2.8 Anwendung von EMS an Risikogruppen

Die Anwendungsgebiete von EMS sind heutzutage breit gefächert. Durch das hohe Maß an nachgewiesener Effektivität bei gleichzeitig gelenkschonendem Training, gewann diese Trainingsform immer mehr an Bedeutung. Was einmal im Leistungssport angefangen hat, findet sich heute in vielen Fitnessstudios und Mikrostudios wieder [8, S. 10]. Da vorrangig der Mus-

kelaufbau und die Kraftsteigerung das primäre Ziel sind, werden immer mehr Anwendungsfelder geöffnet.

EMS nach längerer Ruhephase

Nach Operationen oder muskulären Verletzungen kommt es schnell zur Schwächung und später zum Abbau der Muskulatur, wenn diese nicht ausreichend beansprucht wird [63, S. 187]. Um den entgegenzuwirken werden häufig Rehasport oder alternative Trainingsmethoden verschrieben, die in der Regel sehr viel Zeit in Anspruch nehmen. EMS Training hat sich in den letzten Jahren immer mehr als zuverlässige Trainingsmethode zu muskelaufbauenden Prozessen nach längerer Ruhephase der Muskulatur etabliert. Das Training bietet durch die gelenkschonende Haltung und die kurzzeitige Belastung eine gute Alternative zu anderen Methoden [8, S. 13].

EMS zur Prävention von Sarkopenie

Eines der bedeutendsten geriatrischen Syndrome ist die Sarkopenie. Erhöhte Pflegebedürftigkeit sowie eingeschränkte Lebensqualität sind die Folgen [21, S. 19]. Ab dem 30. Lebensalter kommt es zum physiologischen Umbau des Körpergewebes. Von rund 0,3 % bis 1,3 % pro Jahr steigt der Umbau von Muskulatur in Fettgewebe [54]. Wird dabei nicht gehandelt mit sportlichen Aktivitäten oder anderen muskelaufbauenden Alternativen kommt es zum Muskelschwund um fast 50 % bis zum 80. Lebensjahr [54]. In einer Studie 2012 wurde eine Untersuchung zu den Effekten von GK-EMS-Training bei älteren Frauen durchgeführt. Die Studie zeigte „[...] signifikante Effekte auf Sarkopenieparameter und Körperzusammensetzung sportlich inaktiver, schlanker Frauen über dem 70. Lebensjahr.“ [53, S. 16] auf, die sich durch die Zunahme der Beinkraft verdeutlicht [53, S. 16].

EMS gegen Rückenbeschwerden

In mehreren Studien konnte der positive Effekt von GK-EMS zur Reduzierung der Rückenbeschwerden nachgewiesen werden. Dabei wurde 2002 bei 49 Probanden ein EMS-Training mit 10 Einheiten, zweimal wöchentlich durchgeführt. Bei 88,7 % der Teilnehmer kam es zur Beschwerdereduzierung, welches sich als effektive Alternative zu konventionellen Behandlungsmethoden bewährt [48]. Eine mögliche Ursache ist der geringe Muskelanteil im Lendenwirbelbereich, der häufig zu Rückenproblemen führen kann. Durch die hohe Eindringtiefe der Impulse wird die tiefergelegene Muskulatur trainiert und gezielt gestärkt, sodass es zur Besserung der Stabilität im Rücken kommt [49].

Linderung der Harninkontinenz

Ein weiteres geriatrisches Syndrom ist die Harninkontinenz. Ursache ist meist der ausfallende Reiz bei der Überleitung der Nervenimpulse zwischen Gehirn, sakralem Miktionszentrum, Rückenmark und der Blase. Darüber hinaus kann auch ein Defekt des Blasenmuskels vorliegen oder bei den Schließmuskeln, die den Blaseninnendruck nicht standhalten [50, S. 18]. In einer Studie von 2002 wurde die Wirkung von EMS Training auf Harninkontinenzbeschwerden analysiert. Dabei wurde von 17 Probanden 53 % beschwerdefrei bzw. kam es zur Verringerung des Beschwerdebildes [51].

EMS als Sekundärprävention bei kardiologischen Patienten

In einem 6-monatigem Trainingsprogramm konnte die Wirkung von EMS Training bei 15 Patienten mit Herzinsuffizienz analysiert. Als Ergebnis konnte eine 96%ige Steigerung der Sauerstoffaufnahme an der anaeroben Schwelle bei gleichzeitigem Muskelaufbau von 14 % ohne Gewichtszunahme [52]. Objektive Leistungssteigerung und Optimierung muskelphysiologischer und metabolischer Parameter machen EMS Training zu einer zuverlässigen Applikation bei Patienten mit Herzinsuffizienz [52].

2.9 Gefahren von EMS Training

Das Krafttraining unter Strom gewinnt immer mehr an Beliebtheit und stellt mittlerweile eine zuverlässige Alternative zum konventionellen Training dar. Doch die Applikation unter Strom stellt einige Gefahren dar. Eine kritische Haltung besitzt Prof. Dr. med. Stefan Knecht, der Chefarzt der Klinik für Neurologie, der die zusätzliche Belastung für den Muskel als Verstärkung des Belastungsimpulses als eher gefährlich einschätzt, weiter: „Bei intensivem Training gehen aber auch viele Muskelzellen zugrunde, was sich in Muskelschmerzen äußert und am Anstieg der Kreatinkinase (CK) im Blut ablesbar ist.“ [22, S. 1]. Die Kreatinkinase ist ein wichtiges Enzym, welches zur Energiebereitstellung der Zellen in den Muskeln zuständig ist. Das Enzym ist in verschiedene Isozyme aufgeteilt u. a. die klinisch relevantesten CK-M (muscle) und CK-B (brain). Die Creatinkinase ist deshalb ein wichtiger Parameter für das EMS-Training, da es Aufschluss über einen möglichen Zerfall der Skelettmuskulatur gibt und ob damit zusammenhängend eine Überbeanspruchung vorliegt [23]. Typische Merkmale eines Übertrainings drücken sich in Form von Unlust, verspannte Muskeln oder erhöhter morgendlicher Ruhepuls aus. Daher sind Ruhephasen zwischen den körperlichen Beanspruchungen essenziell [24, S. 65].

Tab. 4: Referenzbereiche für die Aktivität von Creatinkinase im Serum bei 37°C (Wiedemann, Wetzel et al., 1994, S. 267)

Altersgruppen	Normalbereich in $\mu\text{kat/l}$
8. Lebensjahr-18. Lebensjahr	0,24-5,48
19. Lebensjahr-60. Lebensjahr (männlich)	0,47-4,43
19. Lebensjahr-60. Lebensjahr (weiblich)	0,30-3,25

Kommt es zu einer Schädigung der quergestreiften Muskulatur, so können einzelne Enzyme wie bspw. Kreatinkinase freigesetzt werden und in den Blutkreislauf gelangen. Bei einer gesunden Muskelzellmembran kann es, aufgrund der Molekülgröße der Enzyme, zu keiner Ausschüttung kommen. Nach größeren Muskelschäden wie einem Herzinfarkt oder nach einer EMS-Trainingseinheit kann der CK-Spiegel deutlich ansteigen. Eine klare Aussage über belastbare Grenzwerte gibt es nicht [25]. Bei Leistungssportlern existiert eine hohe Variabilität bei CK-Werten nach dem Sport. „In Einzelfällen sind CK-Werte deutlich über 1000 U/L möglich.“ [64, S. 344]. Dieser kann nach einem sehr intensiven Krafttraining, wie es beim EMS-Training der Fall ist, bis auf das Vierfache des Referenzbereiches ansteigen. In einer veröffentlichten Studie von Kemmler, Teschler, Bebenek und von Stengel [65] wurde der CK-Wert bei Probanden ohne EMS-Trainings Erfahrung untersucht. Dabei wurde ein Anstieg auf das 117fache des Normalwertes ($28.545 \pm 33.611 \text{ IE/l}$) nach einer 20minütigen Trainingseinheit registriert. Trotz dieses hohen Wertes wurde keine gesundheitliche Gefährdung erfasst. Nach 10wöchiger Trainingseinheit sank der CK-Wert nach einer Trainingseinheit auf die übliche Belastungsgrenze bei konventionellem Krafttraining auf unter 1000 U/l. Der Grund ist die wissentliche Schädigung der Muskeln, um das Wachstum anzuregen. Regulär sinkt die Creatinkinase im Blut schnell wieder ab. Deswegen sind die Regenerationszeiten, auch „Repeated Bout Effekt“ genannt, allgegenwärtig und müssen stets eingehalten werden. [8, S. 44]

Ein weiterer potenzieller Gefahrenbereich obliegt bei der Niere. Bei einer sogenannten Crush-Niere kommt es aufgrund der hohen Ausschüttung von Myoglobin zu einer toxischen Reaktion mit dem Nierengewebe [55, S. 35]. Die nephrotoxische Wirkung verursacht einen Anstieg des Myoglobinanteil im Blut. Referenzwerte für den Myoglobinanteil sind bei Männern $< 55 \mu\text{g/l}$ und bei Frauen $< 35 \mu\text{g/l}$ [55, S. 34]. In der Studie von Kemmler, Teschler, Bebenek und von Stengel stieg der Anteil um fast das 40-Fache nach Erstanwendung bei den Probanden an. Der Peak stellte sich erst nach 2 bis 3 Tagen heraus [56, S. 427-435]. Trotz der erhöhten Werte konnte keine gesundheitliche Gefährdung beobachtet werden. Dies sollte nicht unterschätzt werden, da Trainierende mit Vorerkrankungen eine weitaus höhere Gefährdung ausgesetzt sind [56, S. 427-435].

2.9.1 Kontraindikatoren

Wie bei vielen Anwendungen am Körper gilt auch bei einer EMS-Trainingseinheit die Tauglichkeit eines jeden Probanden vorab zu überprüfen. Deshalb wird vor dem ersten Training eine ärztliche Voruntersuchung empfohlen, um eventuelle Vorerkrankungen auszuschließen. Es folgt eine Auflistung von Kontraindikatoren für das EMS Training [8 S. 36-40], [59].

- | | |
|---|---------------------------------------|
| - Herzschrittmacher | - bakterielle Infektionen |
| - Metallimplantat | - Hautunverträglichkeiten (Allergien) |
| - Schwangerschaft | - Epilepsie |
| - Offene Hautverletzungen | - akute Herzrhythmusstörungen |
| - schwere Ausprägung von Diabetes mellitus | - unbehandelter Bluthochdruck |
| - Kürzlich durchgeführte Operationen (Genesungsdauer von 6- 8 Wochen) | |

3. Themengebiet Adipositas

Übergewicht bzw. Adipositas ist in der heutigen Gesellschaft ein weitverbreitetes Thema, welches viele vor ein Leben mit Einschränkungen stellt. Adipositas ist ein Synonym des gebräuchlichen Wortes der „Fettleibigkeit“ und leitet sich aus dem lateinischen „adepts“ (Fett) ab [29, S. 7]. Die krankhafte Vermehrung der Fettmasse kann „genetische, psychische, sozio-ökonomische und endokrine Ursachen“ [30, S. 3] haben. Meist ist es die individuelle Essgewohnheit, welche dem Körper massiv zusetzt. Dabei liegt dem Körper eine langfristig und gestörte Energiebilanz zugrunde. Wird regelmäßig ein Überschuss an den täglich benötigten Kalorien dem Körper zugestellt, so lagern sich diese in Form von Fett an [26, S. 64]. Fettzellen, sogenannte Adipozyten, dienen als Reservoir, auf dem bei Bedarf zugegriffen werden kann. Das Fettgewebe wird hauptsächlich in 2 Hauptgruppen zwischen braunem und weißem Fettgewebe unterteilt. Das weiße Fettgewebe ist primär am Körper verteilt und macht 10-25 % des Körpergewichts beim Erwachsenen aus [26, S. 64]. Dieses dient u. a. als Speicherfett und wird abgebaut, wenn der Körper Energie benötigt, diese aber nicht in Form von gegenwärtiger Nahrungsaufnahme bereitgestellt wird. Daneben zählt auch Baufett als Untergruppe von weißem Fett. Dieses Gewebe erfüllt mechanische Aufgaben, um beispielsweise „Organe in ihrer Position zu halten, und trägt auch zur geschlechterspezifischen Körpergestaltung bei.“ [27, S. 28]. Braunes Fettgewebe hingegen dient zur Bereitstellung von Wärme. Der Grund dafür ist das Zytoplasma, dieses ist „reich an Mitochondrien, die durch ihre spezielle Enzymausstattung der Wärmebildung dienen.“ [27, S. 29]. Dem hohen Maß an Nahrungszunahme liegt auch der Gesamtenergieumsatz gegenüber. Dieser steuert den Verbrauch und Nutzung von vorhandenen Energiereservoirs, die durch Nahrungsaufnahme zugeführt werden. Unterteilt wird dies in den Ruheenergieumsatz, welcher nicht beeinflusst

bar ist und durch Faktoren, wie Alter und Geschlecht, unterschiedlich ausfallen kann, und weiter in die Thermogenese, worin alle aktiven Bewegungen vom Körper hineinfallen [30, S. 5].

Mit dieser gesundheitlichen Problematik korrelieren auch viele Krankheiten, die zu einem hohen Morbiditäts- und Mortalitätsrisiko führen. Durch den bedeutend hohen Anteil an Fettmasse kann es zu Störungen des Kohlenhydratstoffwechsels kommen, der neben Diabetes Typ 2 auch eine Insulinresistenz verursachen kann. Gleichzeitig sind chronische Inflammation, Störungen der Hämostase oder hormonelle Störungen (Einschränkung der Fertilität) Begleiterscheinungen bei Adipositas [57, S. 7]. Das zusätzliche Gewicht kann auch degenerative Erkrankungen des Bewegungsapparates hervorrufen. Durch die Überbeanspruchung kommt es schnell zu Arthrosen, die den Gelenkverschleiß fördern und dadurch einen voranschreitenden Abbau der Knorpelmasse nach sich zieht. Aber nicht nur Gelenke, sondern auch essenzielle, tragende Konstruktionselemente wie die Wirbelsäule kann dadurch beeinträchtigt werden. Konkludierend kann es zum erhöhten Schlaganfallrisiko sowie koronare Herzkrankheiten kommen, die durch eine massive Schädigung des kardiovaskulären Systems anfallen [29, S. 5-7].

3.1 Verfahren zur Bestimmung der Körperzusammensetzung

Um eine Beurteilung der Körperzusammensetzung zu erlangen, ist es wichtig, mit aufnehmbaren Messwerten diese zu errechnen. Mit den Kennzahlen lassen sich beispielsweise Aussagen über Körpergewicht und Fettverteilungsmuster treffen.

3.1.1 BMI

Der BMI ist eine internationale Angabe, die eine Klassifikation und Bewertung des Körpergewichts in Relation zur Körpergröße zulässt. Definiert ist der BMI durch:

$$\frac{\text{Gewicht in kg}}{\text{Körpergröße in m}^2} \quad (1)$$

Tab. 5: Gewichtsklassifikation bei Erwachsenen mittels BMI (Deutsche Adipositas-Gesellschaft (DAG) e.V., modifiziert nach WHO, 2014, S. 15)

Kategorie	BMI [kg/m ²]	Risiko für Folgeerkrankungen
Untergewicht	<18,5	Niedrig
Normalgewicht	18,5-24,9	Durchschnittlich
Übergewicht	≥25	Gering erhöht

Adipositas Grad I	30-34,9	Erhöht
Adipositas Grad II	35-39,9	Hoch
Adipositas Grad III	≥40	Sehr hoch

Der BMI verschiebt sich mit voranschreitendem Alter nach oben. Übliche BMI Werte für entsprechende Altersgruppen sind für Erwachsene mit Ende 30, Anfang 40 Jahren ca. 21-26. Sollte das Alter höher als 64 sein, so verschiebt sich der BMI in Richtung 24 bis 29. Grund ist der altersbedingte Abbau der Muskelmasse bei gleichzeitig ansteigendem Fettanteil, sodass bei der Interpretation des BMI das Alter eine sehr wichtige Rolle spielt [29, S. 7].

3.1.2 WHR

Eine weitere Möglichkeit zur Einschätzung der Körperzusammensetzung ist der WHR (Waist-to-Hip-Ratio). Der Quotient aus Taille und Hüfte gibt Aufschluss über die Fettverteilung am Körper. Dieser ist auch ausschlaggebend für ein mögliches Gesundheitsrisiko, welches vom Fettverteilungsmuster abhängig ist. Mit abdominaler Fettansammlung ist gleichzeitig ein höheres Gesundheitsrisiko durch die Verfettung viszeraler Organe gegeben als bei gluteofemorale Fettansammlung [31, S. 61]. Um neben einer visuellen Begutachtung eine genaue Zahl des Fettverteilungsmusters zu bekommen, wird von dem stehenden Patienten der Taillenumfang (zwischen Rippen und Becken) und Hüftumfang (am Trochanter major) gemessen. Aus diesen beiden Werten wird der Quotient genommen. Um ein gesundheitliches Risiko, ausgehend von der Fettmasse, auszuschließen, sollte der WHR bei Frauen $\geq 0,85$ und bei Männern $\geq 1,00$ sein [29, S. 7]. Der BUF, ähnlich dem WHR, gibt Aufschluss über das viszerale Fettdepot am Körper. Sollte der BUF bei Frauen ≥ 88 cm und bei Männern ≥ 102 cm liegen, so wird von einer abdominalen Adipositas gesprochen. Häufig ist jedoch bei adipösen Menschen keine Taille zu erkennen, daher sind diese Methoden messfehlerbehaftet und kommen in der Praxis nur selten zum Einsatz [32, S. 18].

3.2 Ausblick in die Zukunft

Adipositas ist eine sehr verbreitete Krankheit in den heutigen Industrieländern und gilt nicht umsonst als eine der häufigsten Volkskrankheiten. Dies wird in einer Statistik über den prozentualen Anteil von fettleibigen Erwachsenen, die in den ausgewählten OECD-Ländern leben, deutlich. Hier gibt es in fast jedem Land einen kontinuierlichen Anstieg von Adipositas-Patienten seit 1990. Den größten Anstieg hat dabei die USA zu verschreiben. Dieser ist von 1990 bis 2015 um fast 16 % angewachsen auf einem Gesamtanteil von 38,2 %. Zweiten Platz belegte Mexiko mit rund 33,3 % vor Neuseeland mit 31,6 % [33]. Aber nicht nur in anderen Ländern sind diese Zahlen beunruhigend. In Deutschland kam es in diesem Zeitraum

zu einem Wachstum von 11,6 % auf 23,6 %, sodass Deutschland über dem Schnitt aller OECD Länder liegt (19,4 %) [33]. Schaut man nun einmal genauer nach Deutschland, so wird deutlich, dass der prozentuale Anteil an adipösen sowie übergewichtigen Männern deutlich höher ist als bei Frauen. Von 2005 bis 2013 ist die Menge an übergewichtigen Frauen ein wenig angestiegen auf 43,4 %, welcher dann 2017 wieder auf 43,1 % gefallen ist. Diese Tendenz zeigt sich bei Adipositas hingegen nicht. Hier kam es seit 2005 zu einem konstanten Wachstum auf bis zuletzt 14,6 % [34]. Bei Männern in Deutschland ist eine extremere Entwicklung zu erkennen. Seit 2005 steigt die Anzahl an übergewichtigen Männern konstant an bis auf zuletzt 62,1 % (2017). Dies sind fast 20 % mehr Männer, die an einem BMI über 25 leiden, als Frauen. Das gleiche Bild zeigt sich auch bei adipösen Männern. In den letzten 15 Jahren stieg der Anteil an männlich erkrankten Adipositas-Patienten um fast 4 % auf 18 % an [35]. Wird dieser Trend so fortgefahren, kann es laut Hochrechnungen dazu kommen, dass 2040 die Hälfte der Weltbevölkerung an Adipositas, also einem BMI über 30, leidet.

4. Methodik

In diesem Kapitel wird die Vorgehensweise der Studie erklärt. Dabei werden von der Planung bis zur Umsetzung der Trainingseinheiten alle Schritte erläutert. So soll aufgezeigt werden, wie sich die Studie im Laufe der Zeit aufgebaut hat und welche Probandenmerkmale für die Studie ausschlaggebend waren. Zum Schluss des Kapitels wird das eigens angefertigte Trainingsprogramm kurz vorgestellt.

4.1 Studienablauf

Die Studie wurde in 3 Phasen eingeteilt. Die Vorbereitungsphase bildete die erste Einheit. Hier wurde aus seriösen Quellen sowie von geschultem Personal zuverlässige Informationen zum Thema EMS geholt. Ziel der Informationsbeschaffung war es, einen Überblick über mögliche Risiken sowie über den Ablauf einer Trainingseinheit zu bekommen, welches dann später selbst angewendet werden kann. Dabei wurden auch Probetrainingseinheiten in 2 verschiedenen EMS Studios gemacht, um sich in die Lage der Probanden hineinzuversetzen. Durch die individuelle Wahrnehmung von Strom am menschlichen Körper kann keine genaue Obergrenze für alle festgesetzt werden. Daher war es wichtig, die persönliche Schmerzgrenze während des EMS-Trainings zu erproben, um diese auf die Probanden anzupassen. Gleichzeitig konnten neue Erfahrungen mit der Regulierung des Stromes gemacht werden, welche für die späteren Trainingseinheiten essenziell waren. Außerdem wurde mit dem marktführendem Hersteller -miha bodytec- in Kontakt getreten, um noch weitere Informationen wie technische Daten, Warnhinweise und auch Bedienungshinweise zu erlangen. Die Erstellung der Probandeninformation wurde mithilfe einer Vorlage der Uni Ulm getätigt

[36]. Diese beinhaltet die Aufklärung zum Ablauf der Studie, ein Informationsblatt zum Thema EMS, mögliche Kontraindikatoren, die Einverständniserklärung zum Datenschutz sowie die Freiwilligkeit der Teilnahme an der Studie. Das Informationsblatt wurde aus zuvor erlangtem Wissen und anderen Internetquellen zusammengefasst. Die Vorbereitungsphase erstreckte sich über 2 Monate und wurde mit einem selbstständigen Training an mir selbst beendet. In diesem konnten erarbeitete Übungen durchgeführt und die Grenze der Belastbarkeit ausgetestet werden. Im zweiten Stadium standen die Probandenrekrutierung sowie Beginn der Studie als Ziel fest. Dabei wurden Listen in der Mund- Kiefer- und Gesichtschirurgie verteilt in denen sich freiwillig Schwestern und Ärzte eintragen konnten, die Interesse am EMS-Training haben, worauf sich 4 freiwillige Probanden meldeten. Vor dem ersten Training mussten die Probanden die oben genannten Einwilligungserklärung unterschreiben und sich einem Gespräch unterziehen. In diesem wurde der Ablauf sowie die gesamte Studie mit deren Inhalt, Vorgehensweise und Zielen erläutert. Die Probanden konnten an dieser Stelle Fragen stellen. Insgesamt umschloss die zweite Phase 6 Wochen mit anschließender Ausweitung der Studie auf adipöse Patienten. Anfang Dezember folgte die dritte und letzte Periode, die Interventionsphase. In dieser Zeit wird die eigentliche Zielgruppe, also Adipositas-Patienten, angesprochen. Die Adipositas-Selbsthilfegruppe in Mittweida bildete den Grundstein der Studie. Hierin kam es zur Vorstellung der Studie mit deren Zielen und Abläufen. Schematisch lief die Vorgehensweise identisch wie bei der Probandenrekrutierung. Die Interventionsphase verlief 15 Wochen mit einem wöchentlichen Training für jeden Studienteilnehmer.

Zu Beginn der Studie wurde den Studienteilnehmern die Wahl gelassen, sich einer Blutentnahme unterziehen. Diese versprach der Studie zusätzliche Messwerte sowie weitere Belastungsparameter und deren Veränderungen durch EMS-Training. Nach jeder Trainingseinheit wurden weitere Messwerte wie Gewicht und Körperumfänge vom Teilnehmer genommen. Zudem musste der Proband beim wöchentlichen Treffen einen Fragebogen ausfüllen, der auf mögliche psychische Veränderungen eingeht. Am Ende zählte die Studie 6 Leute mit adipösen Tendenzen sowie einen Schmerzpatienten mit Rückenbeschwerden und 3 freiwillige Probanden aus dem Klinikum Chemnitz. Im Anschluss der Studie wurden die Messwerte ausgewertet und ein kleines Resümee der Teilnehmer anhand eines Onlineumfragebogens (umfrageonline.com) gezogen. In dieser können die Studienteilnehmer die Trainingseinheiten und Betreuung bewerten und auf mögliche Veränderungen am Körper aufmerksam machen. Alle aufgenommenen Messwerte werden in der Nachbereitung statistisch ausgewertet und veranschaulicht dargestellt. Die Studie sollte ursprünglich bis April anhalten, dies wurde aufgrund der gegenwärtigen Corona-Pandemie jedoch untersagt.

Tab. 6: Ablaufplan (eigene Darstellung)

KW	Tätigkeiten
September/Oktober 36-42	• Informationsbeschaffung über EMS • Abläufe von Trainingseinheit erstellt • Durchführung von EMS Training am eigenen Körper • Erstellen von Informationsblättern und Datenschutzerklärungen
Oktober/November 43-48	• Probandenrekrutierung im Klinikum • Aufklärung der Probanden • erste Trainingseinheiten mit Probanden • Vorbereitung auf Erweiterung der Studie mit adipösen Teilnehmern
Dezember/März 49-11	• Anfrage auf Interesse bei Selbsthilfegruppe • Aufklärung der restlichen Studienteilnehmer • Durchführung von Trainingseinheiten mit Probanden und adipösen Teilnehmern
Ab März	• Nachbereitung

4.2 Probandenmerkmale

Voraussetzung für die Teilnahme an der Studie ist es, dass alle Studienteilnehmer aus der Selbsthilfegruppe einen BMI > 30 haben, um die erste Stufe der Adipositas aufzuweisen. Keiner der Studienteilnehmer hat schon einmal Berührungspunkte mit EMS-Training gehabt. Dadurch waren alle Probanden Anfänger, die keinerlei Erfahrungen mit in die Studie brachten. Mit dem Basistraining wurde begonnen und je nach Fortschritt, Belastungsgrenze und Vertrauen mit voreingestellten Programmvarianten weiterverfahren. Die Probanden waren hauptsächlich weibliche Personen mit Ausnahme von 2 männlichen Studienteilnehmern. Das Durchschnittsalter lag bei 49 Jahren begonnen bei 30 Jahren und endete bei 65 Jahren. Kontraindikatoren, die das EMS-Training nicht möglich machen würden, beispielsweise Herzschrittmacher, offene Hautverletzungen, bakterielle Infektionen usw., konnten durch die Einverständniserklärung schon vorab ausgeschlossen werden. Probanden, die erst kürzlich eine Operation aufgrund ihres Übergewichtes durchlaufen haben, konnten nach genügender Genesungszeit und dem Einverständnis des betreuenden Arztes an der Studie teilnehmen (vgl. Abschnitt 2.9.1 Kontraindikatoren). Die Trainingszeiten beschränken sich vorerst auf einmal wöchentlich mit individueller Terminlegung. Durch die Teilnahme eines Schmerzpatienten konnte die Effizienz von EMS-Training auf einen weiteren Applikationsbereich der Schmerztherapie ausgeweitet werden.

4.3 Vorgehensweise beim ersten Training

Sobald die Zustimmung und das Aufklärungsgespräch abgeschlossen sind, kommt es zur ersten Trainingseinheit. Zu Beginn werden Größe und Gewicht aufgenommen, um den BMI zu überwachen. Zusätzlich konnte eine Körperanalysewaage für die Studie angeschafft werden, die nach der bioelektrischen Impedanzmessung verfährt und neben Körperfett, Knochengewicht und Körperwasser auch die Muskelmasse dokumentiert. Bei der BIA-Methode wird der elektrische Wechselstromwiderstand im Körper gemessen. Mit einem Wechselstrom von 50 kHz tritt der Strom an den Fußsohlen ein und erfährt durch unterschiedliche Gewebearten im Körper mit deren individuellen Widerständen eine Differenz am Austrittspunkt. Ein- und Austrittspunkt bilden die Fußsohlen. Die Waage misst dabei den Wechselstromwiderstand und die Phasenverschiebung des Stromes, wodurch die Gewebeanteile im Körper ermittelt werden [39, S. 27]. Da diese Funktion nur für ein Gewicht unter 100 Kilogramm konzipiert ist, ist dies nur bei einigen Probanden möglich gewesen. Dazu wurde regelmäßig der Hüftumfang und Taillenumfang gemessen. Aus diesen Messwerten wurde der Quotient ermittelt, der Aufschluss über den WHR (Waist-to-Hip-Ratio) gibt. Vorab konnte durch eine Physiotherapiepraxis einige Trainingsutensilien besorgt werden, welche neben mehreren Isomatten auch dehnbare Fitnessbänder und einen mini Gymnastikball umfasste. Die Trainingsausrüstung bestand aus Arm- und Beingurten sowie einem Hüftgurt und der Elektrodenweste. Diese mussten vor der Trainingseinheit ausreichen bewässert werden, um die elektrische Leitfähigkeit zu verbessern und aufgrund der niedrigen Stromstärke auch die Hautbarriere zu durchdringen. Der Teilnehmer musste unter der Weste und den Gurten eine zugelassene EMS-Trainingskleidung tragen. Diese musste eng am Körper liegen und keine Überlappungen zwischen Hose und Oberteil aufweisen. Durch das Baumwoll-Elasthan-Gemisch ist die Trainingskleidung sehr dehnbar und flexibel bei der Anpassung am Körper. Auf dem Trainingsanzug wird der befeuchtete EMS-Anzug gelegt. Durch Gurte an den Seiten kann der Anzug auf den Körper ausgerichtet werden. Ein Verbindungsstück an der Weste verknüpft diese mit dem Steuergerät. Das Steuerelement reguliert die Gesamtstromstärke und einzelnen Intensitäten der Elektrodenpaare.

Empfehlenswert ist vor dem Training die ausreichende Zunahme einer kohlenhydratreichen Mahlzeit und einer angemessenen Flüssigkeitsaufnahme, da die Beanspruchung auf die Muskeln sehr intensiv und energiebedürftig ist. Bei den ersten Trainingseinheiten muss auf die individuelle Stromempfindung der Teilnehmer geachtet werden. Durch zu schnelles Erhöhen der Stromintensität können Schmerzen entstehen, welche viele als Nadelstiche empfinden. Daher wurde schrittweise jede Muskelgruppe durch stufenweisen Anstieg des Stromes stimuliert. Der Wechsel zwischen Stromstößen und Impulspausen lässt sich je nach Einstellung des Programmes variieren. Zu Beginn wurde ausschließlich mit dem Basispro-

programm gearbeitet, welches eine Impulsdauer von 2 Sekunden mit jeweiligen 5 Sekunden Pause vorschreibt. Während dem kontinuierlichen Wechsel musste der Teilnehmer unterschiedliche Übungen, die der Trainer vormachte, einheitlich übernehmen. Die Trainingseinheit dauerte üblich nur 15 Minuten und wurde mit einer Steigerung der Muskelaktivität beendet. Die Trainingsprogramme mit den entsprechenden Belastungsnormativen konnten auf einer Chipkarte im Steuergerät gespeichert und bei der nächsten Trainingseinheit wieder aufgerufen werden.

4.4 Trainingsprogramm

Die Übungen der Trainingseinheiten zur Studie wurden mithilfe von bestehendem Videomaterial, indem Personal-Trainer die Übungen veranschaulichen, erstellt [37], [38]. Zusätzlich konnte durch das Trainingshandbuch von Vatter et. al [8, S. 55-76] der Trainingsablauf genauer analysiert und aufgezeigt werden. Das Training verlief nach einem strukturierten Programm. Bei diesem wurden die größten Muskelgruppen vom Oberschenkel beginnend bis zur oberen Rückenpartie mit Armen trainiert. Vor dem Beginn der Impulsstöße musste der Proband die Grundposition einnehmen, bei der alle großen Muskelgruppen gleichzeitig angespannt wurden.

In der Ausgangsposition steht der Teilnehmer mit dem Oberkörper leicht nach vorn geneigt, die Knie stehen parallel in einer gebeugten Haltung, das Gesäß wird ein wenig nach hinten verschoben mit den angewinkelten Armen vor dem Körper, wobei der Oberarm auf Taillenhöhe liegt. Nach jeder absolvierten Übung wurde automatisch in die Ausgangsposition übergegangen.

Tab. 7: Ablaufübersicht der Trainingseinheit (eigene Darstellung, modifiziert nach Vatter et al., 2016, S. 55-76)

Übungsname	Beanspruchte Muskulatur	Hinweise der Durchführung
Knie zusammendrücken	Waden, Oberschenkel, Rücken, Arme	In Ausgangsposition die Hände von außen gegen Knie drücken
Kniebeuge	Waden, Oberschenkel, Rücken	Von Ausgangsposition ausgehend das Gesäß nach hinten absenken
Einbeinstand seitlich	Abduktoren	Verlagerung Körpergewichtes auf eine Seite mit seitlicher Anhebung des Gegenbeines
Einbeinstand	Bauch	Körpergewichtsverlagerung auf eine Seite des Beines
Ausfallschritt	Beine, Gesäß	Ausfallschritt nach vorn, hinteres Knie Richtung Boden ziehen

Crunches	Bauch	Hände gegen Bauch pressen, Oberkörper zieht nach vorn
Tischhalte	Rücken, Gesäß, Oberschenkel, Oberarme	Oberkörper nach vorn gestreckt, Arme seitlich gestreckt nach oben ziehen
Oberkörperrotation	Rücken, Bauch	Oberkörper abwechseln in seitliche Richtung drehen, Beine standhaft
Schulterrotation	Schulter	Oberarme am Körper anliegend, Unterarme ziehen nach außen und innen
Hände zusammendrücken	Brust, Oberarme	In Ausgangsposition werden beide Handflächen aneinander gedrückt
Butterfly	Oberer Rücken	Ellenbogen in Ausgangsposition nach hinten ziehen auf Höhe der Schultern
Bizeps	Oberarme	Arme nach vorn gerichtet, Unterarme ziehen zum Körper

Die Übungen mussten an das Körpervolumen der Studienteilnehmer angepasst werden. Durch den größeren Fettanteil waren nur ausgewählte Übungen durchführbar, da das überschüssige Gewebe einige Körperübungen verhinderte. Auch der Grad der Beanspruchung muss so angepasst sein, dass die Gelenke keine zusätzliche Überbeanspruchung entgegenwirken müssen. Jede Übung ist ca. 90 Sekunden durchzuführen mit ständiger Wiederholung. Das Training folgte dem Übungsleitfaden von Tabelle 7. Nur wahlweise wurde das Trainingsprogramm auf die Wünsche der Teilnehmer modifiziert. Dies jedoch nur unter Ausschluss von Überbelastung von Gelenken und Muskeln.

5. Ergebnisse

In Kapitel 5 werden alle genommenen Messdaten ausgewertet und analysiert. Dabei wird jeder Proband einzeln ausgewertet und auf den individuellen Fortschritt eingegangen. Durch die Teilnahme eines Schmerzpatienten am Trainingsprogramm konnte die Studie ausgeweitet werden. Dadurch konnte eine grobe Einschätzung über die Wirksamkeit von EMS Training an Patienten mit chronischen Rückenbeschwerden geschehen. Eine Auswertung der Onlinebefragung beendet das Kapitel.

5.1 Individuelle Ergebnisauswertung der Studienteilnehmer

Zu Beginn der Probandensuche haben sich 5 Freiwillige gemeldet, wobei nur 2 Teilnehmer eine genügende Anzahl an Trainingseinheiten absolviert haben, die eine weitreichende und sinnvolle Auswertung möglich machen. Die anderen 3 Probanden konnten aufgrund kurzfris-

tiger persönlicher Absagen nur einen kleinen Teil der Studie absolvieren. Bei Adipositas-Patienten stieß das EMS-Trainingsangebot hingegen auf mehr Zuspruch. Insgesamt werden am Ende der Studie 7 Adipositas-Teilnehmer gezählt, wobei 2 der Patienten hinsichtlich der späten Zusage zur Studienteilnahme, nur wenig aussagekräftige Untersuchungen durchlaufen haben. In der Kalenderwoche 10 wurde wegen persönlicher Verhinderung kein EMS-Training durchgeführt. Aufgrund der folgenden Corona-Pandemie kam es zum vorzeitigen Abbruch der Studie ab KW 11, was der schwarze Strich in den Abbildungen verdeutlichen soll. Um die einmalige Gelegenheit der Zwangspause zu nutzen, wurde nach dem Lockdown nochmals ein Treffen vereinbart. In diesem konnten die für Studienzwecke genommenen Parameter aktualisiert und das Verhalten der Studienteilnehmer während der EMS trainingsfreien Zeit analysiert werden. Darüber hinaus bestand die Möglichkeit einer einmaligen Blutabnahme aller adipösen Teilnehmer, welche bei jeder Auswertung kurz erläutert wird. Das Blutbild veranschaulichte bei jedem den Glucosestoffwechsel, die Creatinkinase, sowie den Elektrolythaushalt und wahlweise auch den LDL/HDL Cholesterol-Wert. Die Erhebung der Blutwerte diente nur zur Kontrolle und Überwachung der Patienten und wurde vor dem Training durchgeführt.

5.1.1 Ergebnisse Proband 1

Mit einem Gewicht von 158,2 kg war Proband 1 der schwerste Studienteilnehmer. Es wurde noch keine gewichtsreduzierende Operation vorgenommen. Der Proband verfolgt keine strenge Diät, isst jedoch regelmäßig Obst und Gemüse. Nebenbei wurde ein wöchentliches Rehabilitationsprogramm im Wasser verfolgt, welches eine Stunde umfasste. Der Laborbericht zeigten erhöhte Lipoproteinwerte auf, wodurch Herzgefäßerkrankungen oder Schlaganfälle begünstigt werden. Lipoproteine sind für den Transport von Fetten zuständig [66]. Erhöhte Werte sind meist auf Nierenerkrankungen oder Zuckerkrankheiten wie Diabetes zurückzuführen. Die Creatinkinase ist bei diesem Probanden im Referenzbereich und zeigt keine Erhöhung auf.

Der BMI des Probanden lag zu Beginn bei 54 kg/m^2 und erhöhte sich nach der ersten Trainingseinheit. Erst ab Kalenderwoche 3 konnte ein stetiger Fall des Gewichts aufgezeichnet werden. In KW 3, 4 und 8 trieb der Proband zusätzlich noch Rehasport, dadurch kam es zum fortlaufenden Fall des BMI. Daraus wird die Effektivität der Verknüpfung von EMS Training und Rehasport deutlich. Der Anstieg ab Kalenderwoche 6 bis 8 ist durch persönliche Essumstellung geschuldet, an denen der Proband mehr kohlenhydratreichere Nahrung zu sich genommen hat. Vor dem vorzeitigen Abbruch der Studie kam es zum Gewichtsverlust von 2 kg. Während der trainingsfreien Zeit wurde beim Probanden ein Magenbypass gelegt, wodurch ein Gewichtsverlust von ca. 25 kg resultierte. Der Differenz des Gewichtes zwischen Beginn

und Ende der Studie beläuft sich auf knapp 30 kg mit einem Rückgang des BMI um 10,5 kg/m².

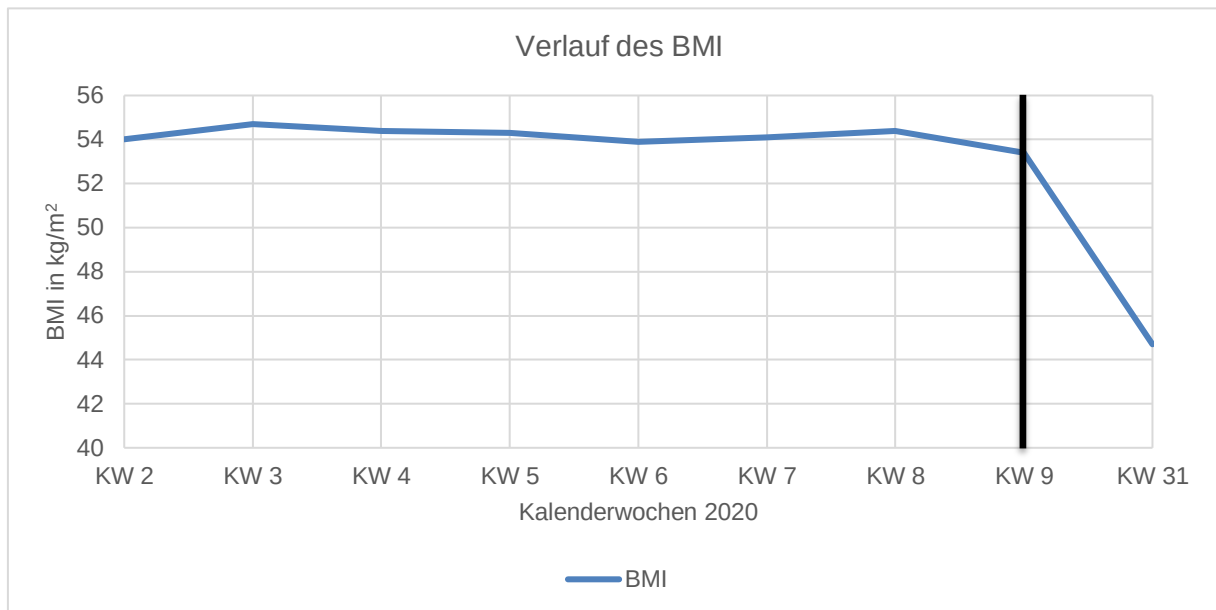


Abb. 8: Entwicklung des BMI von Proband 1 (eigene Darstellung)

Leider konnte aufgrund des hohen Gewichtes keine Analyse der Muskelmasse und Fettmasse erfolgen. Jedoch konnte ein Rückgang des Körperumfanges an Taille (4 Zentimeter), an Hüfte (4 Zentimeter) und Arm (jeweils 2 Zentimeter) bis in KW 9 erfasst werden. Der WHR-Wert blieb konstant bei 0,8, wodurch kein erhöhtes Risiko an Herz-Kreislauf-erkrankungen hervorgeht (vgl. Abschnitt 3.1.2 WHR). Nach der Operation nahmen der Taillenumfang und Oberschenkelumfang um 11 Zentimeter ab, der Hüftumfang reduzierte sich um 25 Zentimeter. Der WHR-Wert stieg jedoch auf 0,86 an.

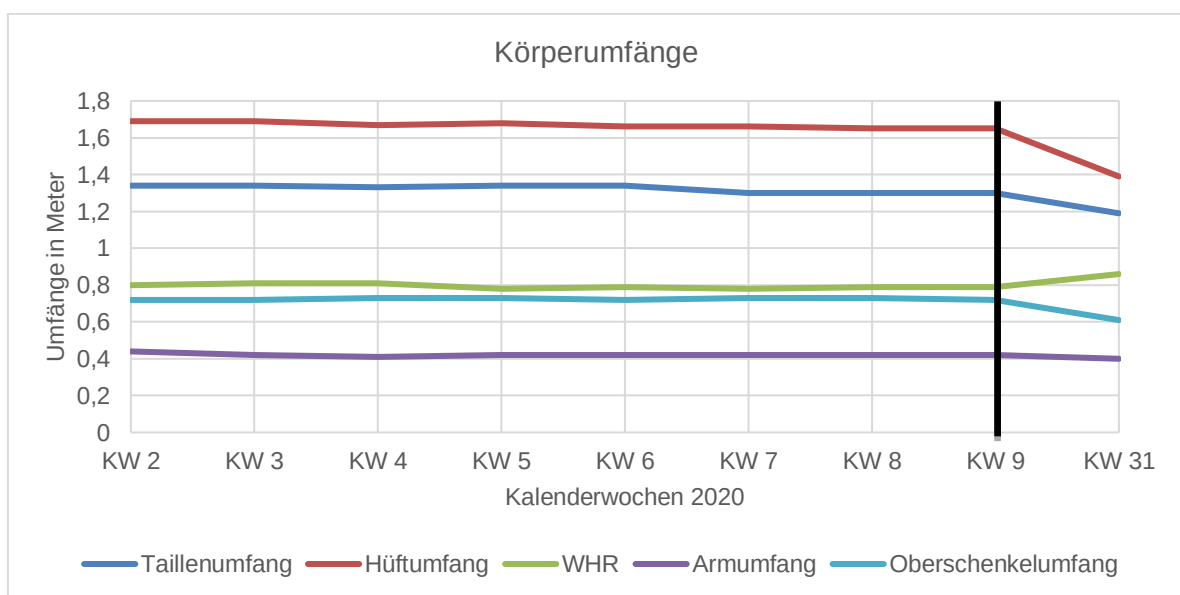


Abb. 9: Entwicklung der Körperumfänge von Proband 1 (eigene Darstellung)

5.1.2 Ergebnisse Proband 2

Proband 2 hatte zu Beginn der Studie ein Gewicht von 93,3 kg und fällt unter den ersten Grad der Adipositas. Neben sportlichen Betätigungen verfolgte der Proband eine Diät mit einer maximalen Aufnahme von Kohlenhydraten von 1600 kcal täglich. Gleichzeitig wurde wenig Fleisch gegessen und ein Verzicht auf Fett nachgegangen. Der Proband verfolgte neben dem EMS-Training auch regelmäßige Besuche im Fitnessstudio sowie größere Wanderungen. Durch die Einführung eines Fragebogens ab KW 5 konnten vorher keine explizite Dokumentation über sportliche Aktivitäten erfolgen. Jedoch ging der Proband von KW 50 (2019) bis KW 5 (2020) einer andauernden sportlichen Aktivität nach.

Die Laborwerte ergaben nach der dritten Trainingseinheit einen erhöhten LDL-Cholesterolverwert und niedrigen HDL-Cholesterolverwert, wodurch kardiovaskuläre Erkrankungen begünstigt werden. Der für die Studie relevantere Cratinkinasewert ergab keine Vergrößerung, lag mit 1,10 $\mu\text{kat/l}$ sogar deutlich unter dem Referenzmaximum ($<3,20 \mu\text{kat/l}$).

Zwischen KW 51 (2019) und KW 2 (2020) kam es zum Anstieg des BMI aufgrund von Änderung der Ernährungsweise über den Jahreswechsel. Ab KW 2 kam es zum stetigen Fall des BMI bis 32 kg/m^2 . Während der Unterbrechung nahm das Gewicht zu. Grund waren persönliche Probleme und der Verzicht auf Sport.

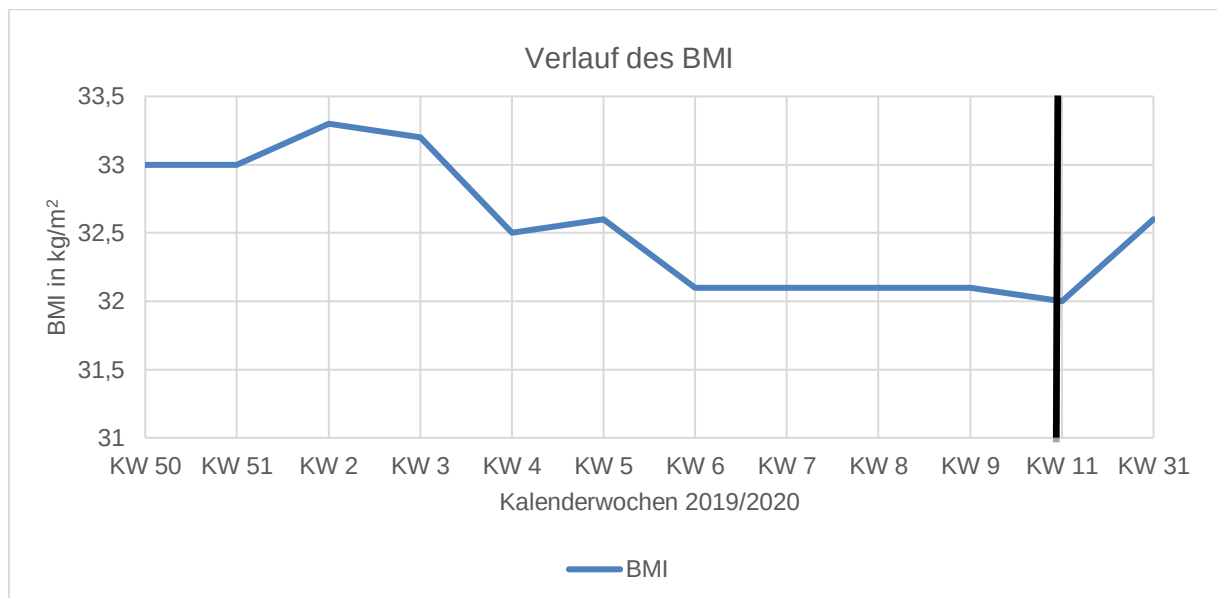


Abb. 10: Entwicklung des BMI von Proband 2 (eigene Darstellung)

Anhand der bioelektrischen Impedanzmessung konnte ein beständiges Wachstum der Muskelmasse bei gleichzeitiger Abnahme des Körperfettes festgestellt werden. Das EMS-Training hat bei diesem Probanden zu einer Muskelvermehrung von 1 % geführt mit einer

Körperfettreduktion von 2,1 %. Bei der Messung der Körperumfänge kam es zu keiner signifikanten Änderung, da auch das Gewicht um nur 1 Kilogramm abgenommen hat.

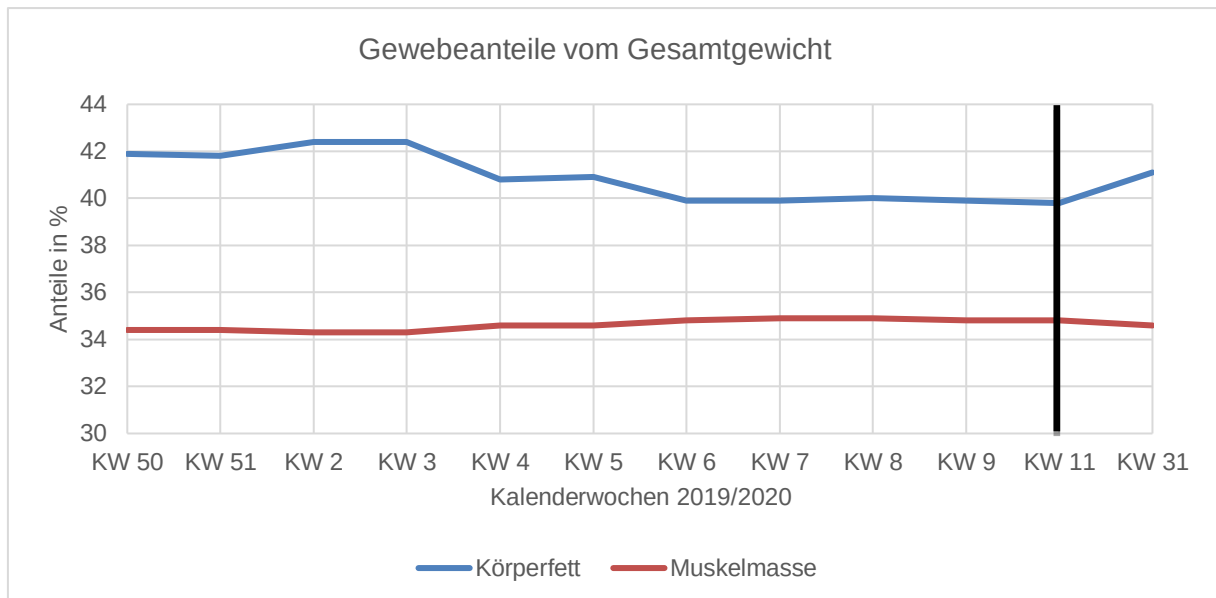


Abb. 11: Entwicklung Muskelmasse und Körperfett von Proband 2 (eigene Darstellung)

5.1.3 Ergebnisse Proband 3

Bei diesem Probanden erfolgte im Herbst 2019 eine Magenverkleinerung, die eine Gewichtsreduzierung hervorrufen sollte. Der Proband verfolgte eine strenge Diät, in der 150 g Nahrung pro Mahlzeit aufgenommen wird. Dazu wird häufig auf Fleisch verzichtet und viel Gemüse verzehrt. Die sportliche Betätigung umfasste wöchentlich 2 bis 3 Stunden, die neben dem EMS verfolgt wurde. Dabei nahm der Proband an einem Rehasportprogramm teil und ging in der Freizeit regelmäßig wandern.

Die Laborwerte zeigten auch hier einen erhöhten LDL-Cholesterolspiegel bei gleichzeitig niedrigerem HDL-Cholesterol. Dies begünstigt das Risiko im Alter an kardiovaskulären Beschwerden zu erkranken. Die Creatinkinase lag im Toleranzbereich.

Durch regelmäßiges Training und strenge Ernährung wurde der BMI stetig kleiner. Bei einer Gewichts Differenz von 17 kg zwischen Beginn und vorzeitigem Ende der Studie konnten hier die größten Erfolge des EMS-Trainings verzeichnet werden. Der BMI sank bis zur 11. KW um 6 kg/m². Auch während der Trainingspause konnte ein Gewichtsverlust um weitere 13 kg mit Senkung des BMI auf 41 kg/m² dokumentiert werden. Das EMS-Trainingsprogramm konnte sich auch nach der Pause weiter bewähren. Die Intensität der Trainingseinheit wurde mithilfe von anspruchsvolleren Übungen und Stromstößen gesteigert. Dabei sank das Gewicht des Probanden um 700g innerhalb 2 Wochen.

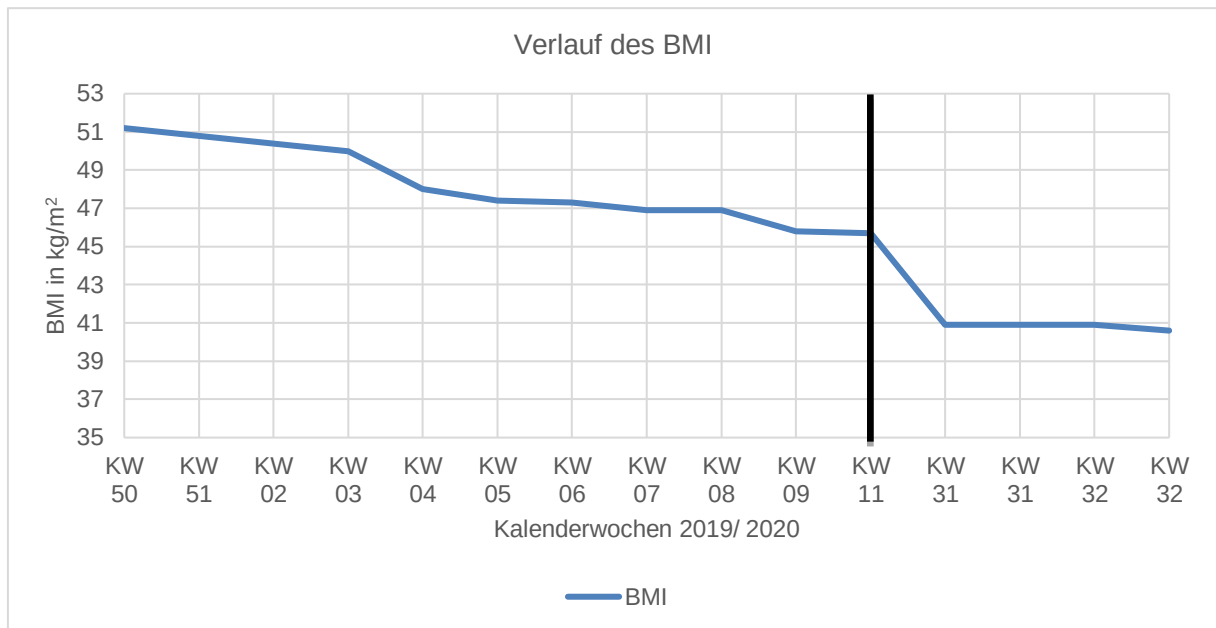


Abb. 12: Entwicklung des BMI von Proband 3 (eigene Darstellung)

Während der EMS-Trainingseinheiten konnte ein Muskelaufbau um 0,2 % mit Körperfett-rückgang um 1,1 % erreicht werden. Diese Tendenzen lassen sich auch während der Unterbrechung widerspiegeln, in der es zur Muskelzunahme um 0,4 % und Fettreduktion von 2 % kam.

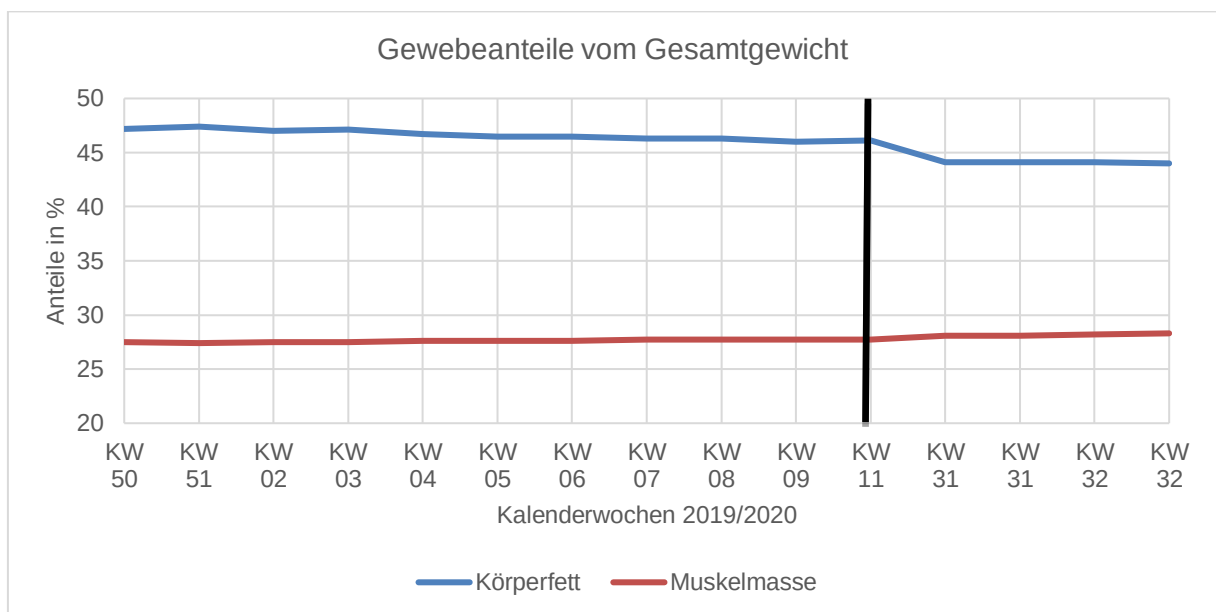


Abb. 13: Entwicklung Muskelmasse und Körperfett von Proband 3 (eigene Darstellung)

Bei der Beurteilung der Körperumfänge wurde festgestellt, dass sich neben dem Rückgang des Umfanges von Hüfte und Taille auch der Oberschenkel um 6 cm vor der Unterbrechung verkleinert hat. Zwischen der KW 11 und KW 31 kam es zur weiteren massiven Schrump-

fung von Taille (7 cm) und Hüfte (9 cm). Der WHR hat sich im Laufe der Studie um 2 Einheiten auf 0,85 gesteigert. Es kam zur minimalen Änderung des Fettverteilungsmuster, welches keine signifikante Abwandlung des Risikos für Herz-Kreislauf-erkrankungen zur Folge hat.

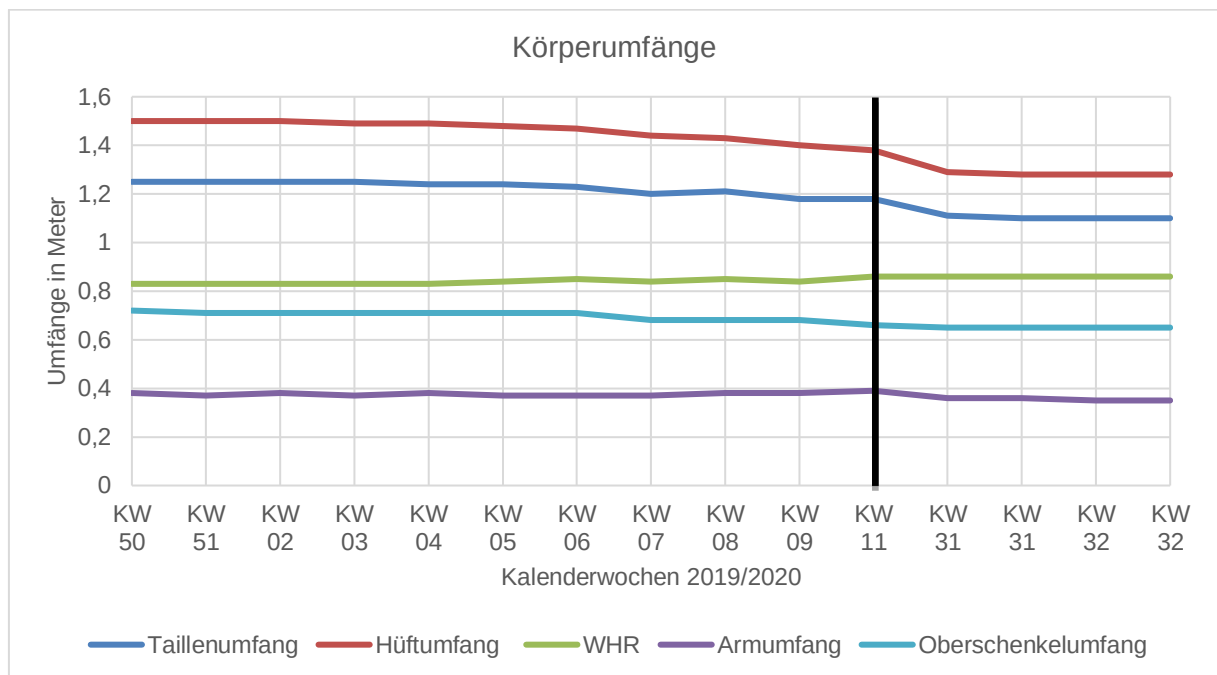


Abb. 14: Entwicklung der Körperumfänge von Proband 3 (eigene Darstellung)

5.1.4. Ergebnisse Proband 4

Bei Proband 4 konnte eine Gewichtsreduzierung während der Studie von 3 kg verzeichnet werden. Neben dem EMS-Training wurde regelmäßig am Rehasport teilgenommen, welche sich wöchentlich auf eine bis 3 Stunden belief. Zusätzlich verzichtete Proband 4 auf Kohlenhydrate und nahm stattdessen eiweißreiche Nahrung zu sich.

Der Laborbericht ergab keinerlei Auffälligkeiten bis auf einen leichten Anstieg des Cholesterols, der den Grundbaustein für Stoffwechselprozesse darstellt. Aufschluss geben diese erhöhten Werte, wie auch das untergeordnete LDL oder HDL Cholesterol, über mögliche Arteriosklerosen.

Durch Krankheitsfälle konnten weniger Trainingseinheiten absolviert werden als bei anderen Studienteilnehmer. Es lässt sich eine deutliche Gewichtsreduzierung von KW 5 bis KW 7 aufzeigen, in der der Proband 4 kg abnahm. Gleichzeitig sank der BMI auf 43,1 kg/m². Grund dafür war eine höhere sportliche Aktivität in diesem Zeitraum. AB KW 7 kam es zum Anstieg des Gewichtes durch Vernachlässigung der sportlichen Freizeitbeschäftigungen außerhalb des EMS-Trainings. In KW 11, die letzte Dokumentation der genommenen Messwerte, konn-

te eine affirmative Bilanz zum EMS-Training gezogen werden. Durch die 6 Trainingseinheiten wurde das Gewicht um 3 kg reduziert und der BMI um $1,2 \text{ kg/m}^2$ nach unten verschoben.

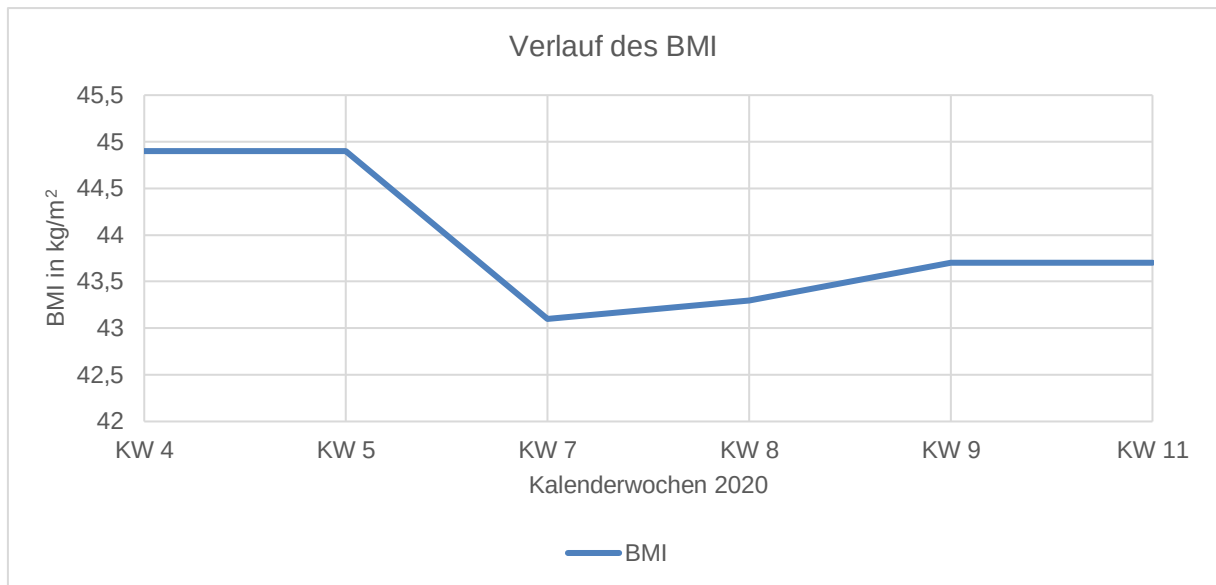


Abb. 15: Entwicklung des BMI von Proband 4 (eigene Darstellung)

Bei den Körperumfängen konnte nur an Hüfte und Taille eine Verkleinerung festgestellt werden. Der Taillen- und Hüftumfang sank jeweils um 4 cm. Die Abmessung an Oberschenkel und Arm haben keinerlei Änderung ergeben. Der Proband tendierte zu einer gluteofemoralen Fettansammlung, da der WHR- Wert unter 0,8 lag.

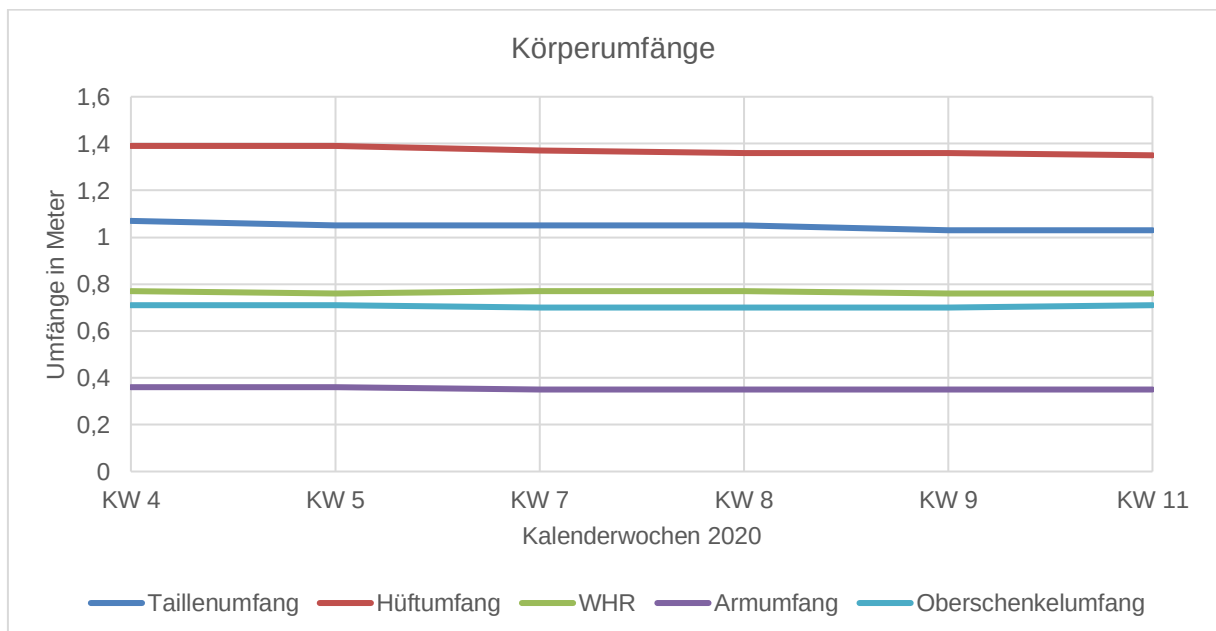


Abb. 16: Entwicklung der Körperumfänge von Proband 4 (eigene Darstellung)

5.1.5 Ergebnisse Proband 5

Bei Proband 5 konnte ein Gewichtsverlust von 20 kg verzeichnet werden. Den größten Teil dieser Gewichtsreduzierung wurde durch eine Schlauchmagenoperation im Juni 2020 verursacht. Vor der Operation wurde eine eiweißreiche Ernährung nachgegangen, die durch einen Diätplan vorgeschrieben wurde. Neben dem EMS-Training wurde durch starke Knieprobleme keiner anderen sportlichen Betätigung nachgegangen, was die EMS-Trainingsmethode in den Vordergrund rückte.

Dieser Laborbefund ergab keine ausfälligen Werte. Der Cholesterolspiegel befand sich im Referenzbereich einschließlich der Creatinkinase, die mit 1,60 $\mu\text{kat/l}$ als niedriger Messwert einzuschätzen ist.

In Abb. 17 wird der Gewichtsverlust anhand des BMI deutlich. Ab der zweiten Trainingseinheit kommt es zum stetigen Fall des Gewichtes um letztendlich 4,7 kg in KW 11. Gleichzeitig sank der BMI auf 43,6 kg/m^2 . Durch eine gewichtsreduzierende Operation und der konkludierenden Ernährungsumstellung, während der trainingsfreien Zeit, kam es zum radikalen Rückgang des Gewichtes. In der 32. KW wurde eine weitere Gewichtsabnahme von zusätzlichen 15 kg gemessen und ein BMI Rückgang um 6 Einheiten auf 37,7 kg/m^2 .

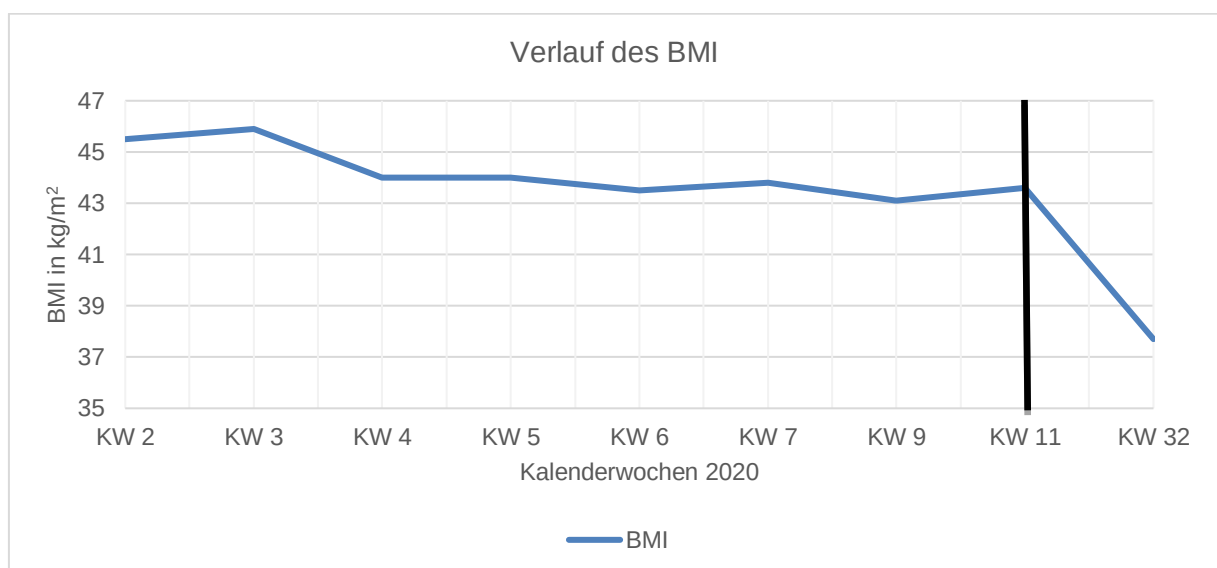


Abb. 17: Entwicklung des BMI von Proband 5 (eigene Darstellung)

An Armen und Beinen konnte bis zur 11. KW keine Änderung der Maße gemessen werden. Durch Wasseransammlungen in den Beinen kam es eher zur Stagnierung des Messumfanges am Oberschenkel. Dadurch war eine Einschränkung der Mobilität und Bewegung gegeben. Durch die gelenkschonende Trainingsmethode konnte dennoch regelmäßig trainiert werden. Dies führte neben der Gewichtsreduzierung auch zu kleineren Maßen an der Taille

um 7 cm. Durch die Operation konnten weitere 15 cm an der Taille, 12 cm an der Hüfte, 4 cm an den Arm und 8 cm am Oberschenkel verkleinert werden. Auch der WHR-Wert verkleinerte sich im Laufe der Studie um 10 Einheiten und lässt eine positive Entwicklung, im Hinblick auf mögliche Herz-Kreislauferkrankungen, zu.

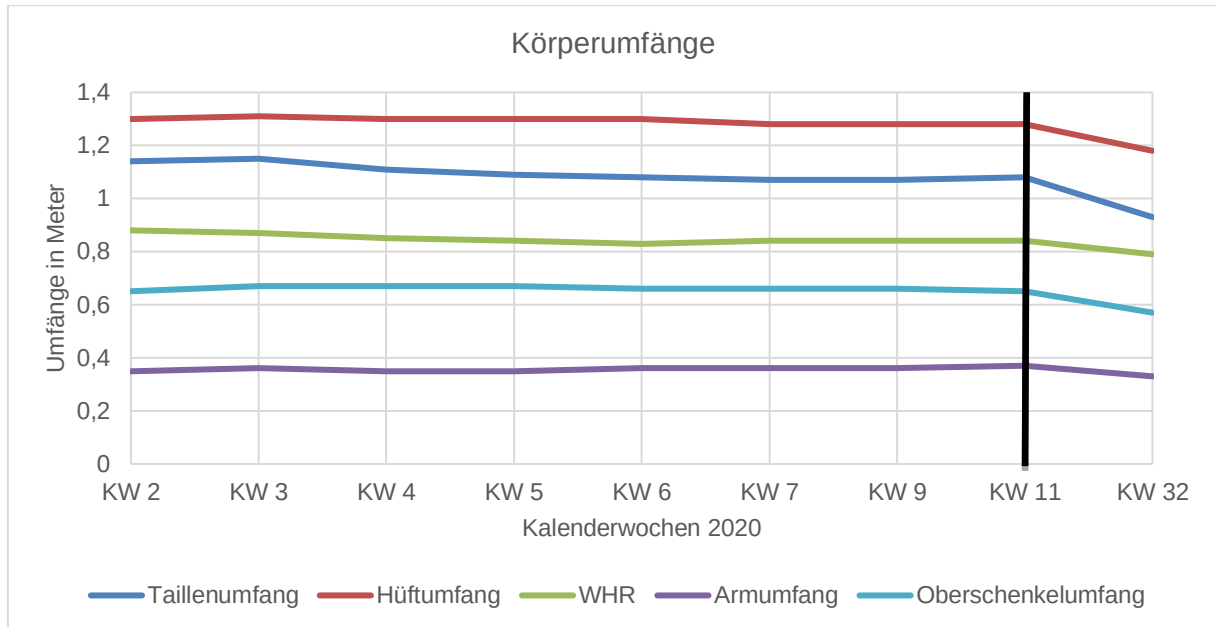


Abb. 18: Entwicklung der Körperumfänge von Proband 5 (eigene Darstellung)

5.1.6 Ergebnisse von Probanden im Klinikum

Bereits im vorigen Jahr konnten ein paar Mitarbeiter vom Klinikum überzeugt werden, an der Studie teilzunehmen. Beide Teilnehmer verfolgten neben dem EMS-Training andere sportlichen Aktivitäten wie Yoga, Zumba und Faszientraining. Nur Probanden 2 hielt am intermittierenden Essen (16:8) fest.

Proband 1 stieß erst ab KW 48 zu der Studie. Dabei wurde zu Beginn ein kleiner Rückgang des Gewichtes um 600 g nach der ersten Trainingseinheit dokumentiert. Das Gewicht pegelte sich bis kurz vor dem Jahreswechsel ein. Bei Proband 2 kam es nach dem ersten positiven Fortschritt zur Erhöhung des Gewichtes um 1,5 kg, welcher sich über den Jahreswechsel noch erhöhte. Grund dafür war bei beiden Probanden die kalorienreiche Nahrungsumstellung über den Feiertagen. Nach dem Jahreswechsel wurde ein intensiveres Trainingsprogramm bei beiden angewendet, wodurch es zur Senkung des Gewichtes einschließlich des BMI kam. Bei Proband 2 konnte ein stetiger Fall des BMI um $0,5 \text{ kg/m}^2$ verzeichnet werden. Bei Proband 1 kam es neben dem beginnenden Fall des BMI zur Haltung des Gewichtes. Ab der 8. KW kam es wieder zum Anstieg des Gewichtes was durch den steigenden Stress und Druck auf Arbeit, hinsichtlich der Corona-Pandemie, zu erklären ist.

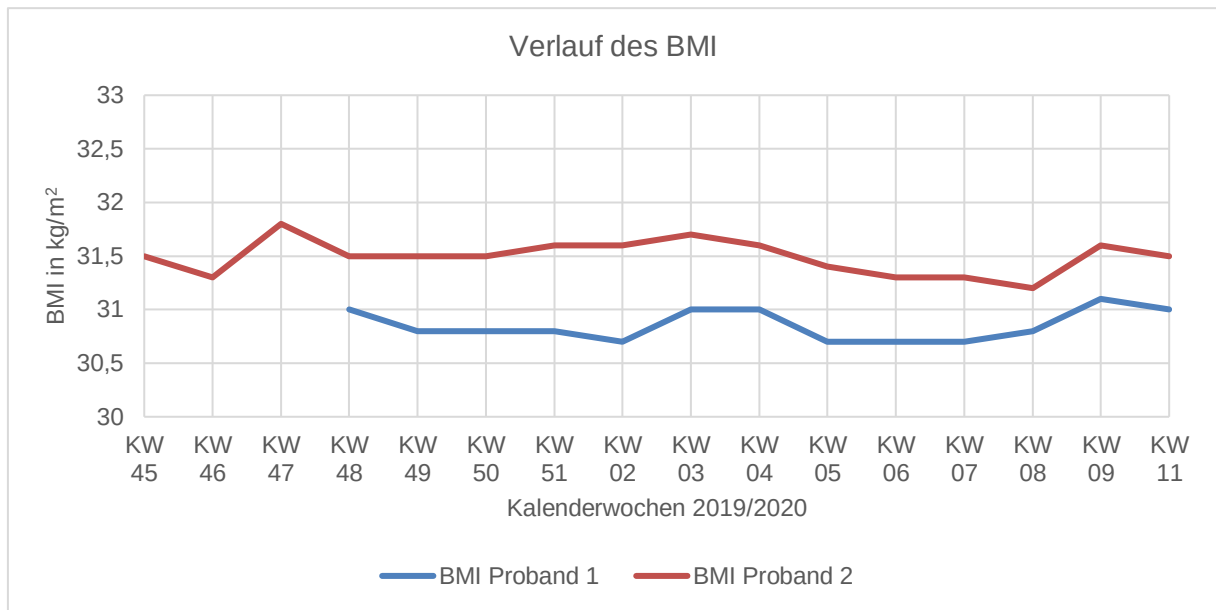


Abb. 19: Entwicklung des BMI von Probanden im Klinikum (eigene Darstellung)

In Abb. 20 wird die Entwicklung von Muskelmasse- und Körperfettanteile deutlich. Bei beiden Probanden kam es zu keiner signifikanten Steigerung der Muskelmasse. Nur zwischenzeitlich konnten kleinere positive Tendenzen festgestellt werden, die sich lediglich um 0,4 % änderten. An die anfängliche Minderung der Körperfettanteile beider Probanden konnte in den darauffolgenden Wochen nicht angeknüpft werden. Grund war die Zunahme an Körpergewicht und der damit verbundenen kalorienreichen Kost. Dadurch konnte bei beiden Teilnehmern erst ab KW 3 eine Minderung der Fettanteile erfolgen. Am Ende wurde kaum ein großer Unterschied von Muskelmasse und Körperfett gegenüber den Anfangswerten erkannt.

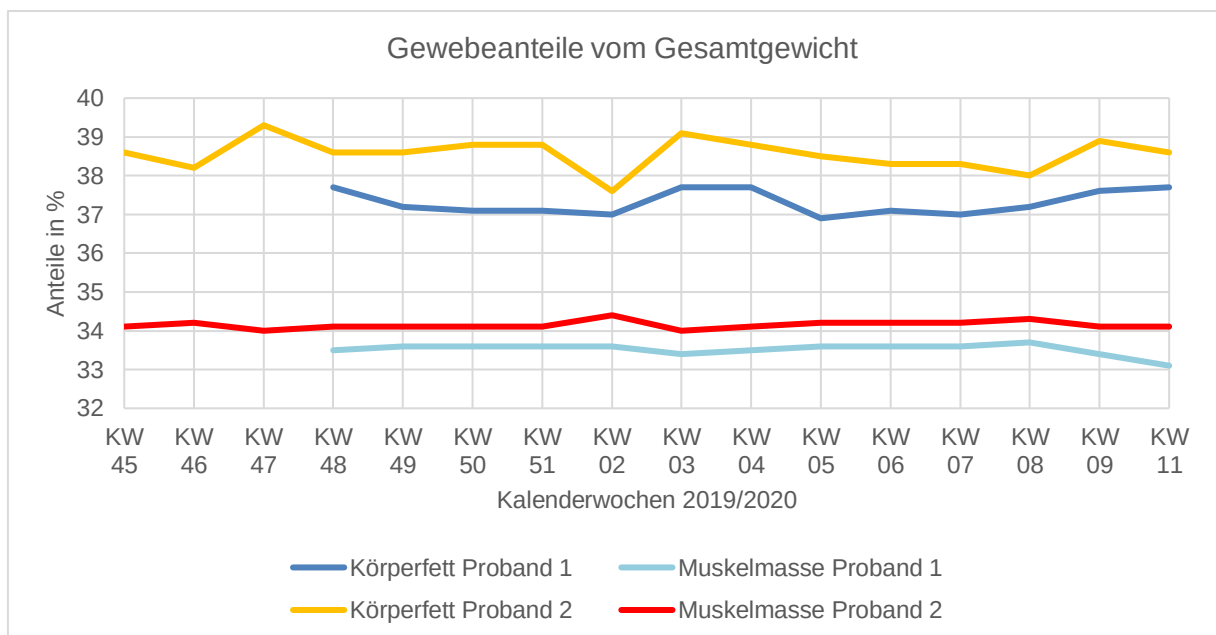


Abb. 20: Entwicklung Muskelmasse und Körperfett von Probanden im Klinikum (eigene Darstellung)

5.1.7 Analyse der Wirkung von EMS Training am Schmerzpatienten

Neben adipösen Patienten konnte auch ein Schmerzpatient zur Teilnahme an der Studie überzeugt werden. Der Schmerzpatient leidet an chronischen Rückenbeschwerden, die schon seit mehreren Jahren anhalten. Ziel der Behandlung war es, die Effekte eines EMS Trainingsprogramms auf Rückenschmerzen zu ermitteln. Der Patient durchläuft denselben Trainingsablauf mit gleichen Trainingsparametern wie alle anderen Studienteilnehmer. Bei wöchentlichem Training mit jeweils 15-minütiger Trainingsdauer wurde der Fokus auf Rückenübungen gelegt. Gleichzeitig werden dieselben Parameter wie bei adipösen Patienten erhoben und analysiert.

Der Schmerzpatient hatte bis auf einen hohen LDL- Cholesterolverwert keine weiteren Auffälligkeiten im Blutbild. Ursachen können in der fettreichen Ernährungsweise liegen oder durch eine Schilddrüsenunterfunktion begründet werden. Die Creatinkinase war auch hier sehr niedrig und gibt kein Indiz für eine Überbeanspruchung der Muskulatur.

Der Patient ist keiner zusätzlichen sportlichen Aktivität nachgegangen. Nebenbei wurde eine 16:8 Diät verfolgt, der die Nahrungsaufnahme auf 8 Stunden täglich reduziert. Mit einem Gewicht von 94,6 kg weist der Patient ein leichtes Übergewicht auf. Zu Beginn der Studie wird ein Fall des BMI ersichtlich. Die Gewichtsreduktion von KW 2 bis KW 11 liegt bei 8 kg mit einem BMI von 28,6 kg/m². Während der Pause von KW 11 bis KW 31 kam es aufgrund des Wegfalls von EMS-Training und anderen gewichtsreduzierenden Aktivitäten zum Anstieg um 3 kg mit einem BMI von 29,6 kg/m². Gleich nach Beginn des EMS-Trainings konnte eine positive Tendenz von einer Gewichtsreduktion verzeichnet werden.

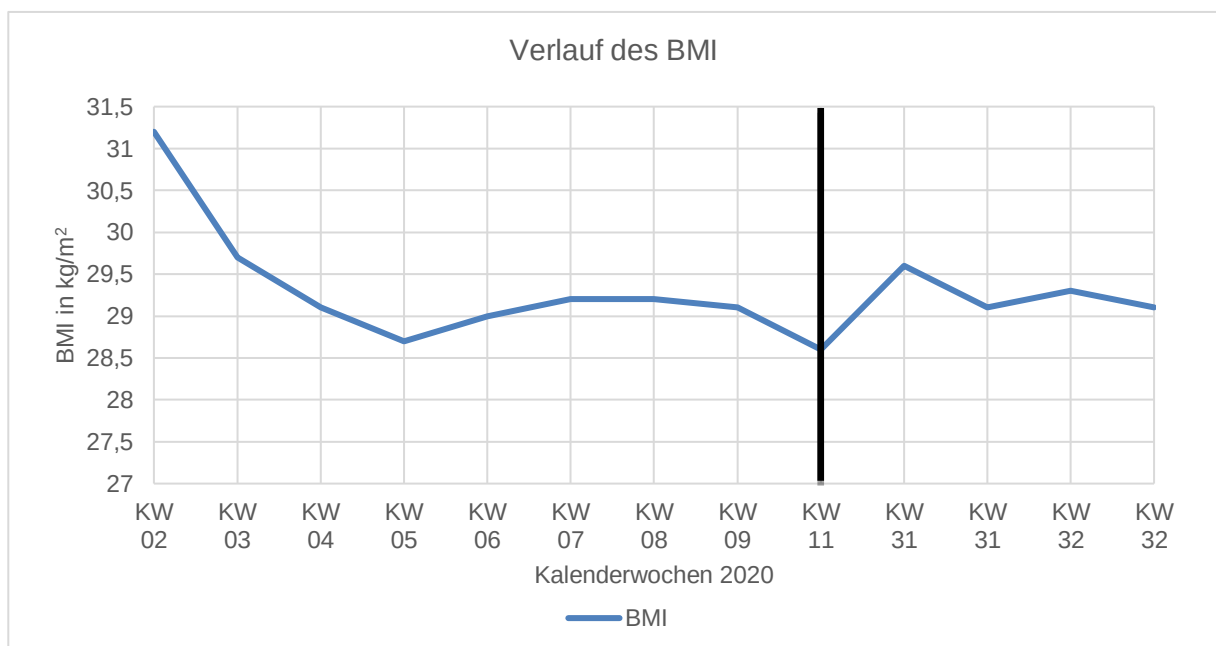


Abb. 21: Entwicklung des BMI vom Schmerzpatienten (eigene Darstellung)

Das EMS-Training weist am Patienten einen Muskelaufbau (1,6 %) von KW 2 bis KW 5 auf. Hier wird der Effekt vom EMS Training positiv nachgewiesen. Gleichzeitig kommt es zur Körperfettverbrennung um 5 % in den ersten 3 Wochen. Anschließend stagnieren die Werte und Pegeln sich bis KW 11 auf einen konstanten Wert ein mit geringen Verbesserungen von Muskelmasse und leichten Verschlechterungen der Körperfettwerten. Durch die Zunahme des Gewichtes während der Pause kam es auch zur Fettvermehrung am Körper und Rückgang der Muskulatur. Durch den Wiedereinstieg in das EMS-Training konnten wieder gleiche Tendenzen wie zu Beginn der Studie aufgewiesen werden. Der Fokus liegt bei diesem Patienten auf der Reduzierung der Rückenschmerzen. Dabei gab der Patient eine deutliche Verbesserung des Beschwerdezustandes mit positiven Körperumformungseffekten an. Durch die Stimulierung der tiefergelegenen Muskulatur konnte die Stabilität des Rückens gezielt aufgebaut werden. Das EMS-Training bewirkte neben dem therapeutischen Ziel auch präventive Ziele am Patienten.

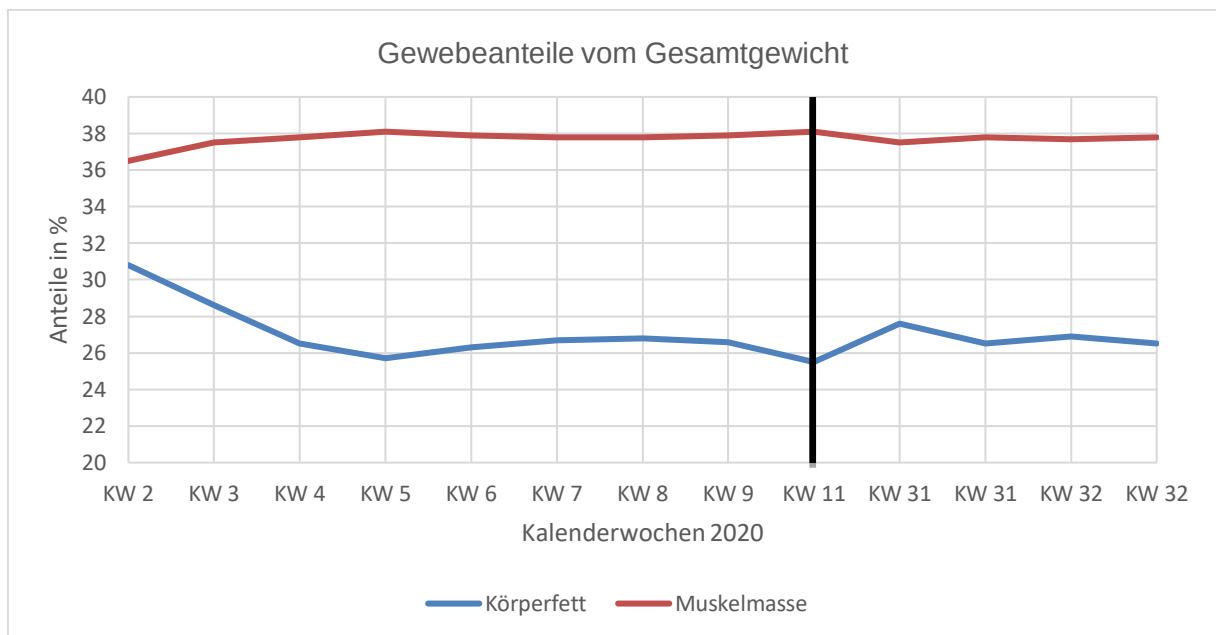


Abb. 22: Entwicklung Muskelmasse und Körperfett vom Schmerzpatienten (eigene Darstellung)

5.2 Auswertung der Onlinebefragung

Hinsichtlich der EMS-Studie konnten die Studienteilnehmer an einer Onlineumfrage teilnehmen, die eine individuelle Bewertung der Studie sowie ein abschließendes Resümee möglich machen. So können die Erwartungen und Motive der Probanden analysiert werden, die eine Wertung außerhalb der genommenen Messwerte zulassen. 7 der 10 Probanden nahmen an der Befragung teil, die eine mögliche Tendenz zur Bewertung gewähren. Der erste Teil der Befragung beschäftigt sich mit den Vorkenntnissen zum Thema EMS Training und praktischen Erfahrungen. Dabei sind über die Hälfte schon mit theoretischen Vorkenntnissen in die

Studie gekommen, die größtenteils über soziale Kontakte, sowie die Adipositas Selbsthilfegruppe erlangt wurden. Onlinewerbung und Printmedien folgen als Informationsquelle. Ein EMS-Training bei anderen Anbietern hat jedoch keiner der Studienteilnehmer in besucht. Bei einer ersten Endkundenbefragung, im Jahr 2017, spiegelt sich das gleiche Ergebnis wider. Eine Tendenz zeichnet sich hier ab, dass die Nachfrage nach EMS-Training im Internet steigen wird, da die große Reichweite und die schnelle Suchanfrage für viele sehr angenehm ist [40, S. 12-13]. Eindrücke vor dem ersten Training waren unterschiedlich bei den Probanden. Viele sahen das Training aus einer skeptischen Perspektive, geteilt mit Nervosität vor der Behandlung unter Strom. Bei einigen stieß der erste Kontakt mit EMS Training auf großes Interesse mit hoher Zuversicht. In erster Linie war der Muskelaufbau das Ziel bei den Studienteilnehmern. Grund hierfür ist das erhöhte Gewicht, welches bei vielen zu Einschränkungen im Alltag und der sportlichen Betätigungen führt. Durch das gelenkschonende Training mit geringem Zeitaufwand sehen viele Übergewichtige die Chance, durch ein praktikables Training ihre Muskulatur zu stärken. Gefolgt wird der Gedanke von der Gewichtsreduktion und Fitnessverbesserung als Ziel. Körperstraffung sowie Muskelerhalt und Prävention werden hingegen als nicht primäres Ziel gesehen. Angepasst an die Körperstruktur der Studienteilnehmer ist dies ein zu erwartendes Ergebnis. In der Studie aus 2017 wird hingegen die Körperstraffung als eines der grundlegenden Ziele aufgezählt [40, S. 14]. Bei der Umsetzung der Erwartungshaltung in brauchbare Ergebnisse lässt sich ein positives Resultat bei den Studienteilnehmern ziehen. Bei keinem wurde eine gegenteilige Wirkung erzielt. Lediglich bei 2 Teilnehmer konnte keine Veränderung wahrgenommen werden. Bei allen anderen kam es neben Gewichtsabnahme auch zur Konditionsverbesserung, dem wahrnehmbaren Aufbau von Muskulatur und der Besserung des Gleichgewichtes. Wie es auch aus den Ergebnissen deutlich wird, kam es erst nach mehreren Wochen zur bemerkbaren Veränderung am Körper. Insgesamt war der größte Teil der Teilnehmer teils bis vollkommen zufrieden mit der Erfüllung ihrer Zielsetzungen.

Gleichzeitig sehen viele das EMS-Trainings mit geringem Zeitaufwand sowie persönlicher Betreuung als Vorzüge. Durch eine Trainingsdauer von maximal 20 Minuten konnte die Trainingsmethoden bei allen Studienteilnehmern punkten. Weitere Vorteile sind die feste Terminvergabe mit deren sichtbaren Trainingserfolgen. Hinsichtlich der Endkundenbefragung stimmen hier die prozentualen Abgaben von Antworten mit dieser überein [40, S. 28-29].

Als Resümee geben alle Teilnehmer eine zufriedene Haltung gegenüber dem EMS-Trainings an, die durch die persönliche Betreuung im Laufe der Studie unterstützt wurde. Der Kostenpunkt für ein EMS-Training lässt jedoch viele davon abhalten, das Training weiterzuführen. Eine monatliche Mitgliedschaft in Mikrostudios kann zwischen 80€ und 120 € kosten, wodurch es runtergerechnet zu einem Kostenaufwand von mindestens 20 € pro Trainings-

einheit kommt. Die meisten EMS-Studios fungieren als ein Franchise- Unternehmen, und bieten nur Monats- bis Jahresabos an. [41]

6. Gesamtdiskussion

Im 6. Kapitel erfolgt die Ergebnisdiskussion der erstellten Studie. Das Ziel der Studie war es, die Wirksamkeit von EMS Training an Adipositas-Patienten zu untersuchen. Dabei nahmen alle der Studienteilnehmer mindestens 9 Wochen an dem Experiment teil. Aufgrund der Corona Pandemie kam es ab der 11. KW zur Unterbrechung. Nach Einverständnis des Klinikum Chemnitz konnte ab der 31. KW die Studie freiwillig fortgeführt werden, wobei 2 der Probanden dieses Angebot nachgingen. Durch die Unterbrechung konnte eine einmalige Chance geschaffen werden, das Verhalten der Probanden während der sportfreien Zeit zu analysieren mit gleichzeitiger Untersuchung der Effizienz des EMS-Training nach dem Lock-down.

Die erste Frage stellte sich, ob durch die Körperzusammensetzung und deren hohen Anteil an Körperfett ein elektrischer Impuls spürbar sei. Jeder der Teilnehmer konnte bei den EMS-Trainingseinheiten spürbar den Strom wahrnehmen. Wichtig war hier, dass die Elektrodenflächen und Extremitätengurte ausreichend mit warmem Wasser bedeckt sind, um eine Leitfähigkeit zu gewährleisten. Gleichzeitig musste die Weste sehr eng anliegen, um einen direkten Kontakt mit der Hautoberfläche zu ermöglichen. Auch die Größe der Westen sowie Länge der Gurte stellte kein Problem bei Personen bis zu 160 kg dar. Ein anderer Aspekt dieser Ergebnisdiskussion sind die unterschiedlichen Ernährungsweisen und Einhaltung von Diäten sowie Abweichungen der sportlichen Aktivität, die die Untersuchung der Wirksamkeit des EMS-Trainings erschwerte. Jedoch konnte bei allen Adipositas- Teilnehmern im Laufe der Studie eine Gewichtsabnahme verzeichnet werden. Bei Proband 5 konnte die Wirksamkeit vom EMS Training am deutlichsten nachgewiesen werden. Aufgrund der eingeschränkten Beweglichkeit und dem Wegfall anderer Trainingsmethoden war das EMS-Training die einzige Alternative, Sport zu treiben. In einem Zeitraum von 8 Wochen konnten der Proband 5 kg abnehmen. Bei 2 weiteren Adipositas-Patienten konnte durch die bioelektrischen Impedanzmessung die Muskelmasse und das Körperfett regelmäßig dokumentiert werden. Dabei stellte sich eine positive Entwicklung von Körperfettrückgang bei gleichzeitigem Muskelaufbau heraus. Dies aber nur im geringfügigen Maße. Grund ist dabei die Intensität sowie Häufigkeit des Trainings. Um schnellere und bessere Fortschritte zu erlangen, muss in der Woche zweimal trainiert werden mit erweiterten, intensiveren Trainingsprogrammen und Übungen. Die Grenzen der Studie ist darin zu sehen, dass die kleine Teilnehmerzahl eine Verallgemeinerung auf die Gesamtheit nicht zulässt. Nur 5 Probanden konnten durch die zeitliche Begrenzung mindestens 6 Trainingseinheiten durchführen, 2 weitere Adipositas-Probanden

konnten mit 3 Trainingseinheiten keinen aussagekräftigen Teil zur Studie beitragen. Beim Treffen nach der Unterbrechung konnte bei fast allen Studienteilnehmern eine weitere Gewichtsreduzierung wahrgenommen werden. Dies zuletzt auch durch gewichtsreduzierende Operationen. Bei einem Probanden kam es zur Gewichtszunahme um 1,5 kg während der Unterbrechung. Ursachen lagen hier bei der Ernährung, familiären Problemen sowie der Wegfall von Sportmöglichkeiten.

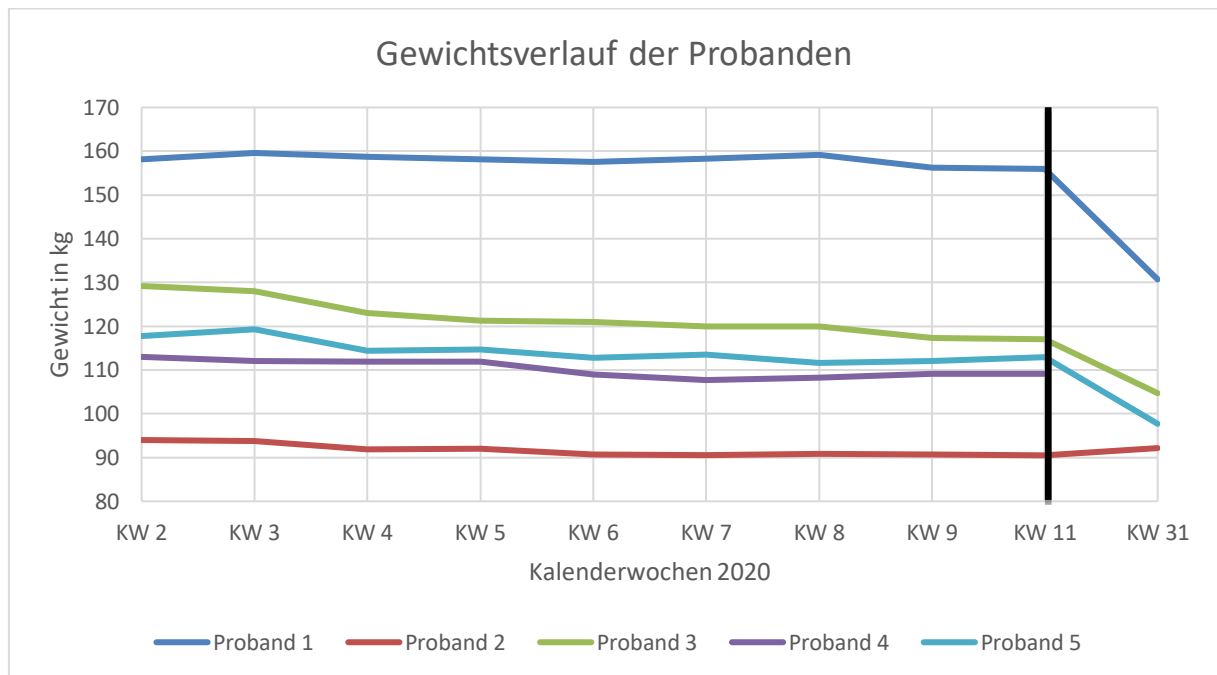


Abb. 23: Entwicklung des Gewichtes der adipösen Probanden (eigene Darstellung)

7. Schlussfolgerung und Ausblick

In der Ergebnisdiskussion ist deutlich geworden, dass alle Teilnehmer mit Übergewicht eine Gewichtsabnahme während der Studie erfahren haben. Jedoch konnte aufgrund der unterschiedlichen Ernährungsweisen und Einhaltung von Diäten der Probanden keine allgemeine Aussage über die Wirkung von EMS Training bei Adipositas-Patienten getroffen werden. Bei der individuellen Auswertung konnte dennoch ein durchaus positives Fazit gezogen werden, da es neben der Gewichtsabnahme auch zu einer verbesserten mentalen Verfassung bei den Teilnehmern kam. Durch das Angebot der wöchentlichen Trainingseinheiten mit deren festen Terminvereinbarungen wurden alle Teilnehmer dazu animiert, dem Trainingsprogramm strikt zu folgen und aktiv etwas für das Wohlbefinden des Körpers zu unternehmen. Also hatte die Studie neben dem sportlichen Aspekt auch eine indirekte Wirkung auf die Psyche der Adipositas-Probanden. Für zukünftige Studien sollte dennoch beachtet werden, dass der Zeitraum der Trainingsuntersuchung verlängert werden sollte. Dadurch

lassen sich bessere und umfassendere Ergebnisse liefern. Gleichzeitig könnte die Häufigkeit der wöchentlichen Trainingseinheiten auf zweimal erhöht werden, um noch aussagekräftigere Messwerte zu bekommen. Eine höhere Teilnehmeranzahl könnte eine mögliche Verallgemeinerung auf die Gesamtheit zulassen und die Effizienz und Wirkung von EMS an Übergewichtigen genauer analysieren. Es sollte eine Unterteilung in 2 Gruppen geben, wobei eine Gruppe den üblichen sportlichen Beschäftigungen nachgeht und die zweite Gruppe nur EMS-Trainingseinheiten durchführt. Dadurch kann eine genauere Einschätzung über die Effektivität bei Kombination zwischen EMS und zusätzlichen Kraftsportübungen gemacht werden.

Die Auswertung der Laborberichte ergaben keine auffälligen Werte der Creatinkinase. Dies ist nicht überraschend, da das Blut jeweils vor den Trainingseinheiten gezogen wurde und zwischen den Einheiten eine Regenerationszeit von mindestens 4 Tagen nicht unterschritten wurde.

Um noch exaktere Messwerte aufzunehmen, sollte mit der bioelektrischen Impedanz Analyse gearbeitet werden, die auch bei Übergewichtigen noch genaue Messzahlen angibt und somit das Verhältnis zwischen Körperfett und Muskelmasse erfasst. Alle Probanden zogen am Ende der Studie ein sehr positives Fazit was die Entwicklung ihres Körpers mithilfe der EMS-Trainingseinheiten angeht. Die durchgeführte Onlineumfrage bestätigt dies. Neben dem eigentlichen Untersuchungsziel von Wirkungs- und Effektivitätsanalyse bei EMS Training an Adipositas-Patienten konnte ein sehr angenehmes Verhältnis zwischen dem Trainierenden und dem Trainer geschaffen werden. Alle Teilnehmer waren angenehm überrascht von dieser Trainingsmethode und stellen lediglich den Kostenpunkt für eine Weiterführung als Hindernis fest. Durch die Unterbrechung aufgrund der Corona-Pandemie stellten sich nicht nur positive Veränderungen heraus. Durch den Verzicht von regelmäßigem Sport und der sozialen Isolation kam es bei einem Probanden zu psychischen Problemen, welche durch erhöhte Nahrungszunahme kompensiert wurde. Die Unterstützung und Motivation von Menschen mit Adipositas stellen in der heutigen Zeit eine zentrale Aufgabe dar.

8. Zusammenfassung

Trotz vieler Kampagnen und Aufklärungsstudien zum Thema Übergewicht gibt es in der heutigen Zeit immer mehr Menschen, die unter Fettleibigkeit leiden. Die Ursachen sehen viele an dem Lebensmittelverzehr und Ernährungsverhalten in der Gesellschaft. Allein in Europa hat sich die Zahl der Übergewichtigen in den letzten 3 Jahrzehnten verdreifacht (WHO 2005) [44, S. 281]. Dabei gehen durch Adipositas auch Folgeerkrankungen wie Diabetes, Herz-Kreislauf-Erkrankungen oder Fettleber mit einher.

Das Ziel der Untersuchung war es, die Wirksamkeit von EMS Training an Adipositas-Patienten zu analysieren. Die Studie umfasste insgesamt 5 auswertbare übergewichtige Probanden, 2 freiwillige Probanden aus dem Klinikum, einem Schmerzpatienten und 2 weitere Adipositas-Teilnehmern, die aufgrund der Kürze der Teilnahme nicht auswertbar waren. Bei der Ergebnisauswertung wurde die Gewichtsreduzierung bei allen Übergewichtigen deutlich. Es ist zu berücksichtigen, dass fast alle Teilnehmer einer Diät nachgegangen sind, welche eine größere Gewichtung als das EMS-Training bei der Abnahme einnehmen. Die Ergebnisse zeigen keinen signifikanten Anstieg an Muskelmasse auf, jedoch leichte Tendenzen. Für die Studienteilnehmer war es trotzdem ein kleiner Erfolg, da durch das EMS-Training wöchentlich einer sportlichen Aktivität nachgegangen wurde. Die Stromstimulation hat sich als eine unterstützende Trainingsmethode zum Muskelaufbau bewiesen, welche durch häufigeres Training noch ausbaufähig ist. EMS-Training allein bewirkt dennoch keine schnelle Gewichtsreduktion, sondern nur sehr langsame Fortschritte. Für eine schnellere Umwandlung am Körper empfehlen sich chirurgische Therapien sowie Lebensstilveränderungen in Form von Ernährungsumstellung und verstärkter Bewegung. Die EMS-Trainingsmethode nimmt dabei nur eine begleitende Stellung ein. Durch die gelenkschonende Trainingsmethode bietet es sich trotzdem für Übergewichtige Menschen an. Viele Teilnehmer können sich daher eine Fortsetzung des Trainings außerhalb der Studie vorstellen.

Auch bei der Untersuchung am Schmerzpatienten ist deutlich geworden, dass durch die Stimulation der tiefergelegenen Muskulatur eine Schmerzlinderung hervorgeht. Es kommt zur Stärkung der Skelettmuskulatur und anderen funktionellen Einheiten, die zur Stabilisierung der Wirbelsäule beitragen. Dadurch werden Bandscheiben und Wirbelsäule entlastet, wodurch eine aufrechte Haltung und ein stabiler Gang resultierten. Auch die psychische Verfassung des Patienten konnten durch das Training verbessert werden. Als positive Begleiterscheinung kam es auch hier zur Gewichtsreduktion.

9. Literatur-/Quellenverzeichnis

- [1] Branca F., Nikogosian H., Lobstein T.: Die Herausforderung Adipositas und Strategien zu ihrer Bekämpfung in der Europäischen Region der WHO, Zusammenfassung. Kopenhagen: WHO, 2007.
- [2] Hil: Welche Kosten Adipositas verursacht. ärzteblatt.de, 2016. Unter: <https://www.aerzteblatt.de/nachrichten/72148/Welche-Kosten-Adipositas-verursacht>.
- [3] Bundesministerium für Gesundheit, 2020. Unter: <https://www.bundesgesundheitsministerium.de/themen/praevention/kindergesundheit/praevention-von-kinder-uebergewicht.html>.
- [4] afp/aerzteblatt.de: Adipositas: TK schlägt bundesweiten Aktionsplan vor. Unter: <https://www.aerzteblatt.de/nachrichten/72705/Adipositas-TK-schlaegt-bundesweiten-Aktionsplan-vor>.
- [5] Tomscheit, O., Becker C.: White Paper 2012. In: DIFG e.V. -Deutscher Industrieverband für Fitness und Gesundheit e.V. (2012), S. 7. Unter: <http://www.difg-verband.de/sites/default/files/difg-white-paper-2012.pdf>.
- [6] Zeppenfeld, B.: Anzahl der Mitglieder von EMS-Fitnessstudios in Deutschland 2017, Statista (2017). Unter: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/701666/umfrage/ems-fitnessketten-in-deutschland-anzahl/#statisticContainer>.
- [7] Vatter, Jens; Authenrieth, Sebastian; Müller, Stephan: Betreuungshandbuch EMS (Elektromyostimulation). 1. Auflage. Karlsruhe: Health and Beauty Germany, 2014.
- [8] Vatter, Jens; Authenrieth, Sebastian; Müller, Stephan: EMS Beratungs- und Trainingshandbuch. 1. Auflage. Stuttgart: © GluckerKolleg, 2016.
- [9] Vogelmann, Tim.: Elektromyographische Muskelstimulation/Muskelaktivierung (EMS/EMA) im Leistungs-/Breitensport. Hamburg: Diplomica® Verlag GmbH, 2013.
- [10] Jenrich, W.: Grundlagen der Elektrotherapie. München: Urban und Fischer, 2000.
- [11] Grundlach, Heinrich: Fitnessgeräte: Technik, Training, Varianten. Marburg: ©Tectum Verlag, 2010.
- [12] Kleinröder, H.: Muskeltraining der Zukunft. Medical Sports Network, 2007. Unter: <https://arsathletica.com/wp-content/uploads/2018/08/EMS-Studie-Dr.-Kleino%CC%88der-Artikel.pdf>.
- [13] Kowarschik, J.: Elektrotherapie. Berlin Heidelberg: ©Springer-Verlag, 1920.
- [14] miha bodytec: Wissen kompakt. Gersthofen, 2010- Firmenschrift.
- [15] Borg, G.: Anstrengungsempfinden und körperliche Aktivität. In: Deutsches Ärzteblatt (2004), Heft 15, S. 1016- 1019.

- [16] Löllgen, H., Ulmer, H.: Das „Gespräch“ während der Ergometrie: Die Borg-Skala. In: Deutsches Ärzteblatt, Heft 15, S. 1014.
- [17] Naclerio, F., Rodríguez-Romo, G., Barriopedro-Moro, M. I., Jiménez, A., Alvar, B. A. & Triplett N. T.: Control of resistance training intensity by the omni perceived exertion scale. Journal of Strength and Conditioning Research (2011).
- [18] Robertson, R. J., Goss, F. L., Rutkowski, J., Lenz, B., Dixon, C., Timmer, J., Frazee, K., Dube, J. & Andreacci, J. Concurrent validation of the OMNI perceived exertion scale for resistance exercise. Medicine and Science in Sports and Exercise (2003).
- [19] Löllgen, H.: Das Anstrengungsempfinden (RPE, Borg-Skala). Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin (2004), 55, S. 299-300.
- [20] Decker, J.: Leitlinien zur optimierten Anwendung von Ganzkörper EMS- Safty First! In: newsystems.online(2019). Unter: <https://www.newsystems.online/wissenschaft/leitlinien-zur-optimierten-anwendung-von-ganzkoerper-ems/>.
- [21] Eglseer, D.: Sarkopenie und Ernährungszustand: Eine Untersuchung der Zusammenhänge bei älteren Menschen. Graz: © Springer Fachmedien Wiesbaden, 2016.
- [22] Knecht, S.: EMS Training: „Besser komplett lassen!“. In: derma aktuell, ästhetische dermatologie & kosmetologie (2018).
- [23] Pschyrembel Online. Unter: <https://www.pschyrembel.de/CK/K0C93/doc/>.
- [24] Steffny, H.: Das große Laufbuch. München: Südwest (2019).
- [25] Behringer, M.: Risiken des EMS-Trainings. In: newsystems.online(2016). Unter: <https://www.newsystems.online/wissenschaft/risiken-des-ems-trainings/>.
- [26] Kugler, Peter: Der menschliche Körper: Anatomie Physiologie Pathologie. 3. Auflage. München: Elsevier GmbH, 2017.
- [27] Michels, Hellmuth; Neumann, Claas, Lennart: Kurzlehrbuch Anatomie. 1. Auflage. München: Elsevier GmbH, 2007.
- [28] Pschyrembel Online. Unter: <https://www.pschyrembel.de/Myoglobin/K0EQJ/doc/>.
- [29] Korczak, D., Kister, C.: Wirksamkeit von Diäten zur nachhaltigen Gewichtsreduktion bei Übergewichtig und Adipositas. 1. Auflage. Köln: Health Technology Assessment, 2013.
- [30] Ordemann, J., Elbelt, U.: Adipositas- und metabolische Chirurgie. Berlin Heidelberg: ©Springer-Verlag, 2017.
- [31] Wechsler, J. G.: Adipositas: Ursachen und Therapie. Berlin: ©Blackwell Verlag GmbH, 2003.
- [32] Bischoff, S.C.: Adipositas: Neue Forschungserkenntnisse und klinische Praxis. Berlin/Boston: © Walter de Gruyter GmbH, 2018.

- [33] Radtke, R.: Statistik zu Übergewicht und Fettleibigkeit nach Ländern weltweit. Statista 2019. Unter: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/153908/umfrage/fettleibigkeit-unter-erwachsenen-in-oecd-laendern/>.
- [34] Radtke, R.: Statistik zu Übergewicht unter Frauen in Deutschland. Statista 2019. Unter: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/233461/umfrage/entwicklung-von-uebergewicht-und-adipositas-in-deutschland-unter-frauen/>.
- [35] Radtke, R.: Statistik zu Übergewicht bei Männern. Statista 2019. Unter: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/233449/umfrage/entwicklung-von-uebergewicht-und-adipositas-in-deutschland-bei-maennern/#professional>.
- [36] Uni Ulm: Allgemeine Formulare/Muster Informationsblatt zu Studien. Unter: https://www.unium.de/fileadmin/website_uni_ulm/ethkom/allgem_Formulare/Muster_Informationenblatt_zu_Studien_an_Krpermateralien.pdf.
- [37] Hohenbrink, L.: EMS Training: Wie effektiv und gesund ist Sport unter Strom wirklich? Fit For Fun, 2020. Unter: <https://www.fitforfun.de/abnehmen/ems-training-traumfigur-aus-der-steckdose-149386.html>.
- [38] StimaWell EMS Master: EMS Training für Einsteiger-Alles was du Wissen musst. Unter: <https://www.stimawell.com/de-de/a/ems-training-fuer-einsteiger>.
- [39] Wirth, A.: Adipositas: Epidemiologie. Ätiologie. Folgekrankheiten. Therapie. Berlin Heidelberg: ©Springer-Verlag, 1997.
- [40] EMS Studie 2017: Die erste Endkundenbefragung. 2017. Unter: <https://www.ems-training.de/assets/doc/EMS-Studie-2017.pdf>.
- [41] Redaktion EMS-TRAINING.DE: Was kostet EMS Training. 2020. Unter: <https://www.ems-training.de/magazin/article/was-kostet-emstraining#:~:text=80%2D120%20Euro%20pro%20Monat,20%2D35%20Euro%20pro%20Trainingseinheit>.
- [42] Grifka, Joachim; Schönle, Christoph: Praxiswissen Halte- und Bewegungsorgane, Rehabilitation. Stuttgart: ©Georg Thieme Verlag, 2004.
- [43] Buchhold, Happoldt, H.: Elektrische Kraftwerke und Netze. 4. neubearbeitet Auflage. Berlin Heidelberg: ©Springer Verlag, 1963.
- [44] Hensen, P., Kölzer, C.: Die gesunde Gesellschaft. Wiesbaden: ©VS Verlag für Sozialwissenschaft, Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH, 2011.
- [45] Jochmann, E.: Grundriss der Experimentalphysik. 1. Auflage. Paderborn: Salzwasser Verlag GmbH, 1883.
- [46] Breuer, Hans: Taschenatlas Physik für Mediziner. Berlin Heidelberg: ©Springer Verlag, 1989.
- [47] Gasser, Peter: Neurophysiologische Grundlagen des Lehrens und Lernens. Bern: hep der bildungsverlag, 2008.

- [48] Boeckh-Behrens, W.-U., Grützmaker, N., Sebelefsky, J.: Ganzkörper-Elektromuskelstimulation (EMS-Training) gegen Rückenbeschwerden. Unveröff. Diplomarbeit, Universität Bayreuth, 2002).
- [49] Redaktion EMS-Training.de: Rückenschmerzen im unteren Rücken mit EMS bekämpfen. 2020. Unter:
<https://www.emstraining.de/magazin/article/rueckenschmerzen-im-unteren-ruecken-mit-ems-bekaempfen>
- [50] Sachsenmaier, Brigitte: Inkontinenz: Hilfe, Versorgung und Pflege. Hannover: ©Schlütersche Verlagsanstalt und Druckerei-GmbH & Co., 1991.
- [51] Boeckh-Behrens, W.-U., Schäffer, G.: Elektromyostimulationstraining mit dem Body-Transformer – eine innovative Methode zur Linderung der Harninkontinenz. Erste wissenschaftliche Studie am Institut für Sportwissenschaft der Universität Bayreuth. 2002.
- [52] Fritzsche, D., Freund, A., Schenk, S., Mellwig, K.-P., Kleinröder, H., Gummert, J., Horstkotte, D., Elektromyostimulation EMS bei kardiologischen Patienten. Wird das EMS-Training bedeutsam für die Sekundärprävention? 2010. Unter:
<https://docplayer.org/22619249-Studien-zur-elektromuskelstimulation.html> .
- [53] Kemmler, W., Engelke, K., von Stengel, S.: Ganzkörper-Elektrostimulation zur Prävention der Sarkopenie bei einem älteren Risikokollektiv. Die Test-III Studie. Hannover: Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin. Jahrgang 63, Nr. 12, 2012.
- [54] Deutsche Gesellschaft für Innere Medizin e.V. (DGIM): Schwäche, Sturzgefahr und Knochenbrüche: Altersproblem Muskelabbau wird oft unterschätzt. 2017. Unter:
https://www.dgim.de/fileadmin/user_upload/PDF/Pressemeldungen/DGIM_PM_Sarkopenie_F.pdf .
- [55] Stahl, Kristina; Schoser, Benedikt: Zerfall der Skelettmuskulatur. DNP- Der Neurologe & Psychiater. 20. Auflage. Berlin: Springer Medizin Verlag GmbH, 2019.
- [56] Kemmler, W., Teschler, M., Bebenek, M., & Von Stengel, S.: Hohe Kreatinkinase-Werte nach exzessiver Ganzkörper-Elektrostimulation: Gesundheitliche Relevanz und Entwicklung im Trainingsverlauf. 2015. Wiener Medizinische Wochenzeitschrift, 165.
- [57] H. Hauner (federführend), G. Buchholz, A. Hamann, B. Husemann, B. Koletzko, H. Liebermeister, M. Wabitsch, J. Westenhöfer, A. Wirth, G. Wolfram: Prävention und Therapie der Adipositas. Deutsche Adipositas-Gesellschaft, Deutsche Diabetes-Gesellschaft, Deutsche Gesellschaft für Ernährung, Deutsche Gesellschaft für Ernährungsmedizin. 2007. Unter:
https://www.researchgate.net/profile/Berthold_Koletzko/publication/251776325_Praevention_und_Therapie_der_Adipositas/links/55aa774f08aea3d0868273fb/Praevention-und-Therapie-der-Adipositas.pdf .
- [58] Kurz, Gunther: Der Einfluss von Randbedingungen auf das Testergebnis von Muskelkontraktion. Universität Karlsruhe, Geistes- und Sozialwissenschaften, Dissertation, 2008.

- [59] EMS-TRAINING.de: Risiko EMS? Wir klären auf! 2016. Unter: https://www.ems-training.de/magazin/article/risiko-ems-wir-klären-auf#content_wasistems .
- [60] Benton, Laurel A.; Baker, Lucinda L.; Bowman, Bruce R.; Waters, Robert L.: Funktionelle Elektrostimulation: Ein Leitfaden für die Praxis. Darmstadt: Steinkopff Verlag, 1983.
- [61] BSA-Akademie: Prävention, Fitness, Gesundheit: Lehrbrief EMS Trainer/in. School for Health Management. Unter: https://www.bsa-akademie.de/fileadmin/bsa-akademie/downloads/bsp_lehrgangsmaterial/fitness_individual/auszug_lb_emstr.pdf
- [62] Huch, Renate; Jürgens, Klaus D.: Mensch Körper Krankheit. 8. Auflage. München: Elsevier GmbH, 2019.
- [63] Döderlein, Leonhard.: Infantile Zerebralparese: Diagnostik, konservative und operative Therapie. München: Steinkopff Verlag, 2007.
- [64] Kindermann, W.: Kreatinkinase-Werte nach Sport. In: Deutsches Ärzteblatt (2016). Heft 19, S. 344.
- [65] Kemmler, W., Teschler, M., Bebenek, M., Von Stengel, S.: Hohe Kreatinkinase-Werte nach exzessiver Ganzkörper-Elektromyostimulation: gesundheitliche Relevanz und Entwicklung im Trainingsverlauf. Wiener Medizinische Wochenschrift. Ausgabe 21-22. Wien: ©Springer-Verlag (2015).
- [66] Mißfeldt, Martin: Was sind Lipoproteine? Blutwerte.net. ©2017-2020. Unter: <https://www.blutwert.net/blutfette/lipoprotein.php>

Anhang

Anhang 1: Übersicht zu den aufgenommenen Werten von Proband 1

Training	Größe in m	Gewicht in kg	BMI	Taillenumfang in m	Hüftumfang in m	WHR	Armumfang in m	Oberschenkelumfang in m
1	1,71	158,2	54,0	1,34	1,69	0,80	0,44	0,72
2	1,71	159,6	54,7	1,34	1,69	0,81	0,42	0,72
3	1,71	158,8	54,4	1,33	1,67	0,81	0,41	0,73
4	1,71	158,1	54,3	1,34	1,68	0,78	0,42	0,73
5	1,71	157,6	53,9	1,34	1,66	0,79	0,42	0,72
6	1,71	158,3	54,1	1,30	1,66	0,78	0,42	0,73
7	1,71	159,2	54,4	1,30	1,65	0,79	0,42	0,73
8	1,71	156,2	53,4	1,30	1,65	0,79	0,42	0,72
9	1,71	130,7	44,5	1,19	1,39	0,86	0,40	0,61

Anhang 2: Übersicht zu den aufgenommenen Werten von Proband 2

Training	Größe in m	Gewicht in kg	BMI	Tailenumfang in m	Hüftumfang in m	WHR	Armumfang in m	Oberschenkelumfang in m	Körperfett in %	Muskelmasse in %
1	1,68	93,3	33,0	0,99	1,15	0,86	0,30	0,60	41,9	34,4
2	1,68	93,2	33,0	0,99	1,16	0,85	0,29	0,60	41,8	34,4
3	1,68	94,0	33,3	1,00	1,17	0,85	0,29	0,61	42,4	34,3
4	1,68	93,8	33,2	0,98	1,16	0,85	0,30	0,60	42,4	34,3
5	1,68	91,8	32,5	0,99	1,16	0,85	0,30	0,60	40,8	34,6
6	1,68	92,0	32,6	0,98	1,15	0,85	0,3	0,61	40,9	34,6
7	1,68	90,7	32,1	0,97	1,14	0,85	0,32	0,61	39,9	34,8
8	1,68	90,6	32,1	0,95	1,13	0,84	0,32	0,60	39,9	34,9
9	1,68	90,8	32,1	0,95	1,13	0,84	0,32	0,60	40	34,9
10	1,68	90,7	32,1	0,95	1,13	0,84	0,33	0,61	39,9	34,8
11	1,68	90,5	32,0	0,84	1,12	0,84	0,33	0,60	39,8	34,9
12	1,68	92,2	32,6	0,95	1,13	0,84	0,31	0,60	41,1	34,6

Anhang 3: Übersicht zu den aufgenommenen Werten von Proband 3

Training	Größe in m	Gewicht in kg	BMI	Tallenumfang in m	Hüftumfang in m	WHR	Armumfang in m	Oberschenkelumfang in m	Körperfett in %	Muskelmasse in %
1	1,60	131,0	51,2	1,25	1,50	0,83	0,38	0,72	47,2	27,5
2	1,60	130,2	50,8	1,25	1,50	0,83	0,37	0,71	47,4	27,4
3	1,60	129,2	50,4	1,25	1,50	0,83	0,38	0,71	47,0	27,5
4	1,60	128,0	50,0	1,25	1,50	0,83	0,37	0,71	47,1	27,5
5	1,60	123,0	48,0	1,24	1,49	0,83	0,38	0,71	46,7	27,6
6	1,60	121,3	47,4	1,24	1,48	0,84	0,37	0,71	46,5	27,6
7	1,60	121,0	47,3	1,23	1,44	0,85	0,37	0,71	46,5	27,6
8	1,60	120,0	46,9	1,20	1,43	0,84	0,37	0,68	46,3	27,7
9	1,60	120,0	46,9	1,21	1,43	0,85	0,38	0,68	46,3	27,7
10	1,60	117,3	45,8	1,18	1,40	0,84	0,38	0,68	46	27,7
11	1,60	117,0	45,7	1,18	1,38	0,86	0,39	0,66	46,1	27,7
12	1,60	104,7	40,9	1,11	1,29	0,86	0,36	0,65	44,1	28,1
13	1,60	104,7	40,9	1,10	1,28	0,86	0,36	0,65	44,1	28,1
14	1,60	104,7	40,9	1,10	1,28	0,86	0,35	0,65	44,1	28,2
15	1,60	104,0	40,6	1,10	1,28	0,86	0,35	0,65	44,0	28,3

Anhang 4: Übersicht zu den aufgenommenen Werten von Proband 4

Training	Größe in m	Gewicht in kg	BMI	Taillenumfang in m	Hüftumfang in m	WHR	Armumfang in m	Oberschenkelumfang in m
1	1,58	111,9	44,9	1,07	1,39	0,77	0,36	0,71
2	1,58	111,9	44,9	1,05	1,39	0,76	0,36	0,71
3	1,58	107,7	43,1	1,05	1,37	0,77	0,35	0,70
4	1,58	108,2	43,3	1,05	1,36	0,77	0,35	0,70
5	1,58	109,1	43,7	1,03	1,36	0,76	0,35	0,70
6	1,58	109,1	43,7	1,03	1,35	0,76	0,35	0,71

Anhang 5: Übersicht zu den aufgenommenen Werten von Proband 5

Training	Größe in m	Gewicht in kg	BMI	Tallenumfang in m	Hüftumfang in m	WHR	Armumfang in m	Oberschenkelumfang in m
1	1,61	117,7	45,5	1,14	1,30	0,88	0,35	0,65
2	1,61	119,3	45,9	1,15	1,32	0,87	0,36	0,67
3	1,61	114,4	44,0	1,11	1,30	0,85	0,35	0,67
4	1,61	114,7	44,0	1,09	1,30	0,84	0,35	0,66
5	1,61	112,8	43,5	1,08	1,30	0,83	0,36	0,66
6	1,61	113,5	43,8	1,07	1,28	0,84	0,36	0,66
7	1,61	111,6	43,1	1,07	1,27	0,84	0,36	0,65
8	1,61	113,0	43,6	1,08	1,30	0,83	0,37	0,65
9	1,61	97,7	37,7	0,93	1,18	0,79	0,33	0,57

Anhang 6: Übersicht zu den aufgenommenen Werten von Proband 1 vom Klinikum

Training	Größe in m	Gewicht in kg	BMI	Tallenumfang in m	Hüftumfang in m	WHR	Armumfang in m	Oberschenkelumfang in m	Körperfett in %	Muskelmasse in %
1	1,61	80,5	31,0	0,92	1,16	0,79	0,31	0,61	37,7	33,5
2	1,61	79,9	30,8	0,92	1,16	0,79	0,31	0,62	37,2	33,6
3	1,61	79,8	30,8	0,92	1,16	0,79	0,32	0,62	37,1	33,6
4	1,61	79,9	30,8	0,93	1,17	0,79	0,32	0,60	37,1	33,6
5	1,61	79,6	30,7	0,93	1,16	0,80	0,32	0,60	37,0	33,4
6	1,61	80,6	31,0	0,93	1,14	0,82	0,31	0,59	37,7	33,5
7	1,61	80,5	31,0	0,93	1,14	0,82	0,31	0,60	37,7	33,6
8	1,61	79,6	30,7	0,89	1,14	0,79	0,33	0,58	36,9	33,6
9	1,61	79,8	30,7	0,89	1,14	0,79	0,32	0,58	37,1	33,6
10	1,61	79,7	30,7	0,87	1,14	0,76	0,32	0,59	37,0	33,6
11	1,61	79,8	30,8	0,88	1,15	0,77	0,32	0,59	37,2	33,7
12	1,61	80,7	31,1	0,88	1,14	0,77	0,32	0,60	37,6	33,4
13	1,61	80,6	31,0	0,90	1,14	0,79	0,33	0,60	37,7	33,5

Anhang 7: Übersicht zu den aufgenommenen Werten von Proband 2 vom Klinikum

Training	Größe in m	Gewicht in kg	BMI	Tailenumfang in m	Hüftumfang in m	WHR	Armumfang in m	Oberschenkelumfang in m	Körperfett in %	Muskelmasse in %
1	1,62	82,7	31,5	0,95	1,14	0,83	0,34	0,60	38,6	34,1
2	1,62	82,2	31,3	0,95	1,14	0,83	0,33	0,62	38,2	34,2
3	1,62	83,5	31,8	0,95	1,15	0,83	0,33	0,62	39,3	34,0
4	1,62	82,7	31,5	0,95	1,16	0,82	0,32	0,62	38,6	34,1
5	1,62	82,7	31,5	0,94	1,15	0,82	0,34	0,63	38,6	34,1
6	1,62	82,9	31,5	0,95	1,16	0,82	0,34	0,63	38,8	34,1
7	1,62	82,9	31,6	0,94	1,15	0,82	0,35	0,62	38,8	34,1
8	1,62	81,3	31,6	0,93	1,14	0,82	0,33	0,63	37,6	34,4
9	1,62	83,3	31,7	0,93	1,14	0,82	0,33	0,62	39,1	34,0
10	1,62	83,0	31,6	0,92	1,14	0,81	0,33	0,61	38,8	34,1
11	1,62	82,5	31,4	0,90	1,15	0,78	0,33	0,60	38,5	34,2
12	1,62	82,4	31,3	0,90	1,14	0,79	0,33	0,61	38,3	34,2
13	1,62	82,3	31,3	0,90	1,14	0,79	0,34	0,61	38,3	34,2
14	1,62	81,9	31,2	0,90	1,13	0,80	0,33	0,62	38,0	34,3
15	1,62	83,1	31,6	0,93	1,14	0,82	0,33	0,61	38,9	34,1
16	1,62	82,7	31,5	0,91	1,13	0,81	0,33	0,61	38,6	34,1

Anhang 8: Übersicht zu den aufgenommenen Werten vom Schmerzpatienten

Training	Größe in m	Gewicht in kg	BMI	Tallenumfang in m	Hüftumfang in m	WHR	Armumfang in m	Oberschenkelumfang in m	Körperfett in %	Muskelmasse in %
1	1,74	94,6	31,2	1,02	1,04	0,98	0,34	0,52	30,8	36,5
2	1,74	89,8	29,7	1,02	1,04	0,98	0,33	0,51	28,6	37,5
3	1,74	88,2	29,1	1,00	1,01	0,99	0,33	0,51	26,5	37,8
4	1,74	87,0	28,7	0,98	1,00	0,98	0,34	0,50	25,7	38,1
5	1,74	87,9	29,0	0,99	1,00	0,99	0,34	0,49	26,3	37,9
6	1,74	87,5	29,2	0,98	1,01	0,97	0,33	0,48	26,7	37,8
7	1,74	87,8	29,1	0,98	1,01	0,97	0,33	0,48	26,8	37,8
8	1,74	87,3	28,6	0,99	1,01	0,98	0,32	0,49	26,6	37,9
9	1,74	86,7	29,1	0,99	1,00	0,99	0,33	0,49	25,5	38,1
10	1,74	89,6	29,6	0,97	0,98	0,99	0,31	0,48	27,6	37,5
11	1,74	88,2	29,1	0,97	0,98	0,99	0,31	0,48	26,5	37,8
12	1,74	88,8	29,3	0,98	0,99	0,99	0,32	0,48	26,9	37,7
13	1,74	88,1	29,1	0,98	0,99	0,99	0,33	0,48	26,5	37,8

Anhang 9: Laborwerte Proband 1

Laborbericht				
Untersuchung	Ergebnis	Einheit	Referenzbereich	US
Glucosestoffwechsel				
HbA1c	5,6	%	4,8-5,9	1
HbA1c (mmol/mol Hb)	37	mmol/mol Hb	29,0-41,0	1
Klinische Chemie				
Natrium i.S.	138	mmol/l	136-145	1
Kalium i.S.	4,7	mmol/l	3,3-5,1	1
Calcium i.S.	2,40	mmol/l	2,15-2,64	1
Chlorid i.S.	L 98	mmol/l	98-106	1
ALAT i.S.	0,17	µkat/l	0,17-0,60	1
ASAT i.S.	0,31	µkat/l	<0,52	1
Cholesterol i.S.	4,7	mmol/l	<5,20	1
Triglyceride i.S.	1,19	mmol/l	<1,70	1
Triglyceride stellen kein primäres Therapieziel dar, niedrige Werte (< 1,7 mmol/l) sind jedoch mit geringerem Risiko für kardiovaskuläre Erkrankungen verbunden.				
Bewertung nach AACE 2017: normal < 1,7 mmol/l grenzwertig erhöht 1,7 - 2,2 mmol/l erhöht ≥ 2,3 mmol/l				
Lipoprotein (a) i.S.	H 251,0	nmol/l	<75,0	1
Creatinkinase i.S.	1,91	µkat/l	<3,20	1
Untersuchungsstandorte (US): 1 Labor Chemnitz				

Anhang 10: Laborwerte Proband 2

Laborbericht				
Untersuchung	Ergebnis	Einheit	Referenzbereich	US
Glucosestoffwechsel				
HbA1c	5,6	%	4,8-5,9	1
HbA1c (mmol/mol Hb)	38	mmol/mol Hb	29,0-41,0	1
Klinische Chemie				
Natrium i.S.	141	mmol/l	136-145	1
Kalium i.S.	4,8	mmol/l	3,3-5,1	1
Calcium i.S.	2,36	mmol/l	2,15-2,64	1
ALAT i.S.	0,42	µkat/l	0,17-0,60	1
ASAT i.S.	0,41	µkat/l	<0,52	1
Gamma-GT i.S.	0,56	µkat/l	0,08-0,60	1
HDL-Cholesterol i.S.	L 1,20	mmol/l	>1,20	1
HDL-Cholesterin stellt kein primäres Therapieziel dar, höhere Werte sind jedoch mit geringerem Risiko für kardiovaskuläre Erkrankungen verbunden.				
LDL-Cholesterol i.S.	H 4,31	mmol/l	<2,60	1
Zielwerte nach ESC/EAS 2016: bei niedrigem bis mittlerem Risiko < 3,0 mmol/l bei hohem Risiko < 2,6 mmol/l bei sehr hohem Risiko < 1,8 mmol/l				
Lipoprotein (a) i.S.	9,4	nmol/l	<75,0	1
Creatinkinase i.S.	1,10	µkat/l	<3,20	1
Untersuchungsstandorte (US): 1 Labor Chemnitz				

Anhang 11: Laborwerte Proband 3

Laborbericht				
Untersuchung	Ergebnis	Einheit	Referenzbereich	US
Glucosestoffwechsel				
HbA1c	5,4	%	4,8-5,9	1
HbA1c (mmol/mol Hb)	36	mmol/mol Hb	29,0-41,0	1
Klinische Chemie				
Natrium i.S.	141	mmol/l	136-145	1
Kalium i.S.	H 5,3	mmol/l	3,3-5,1	1
Calcium i.S.	2,42	mmol/l	2,15-2,64	1
ALAT i.S.	0,38	µkat/l	0,17-0,60	1
ASAT i.S.	0,31	µkat/l	<0,52	1
Gamma-GT i.S.	0,23	µkat/l	0,08-0,60	1
HDL-Cholesterol i.S.	L 1,16	mmol/l	>1,20	1
HDL-Cholesterin stellt kein primäres Therapieziel dar, höhere Werte sind jedoch mit geringerem Risiko für kardiovaskuläre Erkrankungen verbunden.				
LDL-Cholesterol i.S.	H 2,67	mmol/l	<2,60	1
Zielwerte nach ESC/EAS 2016: bei niedrigem bis mittlerem Risiko < 3,0 mmol/l bei hohem Risiko < 2,6 mmol/l bei sehr hohem Risiko < 1,8 mmol/l				
Lipoprotein (a) i.S.	16,9	nmol/l	<75,0	1
Creatinkinase i.S.	1,42	µkat/l	<3,20	1
Untersuchungsstandorte (US): 1 Labor Chemnitz				

Anhang 12: Laborwerte Proband 4

Laborbericht				
Untersuchung	Ergebnis	Einheit	Referenzbereich	US
Glucosestoffwechsel				
HbA1c	5,8	%	4,8-5,9	1
HbA1c (mmol/mol Hb)	40	mmol/mol Hb	29,0-41,0	1
Klinische Chemie				
Natrium i.S.	140	mmol/l	136-145	1
Kalium i.S.	4,7	mmol/l	3,3-5,1	1
Calcium i.S.	2,40	mmol/l	2,15-2,64	1
Creatinin i.S.	71	µmol/l	45-84	1
kalkul. GFR (Creatinin, CKD-EPI)	82	ml/min/1,73m ²	>60	1
ALAT i.S.	0,20	µkat/l	0,17-0,60	1
ASAT i.S.	0,26	µkat/l	<0,52	1
Cholesterol i.S.	H 5,4	mmol/l	<5,20	1
Triglyceride i.S.	0,98	mmol/l	<1,70	1
Triglyceride stellen kein primäres Therapieziel dar, niedrige Werte (< 1,7 mmol/l) sind jedoch mit geringerem Risiko für kardiovaskuläre Erkrankungen verbunden.				
Bewertung nach AACE 2017: normal < 1,7 mmol/l grenzwertig erhöht 1,7 - 2,2 mmol/l erhöht ≥ 2,3 mmol/l				
Creatinkinase i.S.	0,87	µkat/l	<3,20	1
Untersuchungsstandorte (US): 1 Labor Chemnitz				

Anhang 13: Laborwerte Proband 5

Laborbericht				
Untersuchung	Ergebnis	Einheit	Referenzbereich	US
Klinische Chemie				
ALAT i.S.	0,46	µkat/l	0,17-0,60	1
ASAT i.S.	0,44	µkat/l	<0,52	1
HDL-Cholesterol i.S.	1,42	mmol/l	>1,20	1
HDL-Cholesterin stellt kein primäres Therapieziel dar, höhere Werte sind jedoch mit geringerem Risiko für kardiovaskuläre Erkrankungen verbunden.				
LDL-Cholesterol i.S.	2,39	mmol/l	<2,60	1
Zielwerte nach ESC/EAS 2016: bei niedrigem bis mittlerem Risiko < 3,0 mmol/l bei hohem Risiko < 2,6 mmol/l bei sehr hohem Risiko < 1,8 mmol/l				
Creatinkinase i.S.	1,60	µkat/l	<3,20	1
Untersuchungsstandorte (US): 1 Labor Chemnitz				

Anhang 14: Laborwerte Schmerzpatient

Laborbericht				
Untersuchung	Ergebnis	Einheit	Referenzbereich	US
Glucosestoffwechsel				
HbA1c	5,4	%	4,8-5,9	1
HbA1c (mmol/mol Hb)	35	mmol/mol Hb	29,0-41,0	1
Klinische Chemie				
Natrium i.S.	139	mmol/l	132-146	1
Kalium i.S.	5,2	mmol/l	3,7-5,4	1
Calcium i.S.	2,47	mmol/l	2,15-2,64	1
ALAT i.S.	0,35	µkat/l	0,17-0,85	1
ASAT i.S.	0,31	µkat/l	<0,62	1
Gamma-GT i.S.	0,53	µkat/l	0,13-1,02	1
HDL-Cholesterol i.S.	1,16	mmol/l	>1,00	1
HDL-Cholesterin stellt kein primäres Therapieziel dar, höhere Werte sind jedoch mit geringerem Risiko für kardiovaskuläre Erkrankungen verbunden.				
LDL-Cholesterol i.S.	H 3,77	mmol/l	<2,60	1
Zielwerte nach ESC/EAS 2016: bei niedrigem bis mittlerem Risiko < 3,0 mmol/l bei hohem Risiko < 2,6 mmol/l bei sehr hohem Risiko < 1,8 mmol/l				
Lipoprotein (a) i.S.	< 7	nmol/l	<75,0	1
Creatinkinase i.S.	0,83	µkat/l	<5,15	1
Untersuchungsstandorte (US): 1 Labor Chemnitz				

Anhang 15: Auswertung Onlineumfrage

EMS Training

1. Haben Sie vor der Studie schon einmal vom EMS Krafttraining gehört? *

Anzahl Teilnehmer: 7

5 (71.4%): ja

2 (28.6%): nein



2. Wie wurden Sie darauf aufmerksam?

Anzahl Teilnehmer: 5

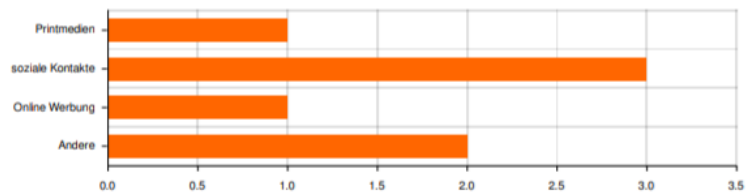
1 (20.0%): Printmedien

3 (60.0%): soziale Kontakte

1 (20.0%): Online Werbung

- (0.0%): EMS-Studios

2 (40.0%): Andere



Antwort(en) aus dem Zusatzfeld:

- Selbsthilfegruppe

- Adipositas-SHG

3. Wurden vor der Studie schon EMS Trainingseinheiten absolviert?

Anzahl Teilnehmer: 5

- (0.0%): ja

5 (100.0%): nein



4. Wie oft hatten Sie vor der Studie schon EMS Training?

Anzahl Teilnehmer: 0

- (0%): einmal
- (0%): zweimal
- (0%): >fünfmal
- (0%): >zehnmal
- (0%): Andere

5. Welchen Eindruck hatten Sie, als Sie zum ersten mal vom Training mittels Strom gehört haben?
Waren Sie eher skeptisch, zuversichtlich oder eventuell nervös wegen der Therapie mit Strom?

Anzahl Teilnehmer: 7

- Keine Nervosität, war lediglich gespannt Wie es wohl sein wird. Vorfreude auf wenig Training mit viel Effekt.
- Zuversichtlich und auch nervös, da man es erst am eigenen Körper spüren muss um sich wirklich ein Bild machen zu können.
- Im großen und ganzen eher zuversichtlich mit einer Spur Nervosität.
- neugierig, aber skeptisch
- Ich war neugierig wie es funktioniert
- Ich war nicht nervös und skeptisch, sondern sehr zuversichtlich.
- Skeptisch und interessiert

6. Welches Ziel haben Sie mit dem Training verfolgt? *

Anzahl Teilnehmer: 7

6 (85.7%): Muskelaufbau

4 (57.1%): Fitness im Allgemeinen verbessern

2 (28.6%): Besserung der Rückenschmerzen

5 (71.4%): Gewichtsreduzierung

1 (14.3%): Muskelerhalt

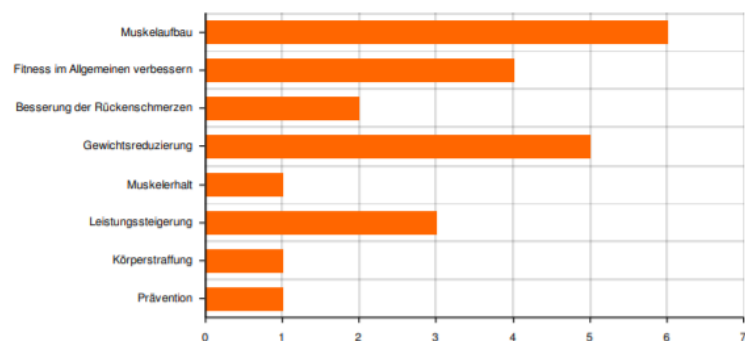
- (0.0%): Rehabilitation

3 (42.9%): Leistungssteigerung

1 (14.3%): Körperstraffung

1 (14.3%): Prävention

- (0.0%): Andere



7. Konnten Sie in der Zeit einige Ihrer Ziele erreichen? *

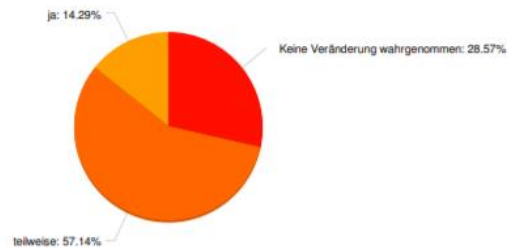
Anzahl Teilnehmer: 7

- (0.0%): Eine eher gegenteilige Wirkung wurde erzielt

2 (28.6%): Keine Veränderung wahrgenommen

4 (57.1%): teilweise

1 (14.3%): ja



8. Welche von Ihnen verfolgte Ziele konnten Sie erreichen?

Anzahl Teilnehmer: 5

- Gewichtsabnahme
- leichte Gewichtsabnahme
- bessere Kondition
- das Gleichgewicht hat sich verbessert
- Das Verhältnis Fett/Muskeln hat sich positiv entwickelt
- Gewichtsreduzierung
- Weniger Rückenschmerzen

9. Insofern leichte Veränderungen am Körper aufgetreten sind, wann wurden diese wahrgenommen?

Anzahl Teilnehmer: 5

- (0.0%): Nach dem ersten Training

4 (80.0%): Nach mehreren Wochen

- (0.0%): Nach zwei Monaten

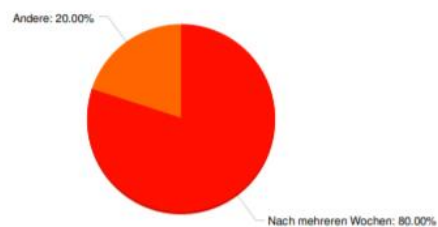
- (0.0%): Am Ende der Studie

- (0.0%): Gar nicht

1 (20.0%): Andere

Antwort(en) aus dem Zusatzfeld:

- ca. nach dem 3. Training



10. Wie zufrieden sind Sie mit der Erfüllung Ihrer Zielsetzung durch das EMS Training? *

Anzahl Teilnehmer: 7

	Überhaupt nicht (1)		eher nicht (2)		teils, teils zufrieden (3)		eher zufrieden (4)		komplett zufrieden (5)		keine Beurteilung (6)			
	Σ	%	Σ	%	Σ	%	Σ	%	Σ	%	Σ	%	Ø	±
Erfüllung der Zielsetzung	-	-	-	-	3x	42,86	-	-	2x	28,57	2x	28,57	4,43	1,40



11. Haben Sie neben der Studie eine dauerhafte Diät durchgeführt? *

Anzahl Teilnehmer: 7

4 (57.1%): ja

3 (42.9%): nein

- (0.0%): teilweise



12. Welche Diät haben Sie verfolgt?

Anzahl Teilnehmer: 4

- Intervallfasten, Kalorienreduktion
- Durch die Operation/ Magenbypass ist die Nahrungsaufnahme auf 150 g pro Mahlzeit beschränkt.
- Verzicht auf Kohlenhydrate
- vermehrte Eiweißzufuhr
- Ernährungsumstellung mit Ernährungsberaterin

13. Wie streng waren Sie bei der Einhaltung der Diät?

Anzahl Teilnehmer: 4

	gar nicht (1)		ab und zu (2)		eher streng (3)		sehr streng (4)		nicht beurteilbar (5)			
	Σ	%	Σ	%	Σ	%	Σ	%	Σ	%	Ø	±
Diät	-	-	1x	25,00	2x	50,00	1x	25,00	-	-	3,00	0,82



14. Was gefällt Ihnen am EMS Training besonders?

Anzahl Teilnehmer: 7

7 (100.0%): Geringer Zeitaufwand

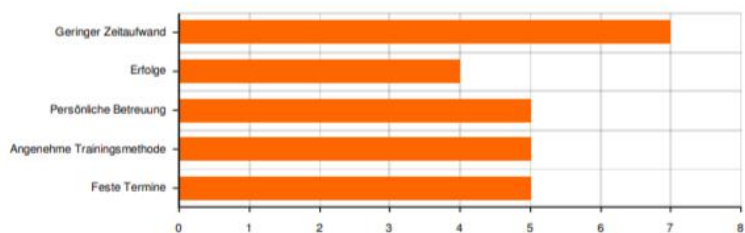
4 (57.1%): Erfolge

5 (71.4%): Persönliche Betreuung

5 (71.4%): Angenehme Trainingsmethode

5 (71.4%): Feste Termine

- (0.0%): Andere



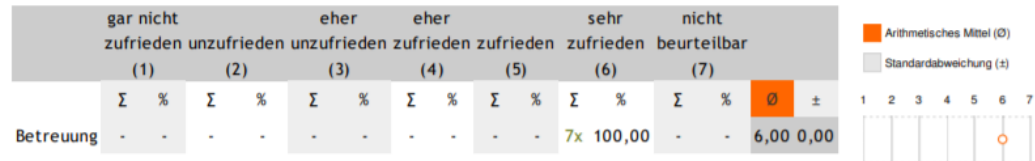
15. Wie zufrieden waren Sie mit dem EMS Training? *

Anzahl Teilnehmer: 7



16. Wie zufrieden waren Sie mit der Betreuung während der Trainingseinheit? *

Anzahl Teilnehmer: 7



17. Würde es für Sie infrage kommen, das Training kostenpflichtig weiter im Studio zu verfolgen? *

Anzahl Teilnehmer: 7

- (0.0%): ja

2 (28.6%): nein

5 (71.4%): vielleicht



18. Warum verfolgen Sie das Training nicht mehr kostenpflichtig weiter?

Anzahl Teilnehmer: 2

2 (100.0%): Kosten

- (0.0%): Zeit

- (0.0%): Keine Erfüllung der vorgegebenen Ziele

- (0.0%): Keine angepasste Trainingsform für mich

- (0.0%): Eigene Angabe

- (0.0%): Andere



19. Eigene Bemerkungen

Anzahl Teilnehmer: 4

- Ich freue mich das ich an dieser Studie teilnehmen konnte. Es war eine erfolgreiche Zeit für mich und ich habe diese art zu trainieren gern gemacht. Es war anstrengend und doch vom Zeitaufwand überschaubar. Vielen Dank für diese Möglichkeit und Ihnen alles gute und viel Erfolg für Ihr Studium.
- Vielen Dank für Ihr Engagement.
- Wenn der Preis nicht so hoch wäre, wäre es eine gute, nicht so zeitaufwendige Ergänzung zum Sportprogramm.
- Leider konnte es nicht zu Ende geführt werden

Informationsblatt EMS

PROBANDENINFORMATION

Sehr geehrte Probandin, sehr geehrter Proband,
Wir möchten Sie bitten, an der folgenden Studie teilzunehmen:

Elektromyostimulation

EMS bedeutet nichts anderes als Elektro-Muskel-Stimulation. Bei diesem Prinzip werden körpereigene Abläufe ausgenutzt und intensiviert. Jede Bewegung, die der Körper unternimmt, entsteht im Gehirn. Dabei gehen die bioelektrischen Impulse über die Nervenbahnen direkt in die Muskeln. Der Impuls, der vom EMS Gerät ausgeht, intensiviert lediglich den schon vorhandene, körpereigenen Impuls. Es kommt während und bis einige Stunden nach dem Training zu einer höheren Stoffwechselaktivität mit einem nachhaltigen Aufbau fettfreier Muskelmasse sowie der Zunahme des Grundumsatzes.

Neben dem Ziel der Gewichtsreduzierung kann das EMS Training auch zur Stärkung bzw. Minimierung von Problemen des Rückens bzw. der Wirbelsäule genutzt werden.

Ablauf des Trainings

Jeder Patient bekommt zu Beginn eine individuelle Trainingskleidung. Diese wird während des Trainings unter dem Elektrodenanzug getragen. Dabei sollte auf den richtigen Sitz sowie auf die Vermeidung von Überlappungen von Hose und Oberteil geachtet werden, da es sonst zur Verminderung des Impulses kommt. Zudem sollte während der Trainingseinheit Sportschuhe getragen werden. Diese gewährleisten einen gewissen Komfort für die Füße.

Beim Anlegen der Elektrodenweste ist darauf zu achten, dass diese an dem Oberkörper gut angepasst ist. Vor dem Beginn der Trainingseinheit sollte ein zweiminütiges Warm-up absolviert werden. Neben dem Brust-Stretch und Rücken-Stretch sollten auch Rumpfrotationen sowie eine Dehnung der Adduktoren erfolgen.

Hinweise an den Patienten

Die Anwendung muss bei Unwohlsein, Schwindelgefühl oder Herzschmerzen sofort beendet werden.

Vor dem Anlegen der Elektroden sollte darauf geachtet werden, dass sich auf der vorgesehenen Fläche für die Elektrode keine Verletzungen befinden. Insofern an dieser Stelle Hautverletzungen wie bspw. Entzündungen, Wunden, Verbrennungen, Reizungen vorhanden, bitte dem durchführendem Trainer unverzüglich mitteilen.

Sollte eine Hitzeentwicklung auf der Haut wahrgenommen werden, dies bitte sofort melden.

Die Muskeln, welche stimuliert werden, sollten bei verschiedenen Übungen stets willentlich angespannt und dadurch kontrolliert werden.

Insofern folgende Krankheiten bekannt, dann vorher dem Trainer mitteilen:

Epilepsie, Herzschrittmacher, Schwangerschaft, Schwere Durchblutungsstörung, Bauchwand- oder Leistenhernie, Tuberkulose, Tumor-Erkrankungen, Arteriosklerose in fortgeschrittenem Stadium, arterielle Durchblutungsstörungen, Schwere neurologische Erkrankungen, Diabetes mellitus,

Fieberhafte Erkrankungen, akute bakterielle oder virale Prozesse, Blutungen, starke Blutungsneigung (Hämophilie), Herz-Kreislauf Erkrankungen, Nierenerkrankung

Freiwilligkeit

An diesem Forschungsprojekt nehmen Sie freiwillig teil. Ihr Einverständnis können Sie jederzeit und ohne Angabe von Gründen widerrufen, dann werden alle bis dahin studienbedingt erhobenen Daten gelöscht und die entsprechenden Proben werden vernichtet. Dieser eventuelle Widerruf hat keine Auswirkungen auf Ihre medizinische Betreuung.

Erreichbarkeit

Sollten zusätzliche Fragen auftauchen, so können Sie jederzeit folgenden Ansprechpartner erreichen: Rick Franke

Telefon: 015254162153 (mobil) bzw. 34216 (intern).

Schweigepflicht/Datenschutz

Alle Personen, welche Sie im Rahmen dieses Projektes betreuen, unterliegen der ärztlichen Schweigepflicht und sind auf das Datengeheimnis verpflichtet. Die studienbezogenen Untersuchungsergebnisse sollen in anonymisierter Form in wissenschaftlichen Veröffentlichungen verwendet werden. Soweit es zur Kontrolle der korrekten Datenerhebung erforderlich ist, dürfen autorisierte Personen (z.B.: der Universität) Einsicht in die studienrelevanten Teile der Krankenakte nehmen. Sofern zur Einsichtnahme autorisierte Personen nicht der obengenannten ärztlichen Schweigepflicht unterliegen, stellen personenbezogene Daten, von denen sie bei der Kontrolle Kenntnis erlangen, Betriebsgeheimnisse dar, die geheim zu halten sind.

.....
Ort, Datum

.....
Name des/der aufklärenden Arztes/Ärztin

Einwilligungserklärung

Elektromyostimulation

Inhalt, Vorgehensweise, Risiken und Ziel des obengenannten Forschungsprojektes sowie die Befugnis zur Einsichtnahme in die erhobenen Daten hat mir Praktikant Franke ausreichend erklärt.

Ich hatte zusätzliche Fragen:

.....
.....
.....
.....

Ich hatte Gelegenheit Fragen zu stellen und habe hierauf Antwort erhalten. Ich hatte ausreichend Zeit, mich für oder gegen die Teilnahme am Projekt zu entscheiden. Eine Kopie der Probandeninformation und Einwilligungserklärung habe ich erhalten.

INFORMATION UND EINWILLIGUNGSERKLÄRUNG ZUM DATENSCHUTZ

Bei wissenschaftlichen Studien werden persönliche Daten und medizinische Befunde über Sie erhoben. Die Weitergabe, Speicherung und Auswertung dieser studienbezogenen Daten erfolgt nach gesetzlichen Bestimmungen und setzt vor Teilnahme an der Studie folgende freiwillige Einwilligung voraus:

1.

Ich erkläre mich damit einverstanden, dass im Rahmen dieser Studie erhobene Daten/Krankheitsdaten auf Fragebögen und elektronischen Datenträgern aufgezeichnet und ohne Namensnennung verarbeitet werden

2.

Außerdem erkläre ich mich damit einverstanden, dass eine autorisierte und zur Verschwiegenheit verpflichtete Person (z.B.: der Universität) in meine erhobenen personenbezogenen Daten Einsicht nimmt, soweit dies für die Überprüfung des Projektes notwendig ist. Für diese Maßnahme entbinde ich den Arzt von der ärztlichen Schweigepflicht.

Ich willige in die Teilnahme am Forschungsprojekt und die beschriebene Verwendung meiner Daten ein.

.....
(Name Proband/in)

.....
Ort, Datum

.....
(Unterschrift Proband/in)

Eigenständigkeitserklärung

Ich erkläre, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und nur unter Verwendung der angegebenen Quellen und Hilfsmittel angefertigt habe. Alle Stellen, die wörtlich oder sinngemäß aus Quellen entnommen wurden, sind als solche gekennzeichnet. Diese Arbeit lag in gleicher oder ähnlicher Weise noch keiner Prüfungsbehörde vor und wurde bisher noch nicht veröffentlicht.

Ort, Abgabedatum

Unterschrift des Verfassers