

Aus dem Zentrum für Kinder- und Jugendmedizin
der Universität zu Köln
Klinik und Poliklinik für Kinder- und Jugendmedizin
Direktor: Universitätsprofessor Dr. med. J. Dötsch

Analyse der Ernährungssituation von Kindern und Jugendlichen mit
Zerebralparese vor und während der Teilnahme am „Auf die Beine“-
Therapiekonzept

Inaugural-Dissertation zur Erlangung der Doktorwürde
der Medizinischen Fakultät
der Universität zu Köln

vorgelegt von
Antina Thielmann
aus Kirchen (Sieg)

promoviert am 25. August 2022

Dekan: Universitätsprofessor Dr. med. G. R. Fink
1. Gutachter: Professor Dr. med. E. Schönau
2. Gutachter: Privatdozent Dr. med. M. B. Dübbers

Erklärung

Bei der Auswahl und Auswertung des Materials sowie bei der Herstellung des Manuskriptes habe ich Unterstützungsleistungen von folgenden Personen erhalten:

Frau Dr. med. Evelyn Alberg

Herr Priv.-Doz. Dr. med. Ibrahim Duran

Weitere Personen waren an der Erstellung der vorliegenden Arbeit nicht beteiligt. Insbesondere habe ich nicht die Hilfe einer Promotionsberaterin/eines Promotionsberaters in Anspruch genommen. Dritte haben von mir weder unmittelbar noch mittelbar geldwerte Leistungen für Arbeiten erhalten, die im Zusammenhang mit dem Inhalt der vorgelegten Dissertationsschrift stehen.

Die Dissertationsschrift wurde von mir bisher weder im Inland noch im Ausland in gleicher oder ähnlicher Form einer anderen Prüfungsbehörde vorgelegt.

Erklärung zur guten wissenschaftlichen Praxis:

Ich erkläre hiermit, dass ich die Ordnung zur Sicherung guter wissenschaftlicher Praxis und zum Umgang mit wissenschaftlichem Fehlverhalten (Amtliche Mitteilung der Universität zu Köln AM 132/2020) der Universität zu Köln gelesen habe und verpflichte mich hiermit, die dort genannten Vorgaben bei allen wissenschaftlichen Tätigkeiten zu beachten und umzusetzen.

Köln, den 26.08.2021

Unterschrift:

Die Rekrutierung der Studierendeteilnehmenden, Design und Erstellung der Ernährungsprotokolle sowie Planung und Organisation der Studie erfolgten durch mich selbst, jedoch stets in Absprache mit meiner Betreuerin Dr. med. Evelyn Alberg. Den Antrag für die Ethikkommission haben wir gemeinsam erstellt.

Den dieser Arbeit zugrunde liegende Datensatz habe ich selbst anhand der Ernährungsprotokolle erhoben.

Mit Hilfe der Ernährungssoftware PRODI® (Version 6.5) der Nutri-Science GmbH wurden die Datensätze der Ernährungsprotokolle ausgewertet. In diese Software wurde ich von Frizzi Schneider aus der Ernährungsberatung der Kinder- und Jugendmedizin der Uniklinik Köln eingewiesen. Die Eingabe und Auswertung der Datensätze mit PRODI® sind von mir selbst durchgeführt worden.

Bei der Auswahl und statistischen Auswertung der Datensätze habe ich Hilfestellungen und Anleitungen von Priv.-Doz. Dr. med. Ibrahim Duran und Dr. med. Evelyn Alberg erhalten.

Bei der Herstellung des Manuskripts habe ich Unterstützungsleistungen durch Dr. med. Evelyn Alberg und Priv.-Doz. Dr. med. Ibrahim Duran erhalten.

Danksagung

Zuallererst möchte ich mich bei meinem Doktorvater, Herrn Professor Dr. med. Eckhard Schönau, für die Möglichkeit bedanken, bei ihm an der Kinderklinik zu promovieren.

Dies ist in erster Linie durch Priv.-Doz. Dr. med. Heiner Kentrup ermöglicht worden, welcher den Kontakt hergestellt hat. Dafür möchte ich an dieser Stelle ebenfalls meinen Dank ausdrücken.

Außerdem bedanke ich mich bei allen Kindern und ihren Eltern, die an der Studie teilgenommen und sich die Mühen gemacht haben, sorgfältig Ernährungsprotokolle zu erstellen. Ein besonderer Dank geht an das komplette Team der UniReha für ihre Hilfe und Unterstützung bei der Durchführung der Studie und insbesondere für die herzliche Atmosphäre, die ich bei ihnen erfahren durfte.

Ich danke Frizzi Schneider von der Ernährungsberatung der Kinder- und Jugendmedizin der Uniklinik Köln für ihre Hilfe bei der Einarbeitung in die Ernährungssoftware und Herrn Professor Dr. Oliver Semler für seinen Rat und seine Hilfe zu Beginn der Studie.

Meinen guten Freundinnen Verena Schoerg, Patrycja Reczek, Sabine Engel und Ann-Katrin Bönsch möchte ich von Herzen für ihre Hilfe und Unterstützung danken.

Ein ganz besonderer Dank gilt Dr. med. Evelyn Alberg und Priv.-Doz. Dr. med. Ibrahim Duran für die herausragende Hilfe und Unterstützung in all den Jahren. Dr. Evelyn Alberg ist eine großartige Betreuerin, mit der sich jede*r Doktorand*in glücklich schätzen kann. Eine bessere hätte ich mir nicht wünschen können. Ich möchte ihr für all ihre Mühen, für die Motivation, die Förderung und die vielen Stunden, die sie in diese Doktorarbeit investiert hat, von Herzen danken.

Für meine Eltern

- die Besten, die sich ein Kind wünschen kann -

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis	9
1. Einleitung	11
1.1 Zerebralparese	11
1.1.1 Definition	11
1.1.2 Klassifikation	12
1.1.3 Ätiologie und Pathogenese	13
1.1.4 Gross Motor Function Classification System	15
1.1.5 Therapiemöglichkeiten der Zerebralparese	17
1.1.6 Rehabilitationskonzept „Auf die Beine“	21
1.1.7 Gross-Motor-Function-Measurement-Test	23
1.1.8 Ernährungssituation von Kindern und Jugendlichen mit Zerebralparese	24
1.2 Fragestellung und Zielsetzung der Arbeit	29
2 Material und Methoden	30
2.1 Studienkollektiv	30
2.1.1 Zeitraum der Datenerhebung	30
2.1.2 Studienpopulation	30
2.1.3 Ein- und Ausschlusskriterien	31
2.1.4 Fallzahlkalkulation	32
2.1.5 Studienablauf	32
2.2 Messinstrumentarium	34
2.3 Auswertung	34
2.3.1 Statistische Auswertung	35
3. Ergebnisse	36
3.1 Ernährungssituation der Studienteilnehmenden im Vergleich mit den Studienteilnehmenden der Studie zur Gesundheit von Kindern und Jugendlichen in Deutschland (KiGGS)	36
3.2 Korrelation von Alter zu Körperlänge, Gewicht und BMI bei der ersten Datenerhebung	37

3.3	Korrelation von Körperlänge, Gewicht und BMI zur durchschnittlichen Kalorienaufnahme vor Beginn des Trainings	39
3.4	Vergleich der durchschnittlichen Kalorienaufnahme pro Tag aller 40 Kinder bei der ersten und der zweiten Messung in Bezug auf die Empfehlungen von Nutricia basierend auf den Daten von Bandini et al.	41
3.5	Vergleich der Ernährungsempfehlung von Nutricia mit der tatsächlichen durchschnittlichen Kalorienaufnahme der Studienteilnehmenden	43
3.6	Korrelation zwischen der durchschnittlichen Kalorienaufnahme und dem BMI-Wert der Kinder und Jugendlichen mit GMFCS-Level I bis III sowie GMFCS-Level IV und V in Bezug zur Ernährungsempfehlung von Nutricia	44
3.7	Veränderung der Kalorienaufnahme vor und während des Trainings bei den 40 Kindern und Jugendlichen	47
3.8	Vergleich der durchschnittlichen Kalorienaufnahme bei der ersten Messung und zweiten Messung	48
3.9	Vergleich der durchschnittlichen Kalorienaufnahme pro Tag bei der ersten und der zweiten Messung in Bezug auf das GMFCS-Level	48
3.10	Vergleich der durchschnittlichen Kalorienaufnahme pro Tag bei der ersten und der zweiten Messung in Bezug auf das Geschlecht	50
3.11	Korrelation von Kalorienaufnahme und Veränderung der Gross Motor Function Measurement (GMFM) nach der Intensivtherapie	51
3.12	Korrelation von individueller Effektgröße und Kalorienaufnahme in Bezug auf das Geschlecht und das GMFCS-Level	53
3.13	Vergleich der Kalorienaufnahme und der individuellen Effektgröße anhand von Einzelbeispielen	56
3.14	Subjektive Einschätzung des Essverhaltens durch die Erziehungsberechtigten der Studienteilnehmenden	57
4	Diskussion	60
4.1	Allgemeine Ernährungssituation	60

4.2	Schwierigkeiten bei der Erhebung der Kalorienaufnahme	63
4.3	Korrelation von Ernährungssituation und Kalorienaufnahme	66
4.4	Kalorienaufnahme in Bezug auf die Nutricia-Empfehlung	66
4.5	Kalorienaufnahme in Bezug auf die Nutricia-Empfehlung, das GMFCS-Level und den BMI	69
4.6	Einfluss des körperlichen Trainings auf den Kalorienbedarf	72
4.7	Einfluss des körperlichen Trainings auf den Kalorienbedarf in Bezug auf das GMFCS-Level und das Geschlecht	73
4.8	Einfluss der GMFM-Ergebnisse auf den Kalorienbedarf in Bezug auf das GMFCS-Level und das Geschlecht	74
4.9	Subjektive Einschätzung des Essverhaltens durch die Erziehungsberechtigten der Studienteilnehmenden	74
4.10	Ausblick	75
5	Zusammenfassung	79
6	Literaturverzeichnis	81
7	Anhang	90
7.1	Abbildungsverzeichnis	90
7.2	Tabellenverzeichnis	91
7.3	Ernährungsprotokoll	92

Abkürzungsverzeichnis

ADL	Activities of daily living
BMD	Bone Mineral Density / Knochenmineraldichte
BMI	Body Mass Index
BS-CP	Bilateral spastische Zerebralparese
CDC	Centers for Disease Control and Prevention
CDG	Congenital Disorders of Glycosylation-Syndrome
CIMT	Constraint-induced movement therapy
CP	Zerebralparese
DAG	Deutsche Adipositas Gesellschaft
DXA	Dual-energy X-ray absorptiometry
ESPGHAN	Europäische Gesellschaft für Pädiatrische Gastroenterologie, Hepatologie und Ernährung
Et al.	Et alii, et aliae
FG	Frühgeborenes
FKE	Forschungsinstitut für Kinderernährung Dortmund
FFMI	Fat-Free Mass Index
FMI	Fat Mass Index
GMFCS	Gross Motor Function Classification System
GMFM	Gross Motor Function Measure
GMFM-66	Gross Motor Function Measure mit 66 Items
GMFM-88	Gross Motor Function Measure mit 88 Items
GRADE	Grades of Recommendation Assessment, Development and Evaluation
KiGGS	Studie zur Gesundheit von Kindern und Jugendlichen in Deutschland
ICF	International Classification of Functioning, Disability and Health (Internationale Klassifikation der Funktionsfähigkeit, Behinderung und Gesundheit der WHO)
ICH	Intrakraniale Blutung
MDT	Multidisziplinäres Team
MMC	Spina bifida
N	Anzahl

NI	Neurological impairment / neurologische Beeinträchtigung
OI	Osteogenesis Imperfecta
PEG	Perkutane endoskopische Gastrostomie
PVL	Periventrikuläre Leukomalazie
RG	Reifgeborenes
Rho	Korrelationskoeffizient
RKI	Robert Koch-Institut
RMR	Resting metabolic rate (Grundumsatz)
SCPE	Surveillance of Cerebral Palsy in Europe
SD	Standardabweichung
SDR	Selective Dorsale Rhizotomy
SFT	Skinfold thickness measurements
SMA	Spinale Muskelatrophie
US-CP	Unilateral spastische Zerebralparese
V	Varianz
WHO	World Health Organization (Weltgesundheitsorganisation)
WOF	World Obesity Federation

1. Einleitung

Im Rahmen des multimodalen Versorgungskonzeptes „Auf die Beine“ der UniReha Köln wurde der Ernährungszustand von 40 Kindern und Jugendlichen¹ mit Zerebralparese (CP²) erhoben. Mithilfe von Ernährungsprotokollen wurden der Ernährungszustand der Kinder und Jugendlichen mit CP erfasst und anschließend der Zusammenhang zwischen Körperlänge, Körperfett und Ernährung untersucht. Der Einfluss von verstärkter körperlicher Aktivität im Rahmen eines Trainingsprogramms auf die Kalorienaufnahme wurde ebenfalls ermittelt.

1.1 Zerebralparese

1.1.1 Definition

Die Surveillance of Cerebral Palsy in Europe (SCPE³) definiert die Zerebralparese als „eine Gruppe von Krankheitsbildern die zu einer Störung von Bewegung, Haltung und motorischer Funktion führen“ (SCPE, 2018, o. S.), welche „permanent, aber nicht unveränderlich sind“ (SCPE, 2018, o. S.). Die CP entsteht durch eine „nicht progrediente Störung/Läsion/Auffälligkeit des sich entwickelnden/unreifen Gehirns“ (SCPE, 2018, o. S.). Zusätzlich kann es durch die Fehlbildung oder Schädigung des Gehirns zu weiteren Beeinträchtigungen kommen. Neben den motorischen Störungen, die unterschiedlich schwer ausgeprägt sein können, können auch die kommunikativen Fähigkeiten, das visuelle und auditive System und die Kognition beeinträchtigt sein. Epilepsien sind ebenfalls häufig mit Zerebralparesen assoziiert (SCPE, 2018; Krägeloh-Mann, 2014). Des Weiteren bestehen bei vielen Kindern mit Zerebralparesen Schluck- und Ernährungsstörungen (SCPE, 2018; Krägeloh-Mann, 2014). Die Zerebralparese ist kein einheitliches Krankheitsbild, sondern umfasst einen Symptomkomplex, der eine Gruppe von statischen Enzephalopathien zusammenfasst. Der Symptomkomplex ist durch eine neurologisch klar definierte Störung – Spastik, Dyskinesie oder Ataxie – gekennzeichnet, die vor dem Ende der Neonatalperiode entsteht und nicht progredient ist (Krägeloh-Mann, 2014). Die Definition der CP ist

¹ Im Folgenden sind stets Kinder und Jugendliche gemeint, auch wenn nur Kinder genannt und Jugendliche nicht explizit erwähnt werden.

² Im Folgenden wird Zerebralparese mit CP abgekürzt

³ Im Folgenden wird Surveillance of Cerebral Palsy in Europe mit SCPE abgekürzt.

somit keine ätiologische, sondern resultiert aus der Phänomenologie, dem klinischen Bild und der Anamnese (Krägeloh-Mann, 2007).

Mit einer Prävalenz von zwei bis drei pro 1000 Lebendgeburten ist die Zerebralparese die häufigste Ursache für eine körperliche Behinderung im frühen Kindesalter (SCPE, 2018). Bei Kindern, die deutlich zu früh oder mit sehr geringem (< 1500g) Geburtsgewicht geboren werden steigt die Prävalenz der CP auf Werte von 40 bis 100 pro 1000 Lebendgeburten an (SCPE working group, 2000).

1.1.2 Klassifikation

Das europäische Netzwerk SCPE schlägt eine einfache Klassifikation der Zerebralparese vor, bei der zwischen der Art der motorischen Störung und den betroffenen Extremitäten unterschieden wird. Die CP wird in drei Subtypen unterteilt: spastische CP, dyskinetische CP und ataktische CP. Bei der spastischen CP wird zwischen der bilateral spastischen CP (BS-CP) und der unilateral spastischen CP (US-CP) unterschieden. Die dyskinetische CP wird in eine dystone und choreoathetoide Form unterteilt (Krägeloh-Mann, 2014; SCPE working group, 2000). Die SCPE definiert die Subtypen der CP anhand von neurologischen Kriterien, so lassen sich Bewegungsstörungen durch Muskelhypertonie, pathologische Reflexe und abnorme Bewegungs- und Haltungsmuster der spastischen CP zuordnen. Die ataktische CP ist charakterisiert durch abnorme Bewegungs- und Haltungsmuster sowie den Verlust der Muskelkoordination, sodass Bewegungen mit abnormer Kraft, Rhythmus und Präzision durchgeführt werden. Dysmetrie, Tremor, Stand- und Gangataxie sowie ein erniedrigter Muskeltonus gehören zu den typischen Zeichen. Charakteristisch für die dyskinetische CP sind die unwillkürlichen, unkontrollierten, sich wiederholenden und teilweise stereotypen Bewegungen. Die dystone CP, ein Subtyp der dyskinetischen CP, wird dominiert von Hypokinese und Hypertonie. Beim zweiten Subtyp der dyskinetischen CP, der choreo-athetoide CP, dominieren dagegen Hyperkinese und Hypotonie (Krägeloh-Mann, 2007; SCPE working group, 2000).

In Europa ist die bilateral spastische CP mit 50 Prozent der häufigste Subtyp der Zerebralparesen, 30 Prozent sind unilateral. Die dyskinetische CP mit sieben Prozent und die ataktische CP mit sechs Prozent treten vergleichsweise selten auf. Die restlichen sieben Prozent fallen auf andere, nicht näher definierte CP-Typen (Cans et al., 2008).

1.1.3 Ätiologie und Pathogenese

Eine prä-, peri- und postnatale Läsion des Gehirns wird häufig als Ursache der CP angegeben. Es liegt nahe, dass bei einer Erkrankung, die einen Symptomkomplex zusammenfasst, keine monokausale Ursache zugrunde liegt, sondern die Ätiologie komplex ist. Durch die bildgebende Diagnostik konnten große Fortschritte in der Aufklärung der Pathomechanismen erzielt werden. Einige pathologische Aspekte sind aber immer noch unklar. Bekannt ist, dass pathogene Ereignisse, die das sich entwickelnde Gehirn betreffen, Fehlbildungen oder Läsionen verursachen, deren Muster abhängig sind von dem Stadium der Gehirnentwicklung. Ursächlich für eine Zerebralparese kann daher eine prä-, peri- oder neonatale Störung/Läsion sein. Derzeit gibt es keinen Konsens, bis zu welchem Zeitpunkt der für die CP typische Symptomkomplex postnatal noch als Zerebralparese definiert werden darf. Da die Myelinisierung des Gehirns bis zum zweiten Lebensjahr weitestgehend abgeschlossen ist, gibt es einige Autoren, die diesen Zeitpunkt als Grenze zur Definition der postnatalen CP festlegen.

Die Ätiologie der CP-Subtypen unterscheidet sich auch abhängig vom Zeitpunkt der Entstehung. Die Entstehungsmechanismen können meist Ereignissen im ersten, zweiten sowie dritten Trimenon zugeordnet werden (Krägeloh-Mann, 2014).

Zerebrale Läsionsmuster, die auf ein schädigendes Ereignis im dritten Trimenon hindeuten, sind typisch für die Zerebralparese. Anlagestörungen des Gehirns, die Befunde mit genetischen oder frühen Entstehungsmechanismen nahelegen, welche im ersten oder zweiten Trimenon zu Fehlbildungen führen, sind eher selten. Eine Ausnahme bildet die ataktische CP, die selten durch Läsion bedingt ist. Die Ursache ist sehr heterogen, teilweise zeigt sich eine zerebelläre Hypoplasie, deren Ätiologie oftmals genetisch bedingt ist, häufig bleibt die Ursache aber ungeklärt. Die unterschiedlichen Entstehungsmechanismen der verschiedenen Subtypen der CP sind auch der Grund, weswegen Früh- und Reifgeborene sich hinsichtlich der Häufigkeit der verschiedenen Subtypen der CP unterscheiden. Es besteht eine Prädominanz der US-CP bei Reifgeborenen und eine Prädominanz der BS-CP bei Frühgeborenen. Ataktische und dyskinetische Zerebralparesen sind selten und finden sich eher bei Reifgeborenen (Krägeloh-Mann, 2014).

Bei Frühgeborenen sind die intrakranielle Blutung und die periventrikuläre Leukomalazie (PVL) im 3. Trimenon als häufigste Pathomechanismen sowohl bei der

US-CP als auch bei der BS-CP zu nennen. Bei Reifgeborenen sind bei der BS-CP hauptsächlich periventrikuläre Läsionen, wie die PVL im frühen 3. Trimenon und schwere Asphyxie/Schock zum Ende des 3. Trimenons, ursächlich. Bei der US-CP finden sich in zwei Drittel der Fälle im 3. Trimenon Infarkte im Stromgebiet der A. cerebri media oder periventrikuläre Gliosen. In Tabelle 1 sind der aktuelle Kenntnisstand zur Entstehung der CP in ihren Unterformen zusammengefasst und die ätiopathogenetischen Zuordnungen der einzelnen Subtypen dargestellt (Krägeloh-Mann, 2014).

Tabelle 1: Ätiopathogenetische Zuordnung der CP- Unterformen⁴

Tab. 210.2 Ätiopathogenetische Zuordnung der CP-Unterformen, Zuordnung vorwiegend aufgrund von Studien zur Bildgebung des Gehirns (die zu 100% fehlenden Anteile sind auch durch Bildgebung und andere Zusatzdiagnostik nicht weiter zuordenbar)

CP-Form	Betroffene Kinder	Anteil (%)	Ätiologie/Pathogenese
Bilateral spastische CP (Di- und Tetraplegien)	RG	15	1./2. Trimenon oder genetisch (zu jeweils etwa 50%; z. B. Migrationsstörungen)
		40	Frühes 3. Trimenon – intrauterin (periventrikuläre Läsionen – intrauterine PVL)
		30	Ende 3. Trimenon – peri-/neonatal nach schwerer Asphyxie/Schock (z. B. multizystische Enzephalomalazie, parasagittale Marklagererschädigung, Thalamus-/Basalganglienschädigung +/- kortikale Schädigung um Sulcus centralis)
	FG	> 90	Frühes 3. Trimenon (PVL oder porenzephal periventrikuläre Marklagerreduktion nach ICH)
Unilateral spastische CP (spastische Hemiplegie)	RG	-30	1./2. Trimenon oder genetisch (z. B. Migrationsstörungen, Sturge-Weber)
		-30	Periventrikuläre, oft unilaterale Gliosen, für die eine Entstehung im frühen 3. Trimenon intrauterin angenommen wird
		-30	Infarkt im Stromgebiet der A. cerebri media (= 3. Trimenon)
	FG	> 90	Frühes 3. Trimenon (fokale, porenzephal, periventrikuläre Marklagerreduktion nach ICH, asymmetrische PVL, auch Mediainfarkt möglich)
Dyskinetische CP	RG		Vorwiegend peri-/neonatale Entstehung nach schwerer Asphyxie/Schock (Thalamus/Basalganglienschädigung); Kernikterus heute sehr selten
	FG		Unklar
Ataktische CP	RG		Ursache heterogen, läsionelle Entstehung selten, genetische Ursache in ~ 25%; Bildgebung in > 50% unauffällig, in 30–40% zerebelläre Hypoplasie
	FG		Unklar, Hinweis für Familiarität

RG Reifgeborene, FG Frühgeborene, PVL periventrikuläre Leukomalazie, ICH intrakranielle Blutung

⁴ Mit freundlicher Genehmigung von Springer. Krägeloh-Mann I (2014). Zerebralpareesen. In: Pädiatrie Springer Berlin Heidelberg. S. 1686.

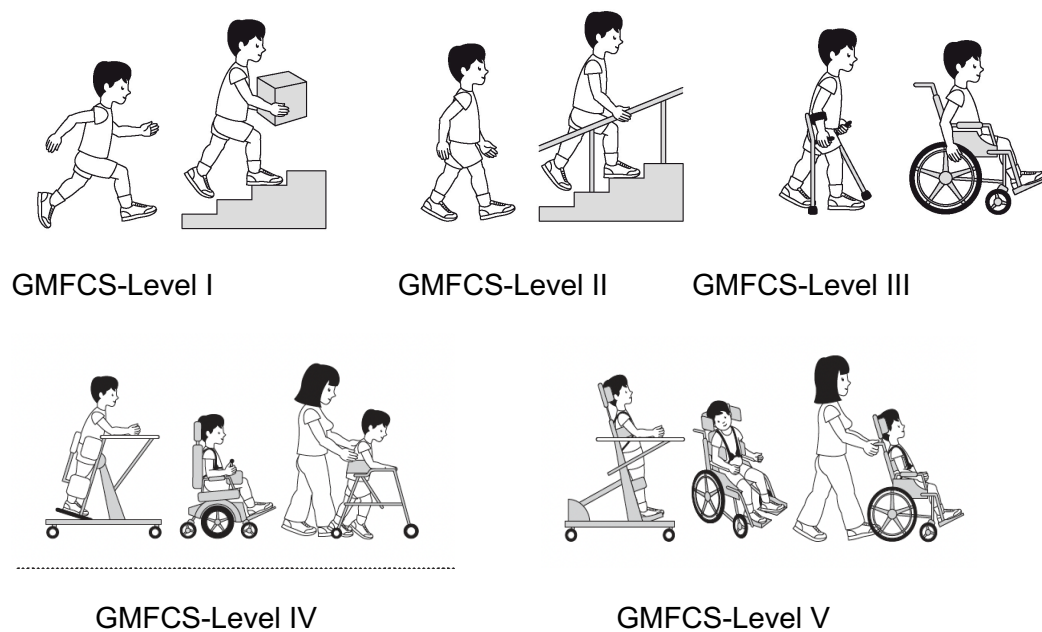
1.1.4 Gross Motor Function Classification System

Das Gross Motor Function Classification System (GMFCS) ist ein Klassifikationssystem für Kinder und Jugendliche mit Zerebralparese. Ihre motorischen Fähigkeiten können mithilfe einer fünfstufigen Ordinalskala bewertet werden. Es hat seinen Ursprung in der GMFM und berücksichtigt die motorischen Meilensteine der kindlichen Entwicklung (Palisano et al., 1997 & Palisano et al., 2000). Der Gross-Motor-Function-Measurement-Test (GMFM) ist ein standardisiertes, validiertes physiotherapeutisches Messverfahren, um die motorischen Fähigkeiten von Kindern und Jugendlichen mit CP zu beurteilen.

Dem Gross Motor Function Classification System (GMFCS) wird ein hoher prognostischer Wert bei der motorischen Entwicklung zugeordnet (Ostensjø et al., 2003; Rosenbaum et al., 2002), der Auswirkungen auf die Therapieentscheidungen und das Outcome der Patienten hat (Palisano et al., 2000). Bei der Festlegung der Stufen wurde darauf Wert gelegt, dass die Unterschiede zwischen den einzelnen Stufen im täglichen Leben bedeutsam sind. Das GMFCS wurde für fünf Altersgruppen festgelegt (Krägeloh-Mann, 2014). Die GMFCS-Stufe soll die derzeitigen, alltäglichen Fähigkeiten sowie Grenzen in der Körpermotorik eines Kinders oder Jugendlichen widerspiegeln. Es bewertet deshalb die gewöhnliche Leistung zu Hause im Alltag und nicht die mögliche Bestleistung, zu der sie fähig wären.

Anhand der Gehfähigkeit der Kinder und Jugendlichen kann eine generelle Richtlinie für jede Stufe konzipiert werden, siehe Abbildung 1: „Stufe I: Geht ohne Einschränkungen, Stufe II: Geht mit Einschränkungen, Stufe III: Geht mit Benutzung einer Gehhilfe, Stufe IV: Selbständige Fortbewegung eingeschränkt, es kann ein E-Rollstuhl benutzt werden, Stufe V: Wird in einem Rollstuhl gefahren“ (Heinen et al., 2014).

Abbildung 1: GMFCS-Stufen⁵



Im Gegensatz zu Kindern/Jugendlichen der Stufe I haben Kinder/Jugendliche der Stufe II Schwierigkeiten mit der Balance, dem Zurücklegen weiterer Strecken und sind ungeschickter beim Rennen und Hüpfen. Sie benötigen häufiger Unterstützung beim Gehen lernen, Treppensteigen oder bei langen Strecken, z. B. in Form von Gehhilfen, Treppengeländern oder Rollstühlen. Kinder/Jugendliche der Stufe III benötigen im Unterschied zu Kindern/Jugendlichen der Stufe II stets eine Gehhilfe innerhalb des Hauses und sind außerhalb des Hauses auf Rollstühle angewiesen. Meist können sie selbstständig sitzen und auch das Gehen an einer Gehhilfe ist möglich, ebenso wie der Stand beim Transfer. Kinder/Jugendliche der Stufe IV können in der Regel nur mit Unterstützung frei sitzen und sind in ihrer Fortbewegung stark eingeschränkt. Sie benötigen meist einen E-Rollstuhl oder müssen in einem Aktiv-Rollstuhl gefahren werden. Bei Kindern/Jugendlichen der Stufe V ist Kopf- und Rumpfkontrolle stark eingeschränkt und sie benötigen daher umfangreiche unterstützende Technologie sowie physische Unterstützung. Nur wenn das Kind/ der Jugendliche lernt, einen E-Rollstuhl zu benutzen, kann eine selbstständige Fortbewegung möglich sein (Heinen et al., 2014).

⁵ Mit freundlicher Genehmigung von Bill Reid, Kate Willoughby, Adrienne Harvey und Kerr Graham, The Royal Children's Hospital, Melbourne, ERC151050; Illustrations Version 2 ©.

1.1.5 Therapiemöglichkeiten der Zerebralparese

Es gibt keine Kausaltherapie für die Zerebralparese. Mit Hilfe einer interdisziplinären Langzeittherapie können aber die individuellen Möglichkeiten der betroffenen Kinder optimiert und unterstützt werden. Ziel der Therapie ist es, die Lebensqualität der Erkrankten zu verbessern und eine größtmögliche Selbstständigkeit im Alltag zu erlangen. Zudem trägt die konservative Therapie, welche die Kinder und Jugendlichen meist ihr Leben lang begleitet, zu einer bestmöglichen sozialen Teilhabe und zumindest einer partiellen Inklusion bei (Döderlein, 2015). Die Plastizität des unreifen Gehirns kann eine Kompensation der Schädigungen möglich machen, da das sich entwickelnde Gehirn über die überlegende Fähigkeit verfügt, sich nach fokalen Läsionen zu reorganisieren. Die Reorganisation von motorischen, somatosensorischen und sprachlichen Funktionen nach prä- und perinatal erworbenen, unilateralen Hirnläsionen ist möglich (Staudt 2010). Wichtig für den therapeutischen Erfolg ist, dass die betroffenen Kinder frühestmöglich mit der interdisziplinären Langzeittherapie beginnen und die Eltern aktiv mit eingebunden werden. Wesentlich ist auch, dass sie Anleitung zur Bewältigung des täglichen Ablaufes bekommen und neben Krankengymnastik auch Frühförderung, Ergotherapie und Heilpädagogik in den Alltag integriert werden können (Krägeloh-Mann, 2014).

Die Therapie der Zerebralparese besteht aus den konservativen Therapieverfahren und den operativen Therapien. Die Auswahl an konservativen Therapiemethoden ist sehr vielfältig. Dazu gehören unter anderem krankengymnastische und physiotherapeutische Verfahren, ergotherapeutische Techniken, Logopädie, Ess- und Schlucktherapie, Orthopädie(-schuh-)technik, physikalische Therapie, Lokomotionstherapie, Rehabilitationstechnik, medikamentöse Verfahren und therapeutische Gipstechnik (Döderlein, 2015).

Mithilfe der Krankengymnastik soll das motorische Lernen verbessert, der Muskeltonus im Rahmen der vorhandenen motorischen Möglichkeiten reduziert und abnorme Bewegungsabläufe vermieden werden. Funktionell zielgerichtete Abläufe sollen unterstützt und Sekundärprobleme wie Kontrakturen verhindert werden (Krägeloh-Mann, 2014). Zu den Therapiemethoden gehören unter anderem die Behandlungskonzepte nach Bobath, Vojta oder Petö (Döderlein, 2015).

Durch Hilfsmittel kann die Mobilität der Kinder entscheidend unterstützt oder überhaupt erst ermöglicht werden (Krägeloh-Mann, 2014). Die Orthetik befasst sich mit der

äußeren Unterstützung bzw. Korrektur der nicht stabilisierbaren bzw. deformierten Abschnitte des Stütz- und Bewegungsapparates (Döderlein, 2015). Ziele sind neben dem Funktionserhalt und der Partizipation im Alltag eine Prävention und/oder eine Reduktion von Muskelverkürzungen (Heinen et al., 2014). Eine selbstständige Fortbewegung kann zum Beispiel mit Unterarmgehstützen, Posteriorwalker oder einem (Aktiv-)Rollstuhl erleichtert werden (Krägeloh-Mann, 2014, Heinen et al., 2014). Mit Hilfe von Sitzschalen oder Stehbetten können zuvor nicht selbstständig einnehmbare Positionen eingenommen werden. Um Kontrakturen oder auch Hüftluxationen zu vermeiden, ist das Tragen von Gehorthesen oder Innenschuhen hilfreich. Auch bei der Pflege können Hilfsmittel wie z. B die Badehilfe den Alltag entscheidend erleichtern (Krägeloh-Mann, 2014). Die Constraint-induced movement therapy (CIMT) ist eine Therapie, bei der die dominante Hand in einem Handschuh eingeschränkt oder mit einem Gipsverband ruhiggestellt wird, um ein intensives Training der hemiplegischen Hand zu ermöglichen.

Die medikamentöse Therapie hat primär die Reduzierung der Spastik und damit eine Verbesserung der Beweglichkeit zum Ziel, verschiedene Medikamente kommen hierbei zum Einsatz. Hierbei wird unter anderem Baclofen benutzt. Die orale Gabe hat nur einen geringen Effekt (Novak et al., 2013), Baclofen wird vor allem intrathekal appliziert. Die intrathekale Gabe von Baclofen ermöglicht neben der Reduktion des spastisch erhöhten Muskeltonus auch einen Zugewinn an Lebensqualität wie zum Beispiel Schmerzlinderung, Zunahme der Beweglichkeit, verbesserte Orthesentoleranz und Sitzfähigkeit (Heinen et al., 2014). Da bei einer Spastik stets das Risiko für Kontrakturen besteht, welche wiederum die Bewegungseinschränkung weiter verstärken und dieses Risiko größer wird, je stärker die Spastik ist, hat die Reduktion der Spastik zudem auch einen präventiven Effekt. Bei der spastischen und zum Teil auch bei der dystonen CP ist die Botulinumtoxininjektion in die primär betroffenen Muskelgruppen eine erfolgreiche Behandlungsoption. Der frühzeitige Einsatz dieser Therapieoption ist angezeigt, um eine funktionelle Verbesserung und damit eine Erweiterung des motorischen Lernens zu ermöglichen (Krägeloh-Mann, 2014). Bei der spastischen CP ist Botulinumtoxintherapie für jeden Schweregrad indiziert. So kann Botulinumtoxingabe bei einem GMFCS-Level I bis III die muskuläre Hypertonie vermindern, die Entwicklung von Kontrakturen verzögern und eine Verbesserung der Orthesentoleranz erreichen (Heinen et al., 2014). Bei der GMFCS-Level IV bis V ist zusätzlich noch eine Schmerzreduktion, Pflegeerleichterung oder

auch Reduktion des Speichelflusses durch die Botulinumtoxingabe möglich (Heinen et al., 2014).

Eine operative Versorgung stellt bei Patienten mit Zerebralparese fast immer nur ein vorübergehendes Ereignis da, das den bisherigen Therapieverlauf nur unterbrechen und nicht ersetzen kann. Zu den Eingriffen gehören unter anderem Muskel- und Sehnenverlängerungen, Neuro- und Osteotomien, Epiphyseodesen, Arthrodesen und Arthrosen. Die Selective Dorsale Rhizotomy (SDR⁶) ist ein chirurgisches Verfahren, bei dem irreversibel einige der sensorischen Nervenfasern aus den Nervenwurzeln am Rückenmark durchtrennt werden. So kann der für die Spastik ursächlichen Nervenreflexbogen reduziert werden (Great Ormond Street Hospital for Children, 2018) und führt zu Verbesserungen beim Sitzen, Stehen, Gehen und der Gleichgewichtskontrolle beim Gehen (St Louis Childrens Hospital, 2018). Die Spastik verursacht neben einer eingeschränkten Gehfähigkeit auch eine Verkürzung von Muskeln und Sehnen, Gelenkkontrakturen und Knochendeformitäten. Nervenfasern, die von den Muskeln zurück zum Rückenmark verlaufen, spielen eine wichtige Rolle bei der Erhaltung dieser Muskelsteifheit. Die Studie von Rumberg et al. (2016) liefert starke Hinweise auf einen positiven Einfluss von SDR auf die motorischen Fähigkeiten und die Gangleistung bei Kindern mit CP und damit auf eine Verbesserung ihrer Bewegungsqualität. Die langfristige Auswirkung dieses Verfahrens auf die funktionellen Fähigkeiten muss jedoch noch nachgewiesen werden.

Therapeutisches Ziel von Operationen sind eine Verminderung der Spastik, die Korrektur der strukturellen Deformität, die Verbesserung von Haltung, Stabilität und Kosmetik, sowie eine Pflegeerleichterung und Funktionsverbesserung (Döderlein, 2015). Bei Sekundärproblemen wie Kontrakturen, Skoliosen oder Hüftluxationen können operative Maßnahmen ebenfalls notwendig werden. Die Indikationsstellung und Durchführung dieser Operationen sollten nur in dafür spezialisierten Zentren mit entsprechender Erfahrung erfolgen. Des Weiteren sollten alle Eingriffe in jedem Fall intensiv physiotherapeutisch vor- und nachbetreut werden (Krägeloh-Mann, 2014).

Es können hier nicht alle Therapien, die es zur Behandlung der CP gibt, erwähnt werden. Jede Therapie hat ihre Grenzen, es gibt keine Therapiemethode, die für alle

⁶ Im Folgenden wird Selective Dorsale Rhizotomy mit SDR abgekürzt.

wirksam ist. Abhängig von CP Subtyp, GMFCS-Level, Begleiterkrankungen und vielen weiteren individuellen Faktoren sind die Therapien unterschiedlich effektiv.

Es stellt eine Herausforderung dar, die Therapiemöglichkeiten von CP objektiv zu überprüfen. Die CP ist ein sehr komplexes Krankheitsbild, mit vielen schlecht vergleichbaren Parametern, welche die Prognose der Kinder beeinflussen. Es ist nicht kontrollierbar, welchen Effekt Therapiemethoden auf die CP haben, da viele weitere Faktoren (z.B. soziales Umfeld, Krankengeschichte, Mehrfacherkrankungen, Fördermöglichkeiten, finanzielle Möglichkeiten, Familiensituation) Einfluss auf die Entwicklung haben und berücksichtigt werden müssen.

Ein Versuch, die Therapiemaßnahmen für Kinder mit Zerebralparese systematisch nach Evidenz zu untersuchen, erfolgte 2013 durch Novak et al.. Die Studien wurden Mithilfe des GRADE-Systems beurteilt, welches sowohl die Qualität der Beweise als auch die Stärke der Anwendungsempfehlung bewertet, sowie zwischen Nutzen und Schaden einer Intervention abwägt. Zusätzlich wurde das Ampelsystem mit einer dreistufigen Farbkodierung benutzt, welches ein GRADE-komplementäres Wissenstranslationstool ist. CMIT, bimanuelles Training, kontextbezogene Therapie, zielgerichtetes/funktionelles Training, Fitnesstraining, Ergotherapie nach Botulinmtoxin und Heimprogramme gehörten zu den Interventionen, die empfohlen wurden, zur Verbesserung der Motorik, Fitness und Selbstversorgung. Zudem wurden Botulinumtoxin, Diazepam und SDR zur Reduzierung der Spastik und Bisphosphonate zur Verbesserung der Knochendichte empfohlen (Novak et al., 2013). Der Sprunggelenkgipsverband zur Verbesserung und Aufrechterhaltung des Bewegungsumfanges, sowie die Hüftüberwachung zur Aufrechterhaltung der Integrität des Hüftgelenks gehörten ebenfalls zu den Therapiemethoden, die sich als wirksam erwiesen hatten. Des Weiteren empfahlen Novak et al., (2013) die Druckbehandlung zur Reduktion des Dekubitusrisikos und die Gabe von Antikonvulsiva zur Behandlung von Anfällen. Die Studie wurde sehr kontrovers diskutiert. Die Kriterien, nach denen Studien eingeschlossen und bewertet wurden, wurden kritisiert, ebenso dass man versuchte, Studien miteinander zu vergleichen, die unter völlig verschiedenen Rahmenbedingungen gemacht wurden. Viele Maßnahmen, die seit Jahren zur Therapie der CP angewandt werden, schnitten aufgrund der Bewertungskriterien im GRADE-System sehr schlecht ab, wie z. B. das Behandlungskonzept nach Vojta. Andere wurden als sehr effektive Methoden identifiziert wie z. B. die Botulinumtoxintherapie,

sind aber gegebenenfalls von gar nicht so großem Nutzen, sondern nur leicht bewertbar.

Zu den Therapien, die laut dem GRADE-System empfohlen wurden, gehören kontextbezogene Therapie, zielgerichtetes/funktionales Training, Heimprogramme und Fitness Training (Novak et al., 2013). Beim Rehabilitationskonzept „Auf die Beine“ wurden viele der empfohlenen Methoden kombiniert. Es ist eine kontextbezogene, zielgerichtete und funktionale Therapie, bei der klassische Physiotherapie mit Ganzkörpervibration kombiniert und dann phasenweise als Heimprogramm durchgeführt wird.

1.1.6 Rehabilitationskonzept „Auf die Beine“

Das Rehabilitationskonzept „Auf die Beine“ ist ein interdisziplinäres Behandlungskonzept für Kinder und Jugendliche mit Bewegungsstörungen im Alter von 3 bis 18 Jahren. Es wurde 2006 basierend auf langjährigen Forschungsarbeiten über das Zusammenspiel von Nerv-, Muskel- und Knochenfunktion von der Kinderklinik der Uniklinik Köln entwickelt. Aus der Muskelphysiologie ist bekannt, dass zur Verbesserung der Muskelkraft und Ausdauer ein Training an der Belastungsgrenze notwendig ist (Bant, 2011). Nur durch einen ausreichenden Trainingsreiz lässt sich eine Ermüdung des Muskels erreichen, welche die Erschöpfung der energetischen und funktionellen Potenziale signalisiert. In der anschließenden Ruhephase werden die Energiespeicher aufgefüllt und es kommt zur Überkompensation mit dem Ergebnis einer Anhebung des ursprünglichen Leistungsniveaus. Durch die schrittweise Steigerung der Trainingsintensität an der Belastungsgrenze werden Ausdauer und Mobilität verbessert und die vorher formulierten Trainingsziele können erreicht werden. Inzwischen konnte auch gezeigt werden, dass die Mobilität bei Kindern und Jugendlichen mit Zerebralparese nach der Teilnahme signifikant über die erwartete motorische Entwicklung hinaus gesteigert werden konnte (Duran et al., 2018b). Die funktionelle Muskel-Knochen-Einheit bezieht die Muskulatur als wichtigen Faktor für den Knochenstoffwechsel ein. Bei effektiven Versorgungskonzepten mit Schwerpunkt Mobilität sollten die Zusammenhänge der Interaktivität und neuromuskulären Kommunikation beachtet werden (Stark et al., 2018). Mit dem Kölner Rehabilitationsprogramm „Auf die Beine“ wurde ein Konzept entwickelt, das diese Aspekte berücksichtigt.

Kinder und Jugendliche mit eingeschränkter Mobilität zum Beispiel durch Zerebralpareesen (CP), Osteogenesis Imperfecta (OI), Spina bifida (MMC), spinale Muskelatrophie (SMA), Congenital Disorders of Glycosylation-Syndrom (CDG) werden an der UniReha Köln im Rahmen des teilstationären Rehabilitationskonzeptes behandelt. Das Gesamtkonzept „Intervallrehabilitation mit häuslichem Training“ teilt sich in ambulante und stationäre Phasen auf (UniReha GmbH, 2013; UniReha, 2018a).

Das Therapiekonzept besteht aus zwei ambulanten Intensivwochen zu Beginn und einer weiteren Intensivwoche nach drei Monaten. Um die Nachhaltigkeit des multimodalen Versorgungskonzeptes kontrollieren und erfassen zu können, finden standardisierte Untersuchungen zu Beginn (M0), nach sechs (M6) und zwölf Monaten (M12) statt.

Während des stationären Aufenthaltes erfolgt ein intensives physiotherapeutisches Trainingsprogramm für die Kinder und Jugendlichen mit Ausbildung der Eltern für das häusliche Vibrationstraining. Mithilfe der vibrationsgestützten Physiotherapie wird das häusliche Training durchgeführt. Dieses Vibrationstraining wird zehnmal pro Woche für dreimal drei Minuten absolviert. In der Intensivwoche nach drei Monaten soll die Erfassung der aktuellen Muskelfunktion und Mobilität, sowie der Anpassung und Intensivierung der Therapie erfolgen (UniReha GmbH, 2013; UniReha, 2018b; Stark et al., 2018). Kinder und Jugendliche, die erfolgreich das Konzept des ersten Therapiejahrs durchlaufen haben, können an bis zu drei Folgekonzepten teilnehmen, welche den gleichen Aufbau haben wie das Erstkonzept (UniReha GmbH 2013; UniReha 2018b).

Ziel des Konzeptes ist es, die motorischen Fähigkeiten der Kinder- und Jugendlichen zu verbessern, indem Muskelkraft, Ausdauer und Muskelmasse gesteigert und die selbstständige aktive Fortbewegung gefördert werden. Außerdem soll die Therapie helfen, Immobilisation vorzubeugen sowie der Prävention von Osteoporose und anderer durch Osteoporose bedingter Folgeerkrankungen dienen. Das Hauptziel des Programms ist somit, die Alltagssituation der Kinder und Jugendlichen zu optimieren. Es soll ihre Eigenmobilität und Selbstständigkeit und dadurch auch ihre Lebensqualität verbessern (UniReha GmbH 2013).

Beim Trainingsprogramm des Rehabilitationskonzeptes werden verschiedene physiotherapeutische Therapieelemente miteinander kombiniert, um die individuell

definierten Therapieziele zu erreichen (UniReha, 2018c). Dazu gehören die Ganzkörpervibrationstherapie, das Bobath- sowie Vojta-Konzept, die medizinische Trainingstherapie, das Bewegungsbad und die Laufbandtherapie bzw. das robotergestützte Laufbandtrainingssystem Lokomat.

Die Ganzkörpervibrationstherapie erfolgt mit dem Galileo®-System (Novotec, Pforzheim), dabei handelt es sich um eine Vibrationsplatte, die sich wie eine Wippe bewegt: „Durch diese seitenalternierende Bewegung der Platte werden neuromuskuläre Reflexe ausgelöst“ (UniReha, 2018c). Die Verbesserung der neuromuskulären Funktion ermöglicht einen Aufbau sowie Kräftigung der Muskulatur und so auch eine Zunahme der Bewegungsaktivität. Die Zunahme der Muskelmasse hat auch eine Zunahme der Knochenmasse zur Folge. Zudem wird die inter- und intramuskuläre Koordination durch die regelmäßige Aktivierung der neuromuskulären Reflexbögen verbessert.

Für nicht steh- und gehfähige Kinder und Jugendliche wird die Galileo Vibrationsplatte mit einem verstellbaren Kipptisch kombiniert. Die Kinder und Jugendlichen beginnen das seitenalternierende Ganzkörpervibrationstraining im Liegen und im Laufe des Trainings nehmen sie eine immer aufrechtere Körperposition ein, da durch die Zunahme der Muskelkraft eine zunehmende Vertikalisierung erreicht werden kann (UniReha 2018c). Das Galileo-Training beansprucht nur eine relativ kurze Trainingszeit und setzt trotzdem einen hohen Trainingsreiz, dadurch eignet es sich gut für den Gebrauch daheim und kann leicht in den Alltag integriert werden (Stark et al., 2013). Um die motorischen Fähigkeiten der Kinder und Jugendlichen bewerten und ihre Fortschritte durch das Trainingsprogramm feststellen zu können, wird unter anderem der Gross-Motors-Function-Measurement-Tests (GMFM) angewandt.

1.1.7 Gross-Motor-Function-Measurement-Test

Zur Bewertung des Trainingserfolgs wurde in dieser Arbeit die GMFM-66 herangezogen. Der Gross-Motor-Function-Measurement-Test (GMFM) ist ein standardisiertes, validiertes physiotherapeutisches Messverfahren, um die motorischen Fähigkeiten von Kindern und Jugendlichen mit CP zu beurteilen. Bei der GMFM-66 werden 66 Aufgaben bewertet. Die Organisation der Testaufgaben spiegelt die Meilensteine der Entwicklung wider. Die Aufgaben wurden in fünf Untergruppen der motorischen Funktionen (Dimensionen) zusammengefasst, um die Durchführung

des Tests und die Interpretation der Testergebnisse zu erleichtern (Alotaibi et al., 2014; Russel et al., 2000; Russel et al., 1989). Die fünf Dimensionen sind:

Dimension A: Liegen und Rollen (17 Aufgaben),

Dimension B: Sitzen (20 Aufgaben),

Dimension C: Krabbeln und Knien (14 Aufgaben),

Dimension D: Stehen (13 Aufgaben),

Dimension E: Gehen, Laufen und Springen (24 Aufgaben)

Der GMFM-66 hat 22 Aufgaben weniger als der GMFM-88 und ist somit schneller durchzuführen. Durch die Bereitstellung einer hierarchischen Struktur und Intervallskalierung kann das GMFM-66 ein besseres Verständnis der motorischen Entwicklung bei Kindern mit CP als der GMFM-88 liefern. Somit kann die Bewertung und Interpretation der mit dem GMFM erhaltenen Daten verbessert werden (Russel et al., 2000).

1.1.8 Ernährungssituation von Kindern und Jugendlichen mit Zerebralparese

Die Ernährungssituation von Kindern und Jugendlichen mit Zerebralparese (CP) ist seit vielen Jahrzehnten Gegenstand der Forschung. Dennoch gibt es bis heute keine einheitlichen Ernährungsempfehlungen. Dies liegt zum einen daran, dass es generell sehr schwer ist, den Ernährungszustand zu erfassen und Ernährungsprotokolle sowohl schwierig auszufüllen als auch auszuwerten sind. Zum anderen ist es kaum möglich, für eine sehr heterogene Gruppe von Betroffenen, die kein einheitliches Krankheitsbild haben, einheitliche Ernährungsempfehlungen zu geben. Genaue Schätzungen des Energiebedarfs von Kindern und Jugendlichen mit CP sind aufgrund des unterschiedlichen Energiebedarfs, der Heterogenität der Gruppe, der veränderten Körperzusammensetzung und der reduzierten körperlichen Aktivität schwierig.

Es gibt derzeit keine allgemein anerkannte Methode, um den Energiebedarf von Kindern und Jugendlichen mit CP zu schätzen (Bell & Samson-Fang, 2013). Kinder mit Zerebralparese verfügen oftmals über keine gute Ernährungskompetenz, daher sind Ernährungsprobleme häufig und ein großer Anteil der Kinder ist mangel- und unterernährt (Herrera-Anaya et al., 2016). Gleichzeitig scheinen Übergewicht und Fettleibigkeit bei Kindern mit CP zugenommen zu haben, was mit dem Trend in der Allgemeinbevölkerung übereinstimmt (Dahlseng et al., 2011; Schienkiewitz et al.,

2018). Dies ist besorgniserregend, da Ernährungskompetenz, Mobilität und ausreichendes Wachstum zu den stärksten prognostischen Überlebensfaktoren gehören, wie Strauss, Shavelle und Anderson schon 1998 in einer Studie zur Lebenserwartung von Kindern mit Zerebralparese zeigten. Kinder, deren motorische Fähigkeiten sowie Ernährungskompetenz angemessen waren, hatten gute Überlebenschancen und erreichten zu 90 Prozent oder mehr das Erwachsenenalter. Diejenigen ohne solche Fähigkeiten hatten jedoch viel schlechtere Aussichten (Strauss et al., 1998). Die Lebenserwartung von Menschen mit Zerebralparese ist auch heute noch im Vergleich zur Allgemeinbevölkerung reduziert. Die Sterblichkeitsrate ist nach wie vor bei Menschen mit CP für alle Altersgruppen und alle CP-Typen erhöht. Dieses Risiko ist bei Frauen höher als bei Männern. Auch wurde über den Zeitraum von 50 Jahren kein Rückgang der Frühsterblichkeit festgestellt (Himmelman & Sundh, 2015). Zudem sind Ernährungsprobleme bei Kindern mit CP mit einem schlechten linearen Wachstum assoziiert (Dahlseng et al., 2011). Kinder mit mittelschwerer oder schwerer CP sind durchschnittlich kleiner, dünner und leichter als ihre alters- und geschlechtsspezifischen Mitmenschen ohne CP. Die Unterschiede sind signifikant und werden mit zunehmenden Alter der Kinder immer deutlicher (Stevenson et al., 2006). Das Wachstum korreliert mit dem neurologischen Schweregrad und dem Vorhandensein einer ernährenden Gastronomie. Die Kinder, die am stärksten beeinträchtigt sind, haben auch das geringste Wachstum, insbesondere wenn sie keine Sondenernährung bekommen. Die Unterschiede zwischen Kindern und Jugendlichen mit CP und sich altersentsprechend entwickelnden Kindern und Jugendlichen sind in Studien ebenso nachgewiesen worden, wie die deutlichen Unterschiede zwischen den Kindern, die eine schwere motorische Beeinträchtigung haben im Vergleich zu Kindern, die nicht so stark betroffen sind. Kinder und Jugendlichen mit CP haben eine geringere Muskel- und Knochenmasse und einen höheren Fettanteil (Stevenson et al., 2006; Finbraten et al., 2015). Diejenigen mit schweren motorischen Beeinträchtigungen haben auch einen höheren Körperfettanteil, eine geringere fettfreie Masse (auch Muskelmasse genannt) und eine geringere Knochenmasse als die Kinder mit weniger schweren motorischen Beeinträchtigungen, obwohl sie einen ähnlichen Body Mass Index (BMI⁷) haben (Finbraten et al., 2015).

⁷ Im Folgenden wird Body Mass Index mit BMI abgekürzt.

Die Grenzwerte für Übergewicht und Adipositas werden von der World Health Organisation (WHO⁸) und der World Obesity Federation (WOF⁹) wie folgt definiert: Der Grenzwert für Übergewicht ist zwischen $84,1 \leq \text{BMI} < 97,7$ Perzentile und der Grenzwert für Adipositas ist $\text{BMI} \geq 97,7$ Perzentile. Die Grenzwerte der Deutschen Adipositas Gesellschaft (DAG¹⁰) werden nicht berücksichtigt, da Grenzwerte zu geringe Sensitivität haben und zu viele Kinder mit Übergewicht und Adipositas nicht erkannt wurden (Duran et al., 2018a).

Eine Studie zum Körperbau von Kindern mit Zerebralparese von Finbraten et al. (2015) hat gezeigt, dass die Kinder mit einem höheren GMFCS-Level (III bis V) häufiger kleinwüchsig waren, jedoch nicht unterernährt. Kinder mit Level III oder IV zeigten Kleinwuchs und höhere Fettanteile sowie niedrigere Muskelmasse als Kinder mit den GMFCS-Leveln I oder II. Der Kleinwuchs wird verursacht durch einen schlechten mütterlichen Ernährungszustand bei der Empfängnis, Unterernährung im Mutterleib, unzureichendes Stillen, verzögerte Ergänzungsernährung, unzureichende Qualität oder Quantität der Ergänzungsernährung und beeinträchtigte Nährstoffaufnahme durch Darminfektionen und Parasiten (World Health Organization, 1995). Die Studienteilnehmenden mit GMFCS-Level I und II waren im Durchschnitt signifikant größer, als diejenigen mit den Leveln III bis V. Kinder mit CP, die aufgrund von BMI-Berechnungen als untergewichtig eingestuft werden, können ausreichend oder überschüssiges Körperfett aufweisen (Finbraten et al., 2015). Der hohe Fettanteil mit gleichzeitig niedriger Muskelmasse in der Gruppe mit der geringsten Körpergröße (GMFCS-Level III bis V) steht im Einklang mit der Vorstellung, dass es bei Kindern mit verkümmertem Wachstum wahrscheinlich ist, dass sie an Fett zunehmen und im späteren Leben übergewichtig und fettleibig werden (Finbraten et al., 2015; Martins et al., 2004). Der BMI ist als einziges Kriterium zur Einschätzung des Ernährungszustandes nicht ausreichend (Finbraten et al., 2015). Eine Fehlinterpretation von niedrigen BMI-Werten oder niedrigen z-Werten in dieser Gruppe von Kindern kann zu Überernährung führen, insbesondere bei Kindern, die von der Ernährung mit Gastrostomiesonden abhängig sind (Finbraten et al., 2015 und Sullivan et al., 2006). Die skinfold thickness measurements (SFT¹¹) werden neben dual-energy

⁸ Im Folgenden wird World Health Organisation mit WHO abgekürzt.

⁹ Im Folgenden wird World Obesity Federation mit WOF abgekürzt.

¹⁰ Im Folgenden wird Deutschen Adipositas Gesellschaft mit DAG abgekürzt.

¹¹ Im Folgenden wird skinfold thickness measurements mit SFT abgekürzt.

X-ray absorptiometry (DXA¹²) als Methoden aufgeführt, um die Körperzusammensetzung genauer beurteilen zu können. Allerdings sind beide Methoden aufwendig in der Durchführung und die SFT sehr abhängig vom Anwender. Zudem wurde nachgewiesen, dass SFT-Messungen allein nicht die Genauigkeit der Beurteilung der Körperzusammensetzung verbessern, sondern dann, wenn diese Messungen in Gleichungen aufgenommen wurden, die für den Einsatz bei Kindern mit CP modifiziert wurden (Finbraten et al., 2015).

Die Energieaufnahme ist zum Teil von der Mobilität und dem Aktivitätsniveau abhängig. Es ist daher zu erwarten, dass Kinder mit Behinderungen einen geringeren Energiebedarf haben als Kinder ohne Behinderungen. Darüber hinaus sind die genauen Ernährungsanforderungen für Kinder mit Behinderungen unbekannt und die zur Messung der Aufnahme verwendeten Referenzstandards können für diese Gruppe von Kindern ungeeignet sein (Sullivan et al., 2002). Bei Kindern mit schwerer CP wurde ein relativ geringer Energiebedarf und ein hoher Körperfettgehalt nachgewiesen. Zudem wurde das potenzielle Risiko einer Überernährung mit verfügbaren enteralen Nahrungsmitteln, welche über eine Magensonde verabreicht werden, aufgezeigt. Bei Kindern und Jugendlichen mit CP sollte besondere Aufmerksamkeit auf die Ernährung gelegt werden, Mangel- und Unterernährung sollten nicht als normal akzeptiert werden. Der Ernährungsstatus sollte jährlich erhoben werden, bei Kleinkindern oder Kindern mit besonderem Risiko auch noch häufiger, damit ernährungsbedingte Probleme rechtzeitig erkannt und behoben werden können (Marchand, 2009). In einer Studie von Bandini et al. (1995) konnte gezeigt werden, dass es eine Korrelation zwischen Grundumsatz (resting metabolic rate = RMR) und der Körperlänge gibt, mit der der Energiebedarf geschätzt werden kann. Diese Korrelation wird ebenfalls von Nutricia, einem Unternehmen, das sich auf medizinische Ernährung spezialisiert hat angewandt, um die durchschnittliche Kalorienaufnahme pro Tag für Kinder und Jugendliche mit CP zu berechnen. Nutricia unterscheidet hierbei zwischen einer Zerebralparese mit leichter bis mittelgroßer Mobilität und einer Zerebralparese mit stark eingeschränkter Mobilität. Davon abhängig werden entweder 5 - 10 Kilokalorien pro Zentimeter Körperlänge bei stark eingeschränkter Mobilität oder 15 Kilokalorien pro Zentimeter Körperlänge bei leichter bis mittelgroßer Mobilität berechnet (Nutricia 2021). In dieser Arbeit wurde diese

¹² Im Folgenden wird dual-energy X-ray absorptiometry mit DXA abgekürzt.

Berechnung für den Energiebedarf der Kinder und Jugendlichen mit CP mit der durchschnittlichen Kalorienaufnahme der Studienteilnehmenden verglichen.

Laut dem Forschungsinstitut für Kinderernährung in Dortmund (FKE¹³) gelten für Kinder und Jugendliche mit Behinderung grundsätzlich die gleichen Empfehlungen wie für Kinder und Jugendliche ohne Behinderung. Als bewährtes Konzept für eine gesunde Ernährung empfiehlt das FKE die Optimierte Mischkost optimiX. Diese wurde von FKE entwickelt und eignet sich sowohl für Familienessen als auch für die Gemeinschaftsverpflegung. Ziel der Optimierten Mischkost ist es, dass die Kinder und Jugendlichen alle Nährstoffe bekommen, die sie brauchen, um zu wachsen und sich gesund zu entwickeln. Die typischen Essenvorlieben der Kinder und Jugendlichen sollen berücksichtigt werden. Dabei werden herkömmliche Lebensmittel bevorzugt, die nicht teurer sind als die herkömmliche Familienernährung, aber deutlich gesünder (Lentze et al., 2008).

Die Empfehlungen von optimiX lassen sich in drei einfachen Regeln zusammenfassen. Die Kinder und Jugendlichen sollen reichlich pflanzliche Lebensmittel und Getränke (Trinkwasser, Obst, Gemüse, Kartoffeln, Brot) zu sich nehmen. Mäßig sollen sie tierische Lebensmittel (Milch, Milchprodukte, Fleisch, Eier, Fisch) konsumieren und sparsam fett- und zuckerhaltige Lebensmittel (Fette, Öle, Süßigkeiten, Gebäck) verwenden (Lentze et al., 2008).

In der Optimierten Mischkost gibt es altersgemäße Lebensmittelverzehrmenen. Die empfohlenen Mengen orientieren sich am Energiebedarf von gesunden Kindern und Jugendlichen. Sie brauchen aufgrund des Wachstums pro Kilogramm Körpergewicht mehr Energie, Nährstoffe und Flüssigkeit als Erwachsene. Auch innerhalb einer Altersgruppe kann sich der Energiebedarf von Kind zu Kind unterscheiden. Dementsprechend variabel sind auch die Mengen an Lebensmitteln, welche die Kinder und Jugendlichen brauchen. Ruhige Kinder essen oftmals weniger als lebhafte, Kinder die kräftig gebaut sind benötigen mehr als gleichaltrige kleine und zarte Kinder. Da die Gesamtmenge, die Kinder zu sich nehmen, stark variieren kann, sind die empfohlenen Mengen Durchschnittswerte. Bei Kindern und Jugendlichen mit Behinderung kann sich der Bedarf im Vergleich zu gesunden Kindern verringern oder erhöhen. Die Muskelaktivität bestimmt im Wesentlichen den individuellen Energiebedarf. Kinder und Jugendliche mit einer permanent erhöhten Muskelspannung, z. B. durch eine

¹³ Im Folgenden wird Forschungsinstitut für Kinderernährung in Dortmund mit FKE abgekürzt.

spastische Haltung oder einschießende Spasmen, haben einen erhöhten Energiebedarf. Bei Kindern und Jugendlichen mit einer hypotonen Muskelspannung verringert sich dagegen der Energiebedarf. Der Körper benötigt ebenfalls weniger Energie bei stark eingeschränkter körperlicher Aktivität, wie beispielweise dem stetigen Sitzen im Rollstuhl (Lentze et al., 2008).

1.2 Fragestellung und Zielsetzung der Arbeit

Ziel dieser Arbeit ist es, die Ernährungssituation von Kindern und Jugendlichen mit Zerebralparese vor und während der Teilnahme am „Auf die Beine“-Therapiekonzept zu analysieren. Diese Arbeit soll dazu beitragen, mehr über den Ernährungszustand von Kindern und Jugendlichen mit CP zu erfahren. Folgende Fragestellungen werden in dieser Arbeit untersucht:

- In welchem Zusammenhang steht die Kalorienaufnahme mit der körperlichen Konstitution?
- Gibt es Unterschiede zwischen Kindern mit Zerebralparese und gesunden Kindern bezüglich der Ernährungssituation?
- Sind die Kinder und Jugendlichen mit CP normal ernährt, mangelernährt oder übergewichtig?
- Entspricht ihre Kalorienaufnahme den Empfehlungen für Kinder und Jugendliche mit CP?
- Hat eine körperliche Aktivität Auswirkung auf ihr Ernährungsverhalten?
- Steigt die Kalorienaufnahme bei sportlicher Aktivität?
- Gibt es eine Korrelation von gesteigerter Kalorienaufnahme und erhöhter körperlicher Aktivität (GMFM)?
- Gibt es eine geschlechtsabhängige Veränderung der Kalorienaufnahme?
- Hat der Schweregrad der Mobilitätseinschränkung einen Einfluss auf die Kalorienaufnahme?

2 Material und Methoden

2.1 Studienkollektiv

2.1.1 Zeitraum der Datenerhebung

Bei der Studie handelt es sich um eine monozentrische prospektive Longitudinalstudie. Die Datenerhebung erfolgte im Zeitraum von März 2016 bis Oktober 2016. Ein Ethikantrag wurde unter der Antragsnummer 16-049 gestellt. Die Ethikkommission der Medizinischen Fakultät der Universität zu Köln hat die Studie zum Thema: „Analyse der Ernährungssituation von Kindern und Jugendlichen mit Zerebralparese vor und während der Teilnahme am „Auf die Beine“-Therapiekonzept“ bewilligt.

2.1.2 Studienpopulation

Die Studienpopulation rekrutiert sich aus den Kindern und Jugendlichen, die am Rehabilitationskonzept „Auf die Beine“ der UniReha Köln teilnahmen. Dabei wurden sowohl Teilnehmende des Erstkonzeptes als auch die der Folgekonzepte eingeschlossen. In Tabelle 2 wird die Demografie der Studienpopulation unterteilt nach Geschlecht und GMFCS-Level dargestellt. Die Mittelwerte, Standardabweichungen sowie Z-Werte von Alter, Körperlänge, Gewicht und BMI der Untersuchungsgruppe sind angegeben. Die Verteilung der einzelnen CP-Subtypen ist in Zahl in Prozent angegeben.

Tabelle 2: Demografien der Studienpopulation nach Geschlecht und GMFCS-Level

	Studienteilnehmer/innen			GMFCS Level	
	Alle (n=40)	weibliche (n=21)	männliche (n=19)	Level I -III (n= 32)	Level IV-V (n=8)
Anzahl					
Alter	8,2 (3,5)	7,4 (3,4)	9,1 (3,4)	8,3 (3,6)	8,0 (3,4)
Körperlänge in cm	122,7 (19,9)	117,6 (17,3)	128,2 (21,6)	123,1 (20,5)	120,8 (18,5)
Körperlänge als Z-Wert	-1,32 (1,21)	-1,26 (1,23)	-1,39 (1,22)	-1,28 (1,25)	-1,46 (1,12)
Gewicht in kg	26,7 (12,7)	24,5 (11,3)	29,2 (13,9)	27,1 (13,3)	24,9 (10,2)
BMI	16,8 (3,3)	16,8 (3,1)	16,8 (3,7)	16,9 (3,3)	16,5 (3,8)
BMI als Z-Wert	-0,35 (1,48)	-0,13 (1,44)	-0,59 (1,53)	- 0,29 (1,44)	-0,58 (1,71)
CP Subtyp (%)					
Bilateral spastisch	90	90,5	89,5	93,8	75
Unilateral spastisch	2,5	4,8	0	3,2	0
Dyskinetisch	5	4,8	5,3	0	25
Ataktisch	0	0	0	0	0
Gemischt	2,5	0	5,3	3,2	0
CP Subtyp Anzahl					
Bilateral spastisch	36	19	17	30	6
Unilateral spastisch	1	1	0	1	0
Dyskinetisch	2	1	1	0	2
Ataktisch	0	0	0	0	0
Gemischt	1	0	1	1	0

Alle Daten sind zum ersten Messpunkt erhoben. Alle Werte sind, sofern nicht anders gekennzeichnet, Mittelwerte. Die Werte in Klammern sind Standardabweichungen.

2.1.3 Ein- und Ausschlusskriterien

In die Studie eingeschlossen wurden Kinder und Jugendliche zwischen drei und achtzehn Jahren mit der klinischen Diagnose Zerebralparese, die am „Auf die Beine“ Therapiekonzept teilnahmen. Zudem mussten die Sorgeberechtigten der Kinder und Jugendlichen eine Einverständniserklärung unterschreiben und sich bereit erklären, die Ernährungsprotokolle ihrer Kinder auszufüllen. Das letzte Intensivtraining mit einem Galileo®-System musste mindestens sechs Monate zurückliegen und es durfte kein eigenes Galileo Trainingsgerät besessen werden bzw. kein Dauertraining mit Galileo® erfolgen. Das regelmäßige Training musste sich auf maximal zwei bis dreimal pro Woche beschränken. Bei einem vorzeitigen Abbruch des „Auf die Beine“-Therapiekonzepts, einer fehlenden Einverständniserklärung durch einen Sorgeberechtigten oder Krankheit während der Protokollführung musste die Studienteilnahme abgebrochen werden. Zudem wurden keine Teilnehmer des „Auf die

Beine“-Therapiekonzepts eingeschlossen, die eine PEG¹⁴-Ernährung (oder eine ketogene Diät) benötigten oder zusätzlich noch eine Stoffwechselerkrankung hatten.

2.1.4 Fallzahlkalkulation

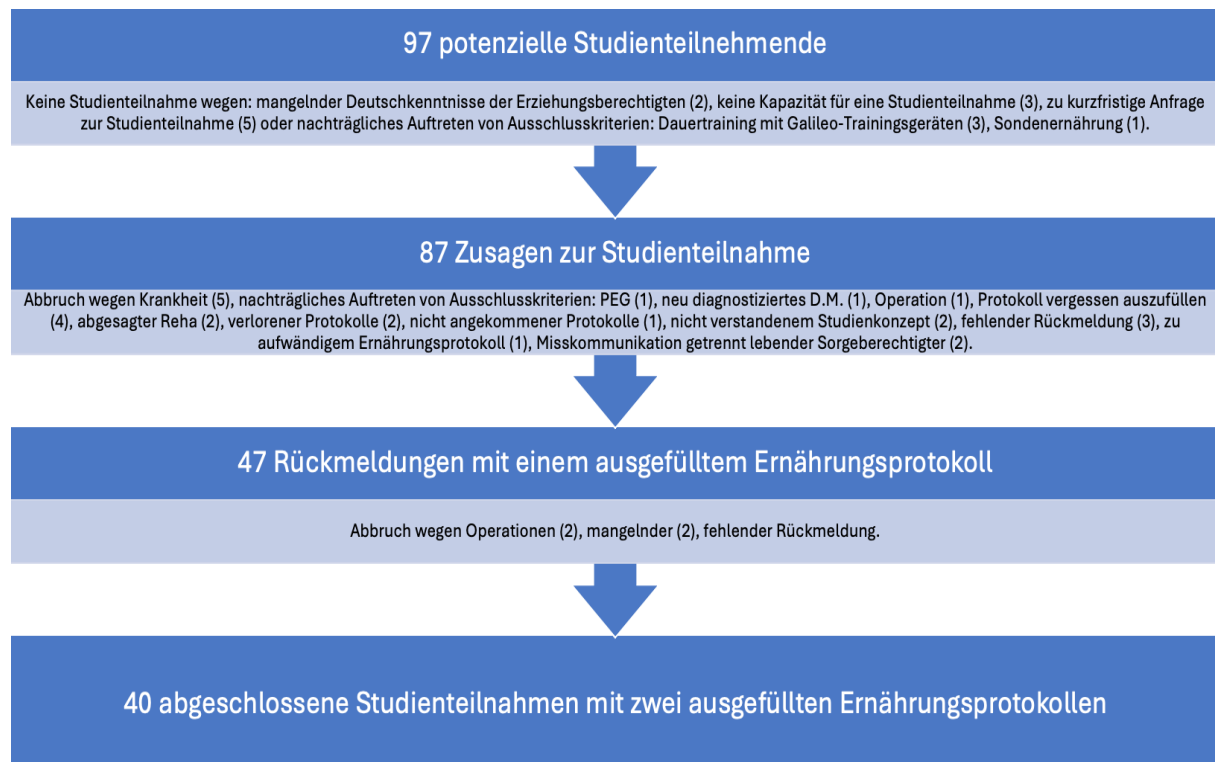
Im Rahmen der Ernährungsprotokollstudie sollten alle Eltern von Kindern und Jugendlichen zwischen drei und 18 Jahren befragt werden. Die Ernährungsprotokolle wurden im Rahmen deskriptiver Statistik ausgewertet. Da es sich um ein neues Testverfahren handelt, können keine Zahlen zur Fallzahlkalkulation aus vorhergegangenen Studien angegeben werden. Alle Daten wurden pseudonymisiert erfasst und ausgewertet.

2.1.5 Studienablauf

Alle Sorgeberechtigten, deren Kinder am Rehabilitationskonzept „Auf die Beine“ der UniReha teilnahmen und zwischen 3 und 18 Jahre alt waren, erhielten eine Patienteninformation und eine Einwilligungserklärung zur Studienteilnahme. Die Eltern erhielten zwei Ernährungsprotokolle, die jeweils vor dem ersten und zweiten stationären Aufenthalt ausgefüllt werden sollten. Die Ernährungsprotokolle sollten möglichst an drei aufeinander folgenden Tagen, inklusive eines Wochenendtages ausgefüllt werden. Die Sorgeberechtigten sollten so detailliert wie möglich und mit genauen Mengenangaben die Nahrungszufuhr ihres Kindes dokumentieren.

¹⁴ PEG ist die Abkürzung für Perkutane endoskopische Gastrostomie.

Abbildung 2: Rekrutierung der Studiengruppe



Von den Kindern und Jugendlichen mit CP, die das Trainingsprogramm „Auf die Beine“ innerhalb des Zeitraums von Ende Februar 2016 bis Anfang Juli beginnen sollten, haben 97 die Ein- und Ausschlusskriterien der Studie erfüllt. Die Eltern der 97 Kinder wurden telefonisch kontaktiert, um die Studie vorzustellen und eine Teilnahme zu erfragen. 83 Eltern erklärten sich bereit, mit ihren Kindern an der Studie teilzunehmen. Die Ernährungsprotokolle mit Einwilligungserklärung für die Erziehungsberechtigten sowie für die bereits einwilligungsfähigen Kinder und eine ausführliche Informationserklärung wurden Ihnen postalisch zugesandt.

Von den 83 Kindern und Jugendlichen, die an der Studie teilnahmen, haben 47 Erziehungsberechtigte das ersten Ernährungsprotokoll ausgefüllt und der UniReha zukommen lassen. 36 der Studienteilnehmenden haben die Studie abgebrochen.

40 Kinder und Jugendlichen haben die Studie abschließen können, da ihre Eltern auch das zweiten Ernährungsprotokoll ausgefüllt und abgegeben haben. Entscheidend war, dass die Ernährungsprotokolle korrekt und vollständig aufgefüllt waren, anderenfalls waren sie nicht verwertbar.

2.2 Messinstrumentarium

Es wurden Ernährungsprotokolle in deutscher Sprache verwendet, die für die Studie eigens erstellt wurden. Die Ernährung der Studienteilnehmenden wurde zweimal für jeweils drei Tage protokolliert. Ziel war die Ermittlung der Kalorienaufnahme pro Tag und im Durchschnitt, sowie die Aufnahme von Kohlenhydraten, Eiweiß, Fett und Trinkmenge. Um den Eltern das Protokollieren der Nahrungsaufnahme zu erleichtern und möglichst genaue Angaben zur Menge und Art des Essens zu bekommen, gab es eine ausführliche Erläuterung wie die Mahlzeiten bestmöglich protokolliert werden können. Dabei wurde gezeigt, wie genauere Mengenangaben auch ohne Küchenwaage möglich sind. Als Hilfestellung wurde ein Beispiel eines protokollierten Frühstücks, einer Zwischenmahlzeit und eines Mittagsessens gegeben. Beim zweiten Ernährungsprotokoll wurden die Eltern gebeten, das Essverhalten ihrer Kinder einzuschätzen und anzukreuzen, ob und inwieweit sich das Essverhalten Ihrer Kinder verändert habe. Ein Exemplar des Ernährungsprotokolls ist im Anhang beigelegt.

2.3 Auswertung

Die Auswertung der Ernährungsprotokolle erfolgte über die Ernährungssoftware PRODI® von Nutri - Science GmbH. Mithilfe der Ernährungssoftware PRODI® Basis (Version 6.5) mit Datenbankeerweiterung wurden die 80 Protokolle ausgewertet.

Die PRODI®-Basis-Version basiert auf der Nährwertdatenbank NutriBase® und enthält als Datenquelle den Bundeslebensmittelschlüssel 3.02 (BLS 3.02) mit ca. 14.800 Lebensmitteln. Des Weiteren enthält die Version von PRODI® über 19.600 Produktdaten aus der Lebensmittelindustrie (Nutri-Science GmbH 2018). Die 80 Ernährungsprotokolle wurden mit Hilfe des Ernährungsanalyse-Programms Prodi® ausgewertet. Aus den Ergebnissen der jeweils dreitägigen (bzw. insgesamt sechstägigen) Aufzeichnung wurden sowohl die Kalorienaufnahme pro Tag als auch die Aufnahme von Eiweiß, Kohlenhydraten und Fett pro Tag erhoben. Aus diesen Werten wurden dann die Durchschnittswerte für den Tagesbedarf an Eiweiß, Kohlenhydraten, Fett sowie die Gesamtkalorienaufnahme ermittelt.

2.3.1 Statistische Auswertung

Die statistische Auswertung erfolgt mit Microsoft® Excel für Mac (Version 15.33) und R Studio für Mac (Version 1.1.456). Die Verteilung der Daten wird mit Shapiro-Wilk-Test untersucht. Für Variablen, die normal verteilt sind, wird der T-Test verwendet und für die Variablen, die nicht normal verteilt sind, wird der Wilcoxon-Mann-Whitney-Test sowie der Kruskal-Wallis-Test angewandt. Wenn nicht anders gekennzeichnet, werden Mittelwert und Standardabweichung verwendet. Die Korrelationskoeffizienten werden mit der Spearman Methode berechnet. Die Signifikanzanalysen werden mit Hilfe des Fischer Tests berechnet, da dieser keine Voraussetzungen an den Stichprobenumfang stellt und einige der absoluten Häufigkeiten in unseren Stichproben kleiner fünf sind.

3. Ergebnisse

Ziel dieser Arbeit ist es, die Ernährungssituation von Kindern und Jugendlichen mit Zerebralparese in Deutschland zu untersuchen sowie die Auswirkungen eines Intensivtrainings mit häuslicher Vibrationstherapie auf deren Ernährungssituation zu analysieren. Neben dem allgemeinen Ernährungsstatus dieser Patientengruppe soll auch die Hypothese untersucht werden, ob eine Zunahme der körperlichen Aktivität bzw. eine Verbesserung der funktionellen motorischen Fähigkeiten zu einer messbaren Zunahme des Kalorienbedarfs bzw. der Kalorienaufnahme führt. Zu diesem Zweck werden von 40 Kindern und Jugendlichen, die am „Auf die Beine“-Therapiekonzept der UniReha Köln teilnehmen, mittels zweier Datenerhebungen, in einem Zeitraum von zwei bis drei Monaten, 80 Ernährungsprotokolle erstellt und ausgewertet.

Die Kalorienaufnahme wird unter Berücksichtigung verschiedener Einflussfaktoren analysiert. Zu den Parametern zählen allgemeine Größen wie Körperlänge, Gewicht, BMI und Geschlecht. Des Weiteren werden GMFCS-Level und GMFM hinzugezogen. Die Kalorienaufnahme der Studienteilnehmenden wird mit den Ernährungsempfehlungen von Nutricia verglichen.

3.1 Ernährungssituation der Studienteilnehmenden im Vergleich mit den Studienteilnehmenden der Studie zur Gesundheit von Kindern und Jugendlichen in Deutschland (KiGGS¹⁵)

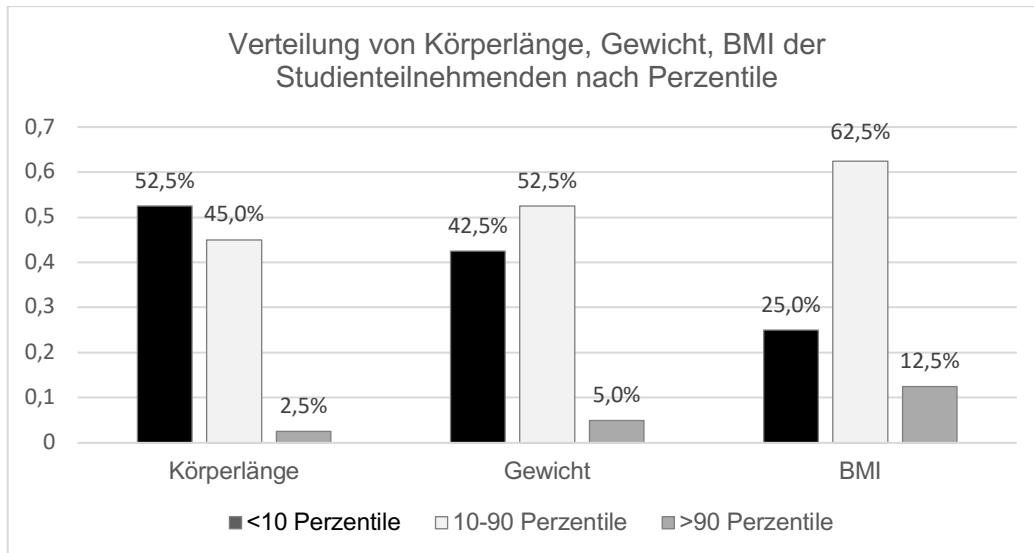
Die Perzentilenberechnung für Körperlänge, Gewicht und BMI erfolgt anhand der Daten nach Kromeyer-Hauschild (Neuhauser et. al 2003-2006; RKI 2. Auflage 2013). In Abbildung 3 sind die Studienteilnehmenden anhand ihrer Perzentile eingeteilt.

Die Hälfte der von uns untersuchten Kinder und Jugendlichen mit Zerebralparese ist zu klein und liegt mit ihrer Körperlänge unterhalb der 10. Perzentile. Fast die Hälfte (42,5 Prozent) der Studienteilnehmenden ist untergewichtig. Untergewicht wird im Folgenden als BMI unterhalb der 10. Perzentile für das Alter definiert (Schienkiewitz et al., 2018a). Beim BMI liegen über 60 Prozent der Studienteilnehmenden im

¹⁵ Im Folgenden wird Studie zur Gesundheit von Kindern und Jugendlichen in Deutschland mit KiGGS abgekürzt.

Normbereich, 25 Prozent der Kinder haben jedoch einen BMI unterhalb der 10. Perzentile.

Abbildung 3: Verteilung von Körperlänge, Gewicht und BMI



3.2 Korrelation von Alter zu Körperlänge, Gewicht und BMI bei der ersten Datenerhebung

Die Abbildungen 4 bis 6 zeigen die Korrelationen von Alter zu Körperlänge, Gewicht und BMI bei der ersten Datenerhebung. Wie Abbildung 4 zeigt, besteht bei den von uns untersuchten Kindern und Jugendlichen mit CP eine Korrelation von Alter und Körperlänge. Je älter die Kinder und Jugendlichen sind, desto größer sind sie. Ebenfalls liegt eine Korrelation von Alter und Gewicht vor, aber mit größerer Streubreite als bei der Körperlänge (Abbildung 5). Die Korrelation von Alter und BMI ist gering, vor allem bei den älteren Kindern, wie Abbildung 6 zeigt.

Der Korrelationskoeffizient wird mit der Spearman-Methode berechnet.

Für die Korrelation von Alter und Körperlänge bei der ersten Messung liegt der Korrelationskoeffizient (ρ) bei 0,92 mit einem p-Wert $< 0,001$. Die Signifikanz liegt deutlich unter der Verwerfungsgrenze von $< 0,05$. Es liegt somit eine signifikante und starke Korrelation von Alter und Körperlänge vor. Der Korrelationskoeffizient für die Korrelation von Alter und Gewicht bei der ersten Messung beträgt 0,82 und der p-Wert lautet $< 0,001$. Es liegt demnach ebenfalls eine starke Korrelation von Alter und Gewicht vor. Für die Korrelation von Alter und BMI beträgt der Korrelationskoeffizient

bei der ersten Messung nur 0,34 bei einem p-Wert von 0,029. Es zeigt sich somit zwar eine signifikante, aber schwache Korrelation von Alter und BMI.

Abbildung 4: Korrelation von Alter zu Körperlänge bei der ersten Messung

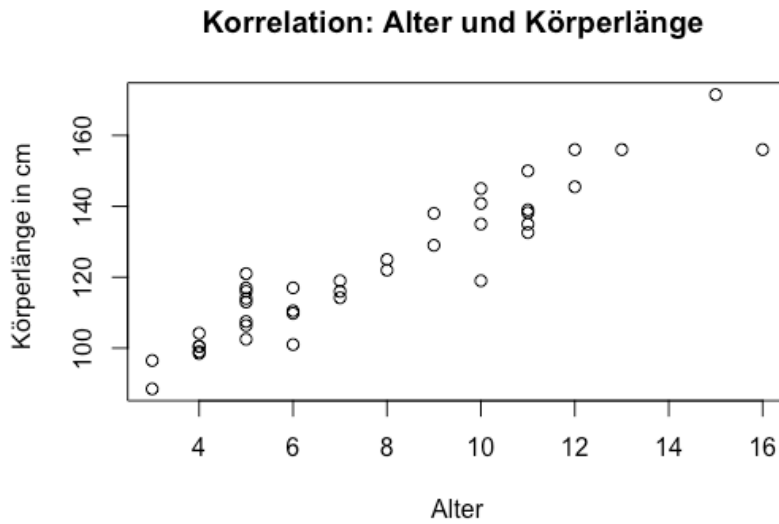


Abbildung 5: Korrelation von Alter zu Gewicht bei der ersten Messung

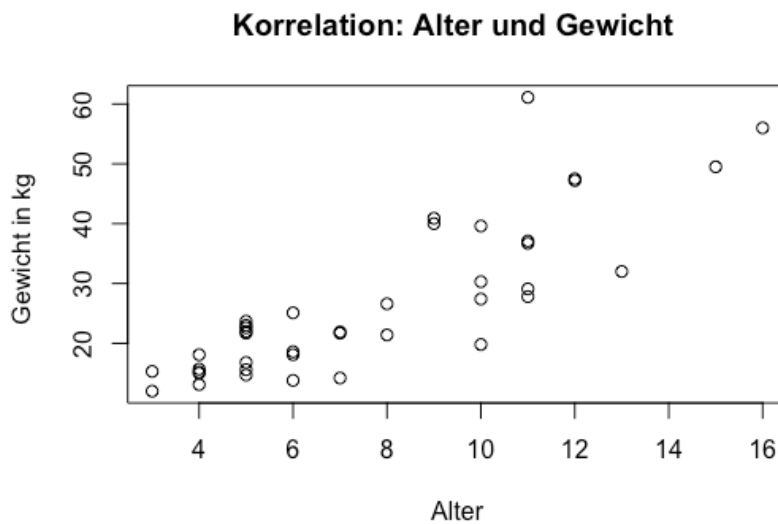
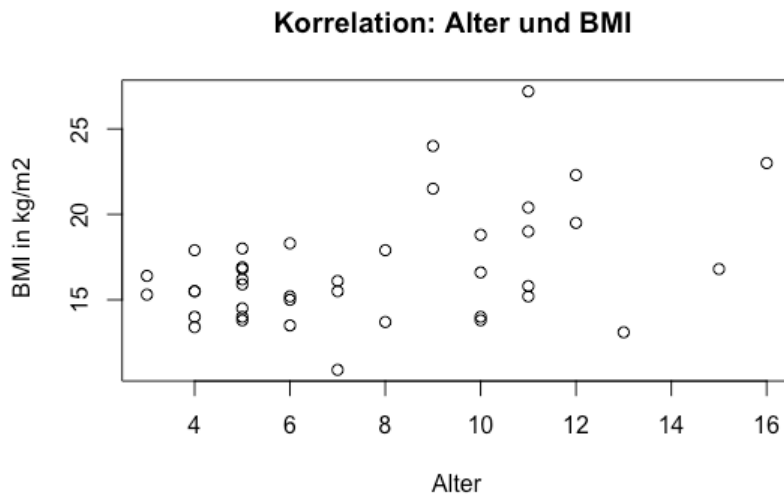


Abbildung 6: Korrelation von Alter zu BMI bei der ersten Messung



3.3 Korrelation von Körperlänge, Gewicht und BMI zur durchschnittlichen Kalorienaufnahme vor Beginn des Trainings

Die Abbildungen 7 bis 9 beschreiben die Korrelationen von Körperlänge, Gewicht und BMI zur durchschnittlichen Kalorienaufnahme pro Tag vor Beginn des Trainings. Abbildung 7 zeigt, dass bei den Kindern und Jugendlichen mit CP eine Korrelation von Körperlänge und durchschnittlicher Kalorienaufnahme pro Tag besteht. Je größer die Kinder und Jugendlichen sind, desto höhere Kalorienmengen nehmen sie zu sich. Dieser Zusammenhang kann bei den Parametern Gewicht und BMI nicht eindeutig nachgewiesen werden. Abbildung 8 zeigt eine Korrelation von Gewicht und durchschnittlicher Kalorienaufnahme pro Tag. Eine Korrelation von BMI und durchschnittlicher Kalorienaufnahme pro Tag ist nicht klar zu erkennen (Abbildung 9).

Für die Korrelation von Körperlänge und durchschnittlicher Kalorienaufnahme pro Tag vor Beginn des Trainings lautet der Korrelationskoeffizient (ρ) 0,60. Die Signifikanz ist bei einem p-Wert von $< 0,001$ hoch. Es zeigt sich somit eine starke Korrelation von Körperlänge und Kalorienaufnahme. Bei der Korrelation von Gewicht und durchschnittlicher Kalorienaufnahme pro Tag vor Beginn des Trainings beträgt der Korrelationskoeffizient 0,57. Dieser Wert spricht bei einer Signifikanz mit einem p-Wert von $< 0,001$ für eine hohe Korrelation von Gewicht und Kalorienaufnahme. Der Korrelationskoeffizient für die Korrelation von BMI und durchschnittlicher Kalorienaufnahme pro Tag vor Beginn des Trainings beträgt 0,31, was für eine mittlere

bis schwache Korrelation von BMI und Kalorienaufnahme spricht. Mit einem p-Wert von 0,052 ist jedoch die geforderte Signifikanz nicht mehr gegeben.

Abbildung 7: Korrelation von Körperlänge und durchschnittlicher Kalorienaufnahme pro Tag vor Beginn des Trainings

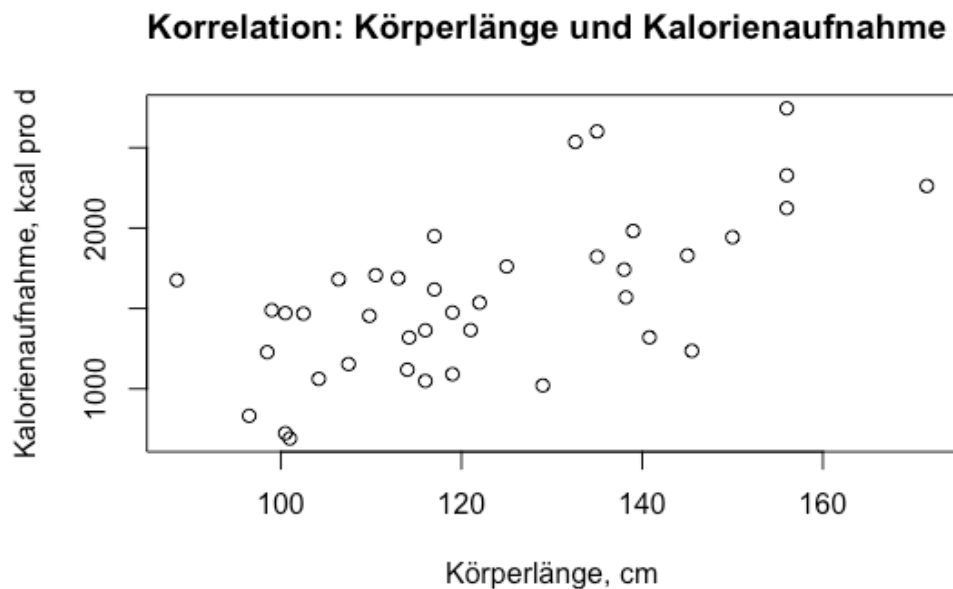


Abbildung 8: Korrelation von Gewicht und durchschnittlicher Kalorienaufnahme pro Tag vor Beginn des Trainings

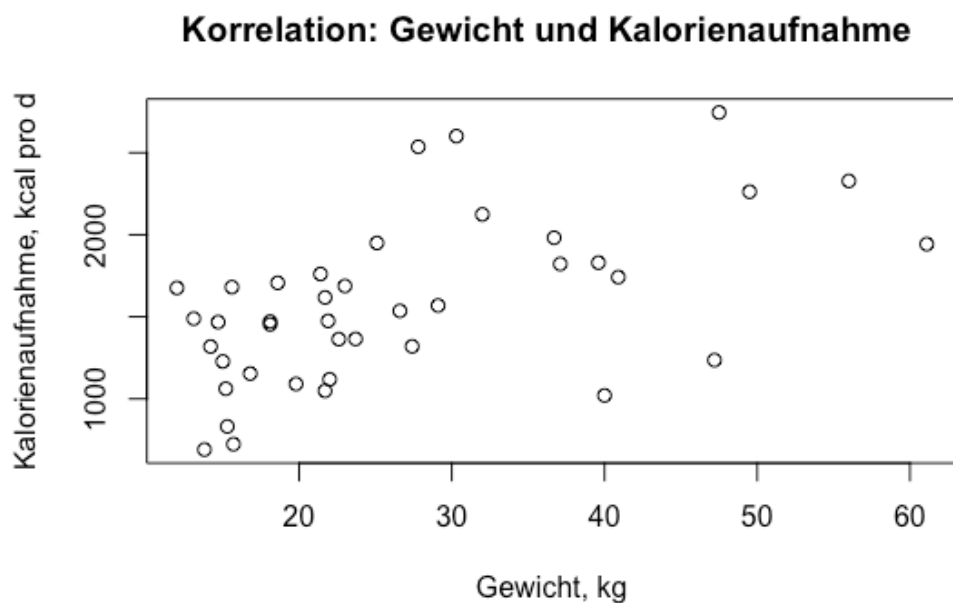
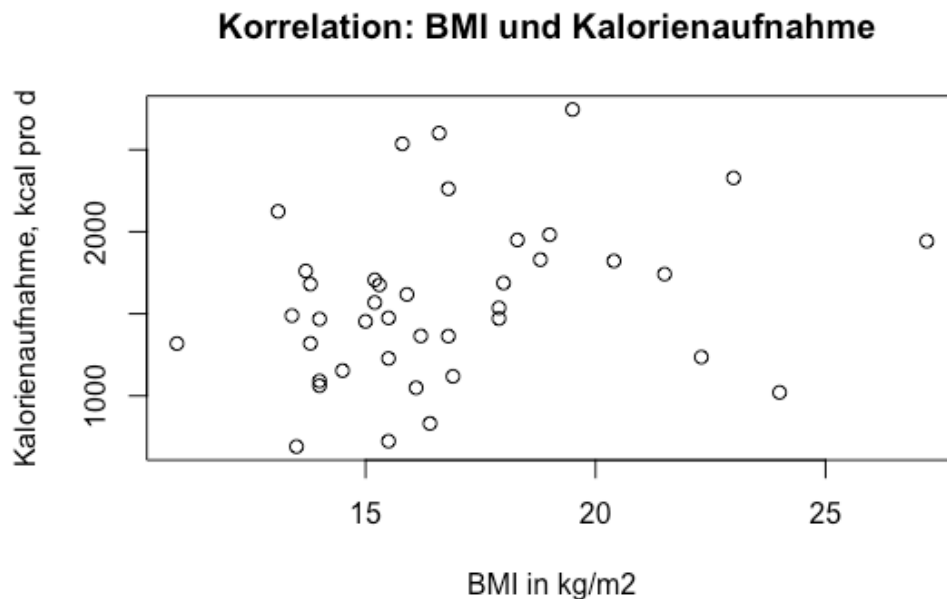


Abbildung 9: Korrelation von BMI und durchschnittlicher Kalorienaufnahme pro Tag vor Beginn des Trainings



3.4 Vergleich der durchschnittlichen Kalorienaufnahme pro Tag aller 40 Kinder bei der ersten und der zweiten Messung in Bezug auf die Empfehlungen von Nutricia basierend auf den Daten von Bandini et al.

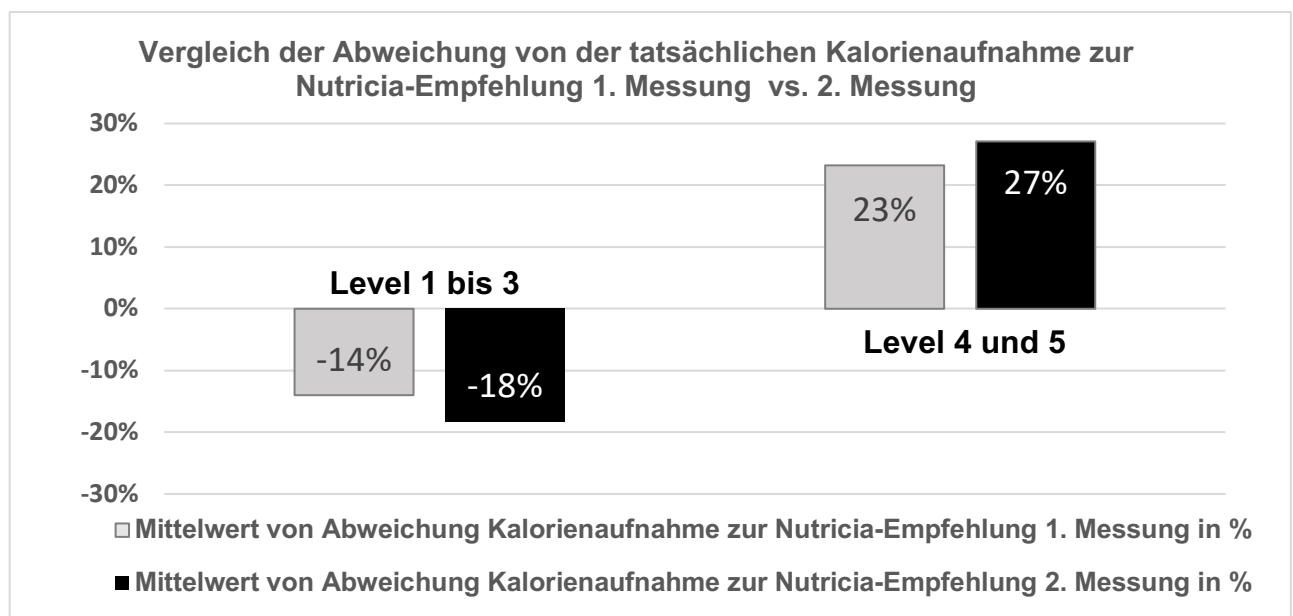
Um einen Eindruck der Ernährungssituation der untersuchten Kinder mit CP zu bekommen, werden die Ergebnisse der Ernährungserhebung mit den Empfehlungen von Nutricia verglichen. Hierfür wird die durchschnittliche Kalorienaufnahme pro Tag der Kinder verwendet. Die Ernährungsempfehlungen von Nutricia sind abhängig von Körperlänge und Ausprägungsgrad der Mobilitätseinschränkung. Es wird unterschieden zwischen Zerebralparese mit leicht bis mittelgroßer Mobilitätseinschränkung und Zerebralparese mit stark eingeschränkter Mobilität. Davon abhängig werden entweder fünf bis zehn Kilokalorien pro Zentimeter Körperlänge bei stark eingeschränkter Mobilität oder 15 Kilokalorien pro Zentimeter Körperlänge bei leichter bis mittelgroßer Mobilitätseinschränkung empfohlen (Nutricia, 2021). In der Studie haben wir 32 Kinder mit einem GMFCS-Level I bis III der Gruppe 1 (Zerebralparese mit leichter bis mittelgroßer Mobilitätseinschränkung) sowie acht Kinder mit einem GMFCS-Level IV und V der Gruppe 2 (Zerebralparese mit stark eingeschränkter Mobilität) zugeordnet.

In der Gruppe der Kinder mit leicht bis mittelgroß eingeschränkter Mobilität liegt die ermittelte durchschnittliche Kalorienaufnahme sowohl vor Beginn des Trainings als auch währenddessen 14 Prozent bzw. 18,3 Prozent unterhalb der von Nutricia empfohlenen Energiezufuhr. In der Gruppe der Kinder mit stark eingeschränkter Mobilität liegt die dokumentierte Kalorienaufnahme sowohl vor als auch während des Trainings 23,2 Prozent bzw. 27,1 Prozent oberhalb der empfohlenen Energiezufuhr.

Tabelle 3: Mittelwerte der Kalorienaufnahme nach Abweichung von der Nutricia-Empfehlung im Vergleich der ersten Messung zur zweiten Messung in Prozent in Bezug auf das GMFCS-Level, sowie Anzahl der Studienteilnehmenden der jeweiligen GMFCS-Level

GMFCS-Level	Anzahl von Studienteilnehmenden pro GMFCS-Level	Mittelwert von Abweichung Kalorienaufnahme zur Nutricia-Empfehlung 1. Messung	Mittelwert von Abweichung Kalorienaufnahme zur Nutricia-Empfehlung 2. Messung
Level 1 - 3	32	-14,00 %	-18,30 %
Level 4 - 5	8	23,20 %	27,10 %
Gesamtergebnis	40	-6,50 %	-9,20 %

Abbildung 10: Mittelwerte von Kalorienaufnahme nach Abweichung von der Nutricia-Empfehlung im Vergleich der ersten Messung zur zweiten Messung in Prozent in Bezug auf das GMFCS-Level



Anhand der Körperlänge und der ermittelten durchschnittlichen Kilokalorienaufnahme pro Tag kann für alle Studienteilnehmende die durchschnittliche Kilokalorienmenge pro cm Körperlänge (KL) berechnet und verglichen werden.

Für Gruppe 1 beträgt bei der ersten Messung die durchschnittliche Kilokalorienaufnahme pro cm Körperlänge im Durchschnitt 12,86 kcal/cm KL. Bei der zweiten Messung sind es 12,18 kcal/cm KL. Es zeigt sich, dass der Mittelwert der Kalorienaufnahme pro cm Körperlänge sich nach zwei- bis dreimonatigem Training nicht verändert hat. Beide Messungen liegen damit unter der von Nutricia empfohlenen Kalorienmenge von 15 kcal/cm KL bei leicht eingeschränkter Mobilität. Bei den Kindern mit stark eingeschränkter Mobilität aus Gruppe 2 beträgt die durchschnittliche Kilokalorienaufnahme pro cm Körperlänge im Durchschnitt 12,35 kcal/cm KL bei der ersten Messung und 13,31 kcal/cm KL bei der zweiten Messung. Beide Messungen liegen damit über der von Nutricia empfohlenen Kalorienmenge von 10 kcal/cm KL bei stark eingeschränkter Mobilität.

Der Wilcoxon-Mann-Whitney-Test zeigt mit einem p-Wert von 0,627, dass die 40 Kinder zwischen den beiden Messungen keine signifiante Veränderung der durchschnittlichen Kilokalorienaufnahme zeigen.

3.5 Vergleich der Ernährungsempfehlung von Nutricia mit der tatsächlichen durchschnittlichen Kalorienaufnahme der Studienteilnehmenden

Die Ernährungsempfehlungen von Nutricia für Kinder und Jugendliche mit Zerebralparese sind abhängig von Körperlänge und Ausprägungsgrad der Mobilitätseinschränkung. Für jeden Studienteilnehmenden wurde der Bedarf an Kilokalorien pro Tag berechnet und mit der durchschnittlichen Kalorienaufnahme pro Tag verglichen. Ein Cut-off- Wert von zehn Prozent wurde beim Vergleich der durchschnittlichen Kalorienaufnahme mit den Nutricia-Empfehlungen festgelegt. Liegt die durchschnittliche Kalorienaufnahme innerhalb des Cut-off-Wertes von zehn Prozent, entspricht die Kalorienaufnahme der Ernährungsempfehlung von Nutricia. Beträgt die durchschnittliche Kalorienaufnahme mehr als zehn Prozent des berechneten Bedarfs, liegt die Kalorienaufnahme oberhalb der Nutricia-Empfehlung. Wenn die durchschnittliche Kalorienaufnahme um zehn Prozent niedriger ist als der von Nutricia errechnete Bedarf, liegt die ermittelte Kalorienaufnahme unterhalb der Nutricia-Empfehlung.

Tabelle 4 zeigt, dass die Kalorienaufnahme bei der ersten Messung und zweiten Messung bei 20 bis 22,5 Prozent der Kinder und Jugendlichen innerhalb der Ernährungsempfehlung von Nutricia liegt. 17,5 bis 25 Prozent der Studienteilnehmenden haben eine deutlich höhere Kalorienaufnahme als von Nutricia empfohlen. Die Mehrheit der Studienteilnehmenden (52,5 bis 62,5 Prozent) liegt mit ihrer Kalorienaufnahme unterhalb der Nutricia-Empfehlung.

Tabelle 4: Vergleich der durchschnittlichen Kalorienaufnahme mit der Ernährungsempfehlung von Nutricia

Durchschnittliche Kalorienaufnahme	Innerhalb der Nutricia-Empfehlung	Oberhalb ($\geq 10\%$) der Nutricia-Empfehlung	Unterhalb ($\leq 10\%$) der Nutricia-Empfehlung	Anzahl der Studienteilnehmenden
1. Messung	9 (22,5 %)	10 (25 %)	21 (52,5 %)	40 (100 %)
2. Messung	8 (20 %)	7 (17,5 %)	25 (62,5 %)	40 (100 %)

3.6 Korrelation zwischen der durchschnittlichen Kalorienaufnahme und dem BMI-Wert der Kinder und Jugendlichen mit GMFCS-Level I bis III sowie GMFCS-Level IV und V in Bezug zur Ernährungsempfehlung von Nutricia

Des Weiteren wurde untersucht, ob es einen Zusammenhang zwischen einer unterhalb der Empfehlung liegenden Kalorienaufnahme und einem niedrigen BMI bzw. einer oberhalb der Empfehlung liegenden Kalorienaufnahme und einem hohen BMI gibt. Hierfür wurden die erhobenen Daten der Studienteilnehmenden mit den individuell empfohlenen Kalorienmengen von Nutricia verglichen.

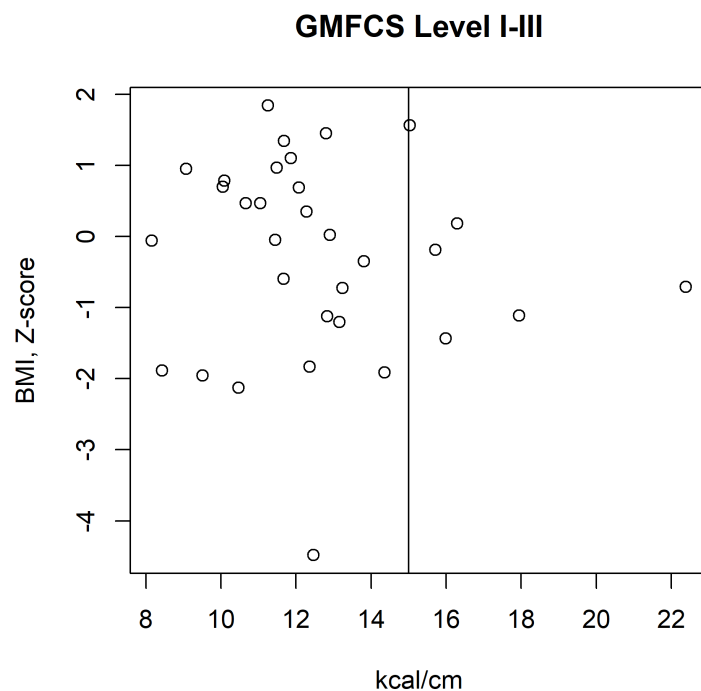
In Abbildung 11 wird die Korrelation der durchschnittlichen Kalorienaufnahme sowie der BMI Z-Wert der Kinder und Jugendlichen mit GMFCS-Level I bis III dargestellt und in Bezug zur Nutricia-Ernährungsempfehlung von 15 kcal/cm Körperlänge gesetzt. Es wurde ein Cut Off-Wert von zehn Prozent festgelegt.

Fünf Kinder liegen mit ihrer durchschnittlichen Kalorienaufnahme oberhalb der Empfehlung von 15 kcal/cm Körperlänge. Ein Kind liegt mit seiner Kalorienaufnahme in dem von Nutricia empfohlenen Bereich. 26 Kinder liegen mit ihrer durchschnittlichen Kalorienaufnahme unter der Empfehlung von 15 kcal/cm Körperlänge. Keines der 32 Kinder hat einen BMI Z-Wert, der über dem Grenzwert für Adipositas der WHO und

WOF ($\text{BMI} \geq 97,7$) liegt. Ein Kind hat einen BMI oberhalb des Grenzwertes für Übergewicht (WHO, WOF $84,1 \leq \text{BMI} < 97,7$). Vier Kinder sind übergewichtig (BMI Z-Wert > 2) und zwei Kinder sind sehr nah an der Grenze zum Übergewicht. 19 Kinder sind normalgewichtig (BMI Z-Wert < 2). Ein Kind ist stark untergewichtig (BMI Z-Wert = -4).

Die Untersuchung kann keine Korrelation von BMI-Werten und der Nahrungsaufnahme feststellen. Teilweise sind die Ergebnisse der durchschnittlichen Kalorienaufnahme und dem BMI Z-Wert sogar widersprüchlich, da die fünf Kinder, welche mit ihrer Kalorienaufnahme über der Nutricia-Empfehlung liegen, einen normwertigen BMI haben. Jenes Kind, das mit seiner Kalorienaufnahme in dem von Nutricia empfohlenen Bereich liegt, hat einen BMI oberhalb des Grenzwertes für Übergewicht (WHO, WOF $84,1 \leq \text{BMI} < 97,7$). Von den 26 Kindern, deren Kalorienaufnahme unter der Empfehlung von Nutricia liegt, sind 19 Kinder im Normbereich. Ein Kind ist stark untergewichtig, vier Kinder sind übergewichtig (BMI Z-Wert > 2) und zwei Kinder liegen an der Grenze zum Übergewicht.

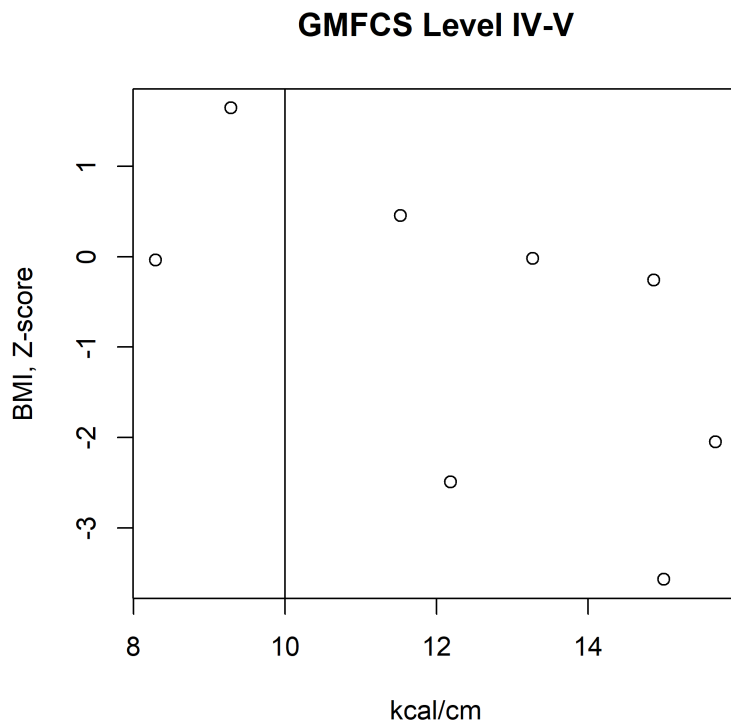
Abbildung 11: Korrelation der durchschnittlichen Kalorienaufnahme und des BMI Z-Wertes der Kinder und Jugendlichen mit GMFCS-Level I bis III, in Bezug gesetzt zur Nutricia-Ernährungsempfehlung von 15 kcal/cm Körperlänge



In Abbildung 12 wird die Korrelation zwischen der durchschnittlichen Kalorienaufnahme und dem BMI Z-Wert der Kinder und Jugendlichen mit GMFCS-Level IV und V dargestellt und in Bezug gesetzt zur Nutricia-Ernährungsempfehlung von 10 kcal/cm Körperlänge.

Von den acht Kindern mit GMFCS-Level IV und V liegen sechs Kinder mit ihrer durchschnittlichen Kalorienaufnahme oberhalb der Empfehlung von 10 kcal/cm Körperlänge. Keines von ihnen liegt mit seinem BMI Z-Wert an der Grenze zu Übergewicht oder Adipositas. Zwei der Kinder sind untergewichtig (BMI Z-Wert < 2) und ein Kind ist deutlich mangelernährt (BMI Z-Wert < -3). Von den zwei Kindern, die mit ihrer durchschnittlichen Kalorienaufnahme unterhalb der Empfehlung von 10 kcal/cm Körperlänge liegen, ist keines unterernährt. Eines der beiden Kinder hat einen normwertigen BMI, während das andere Kind den höchsten BMI Z-Wert dieser Gruppe hat und übergewichtig ist.

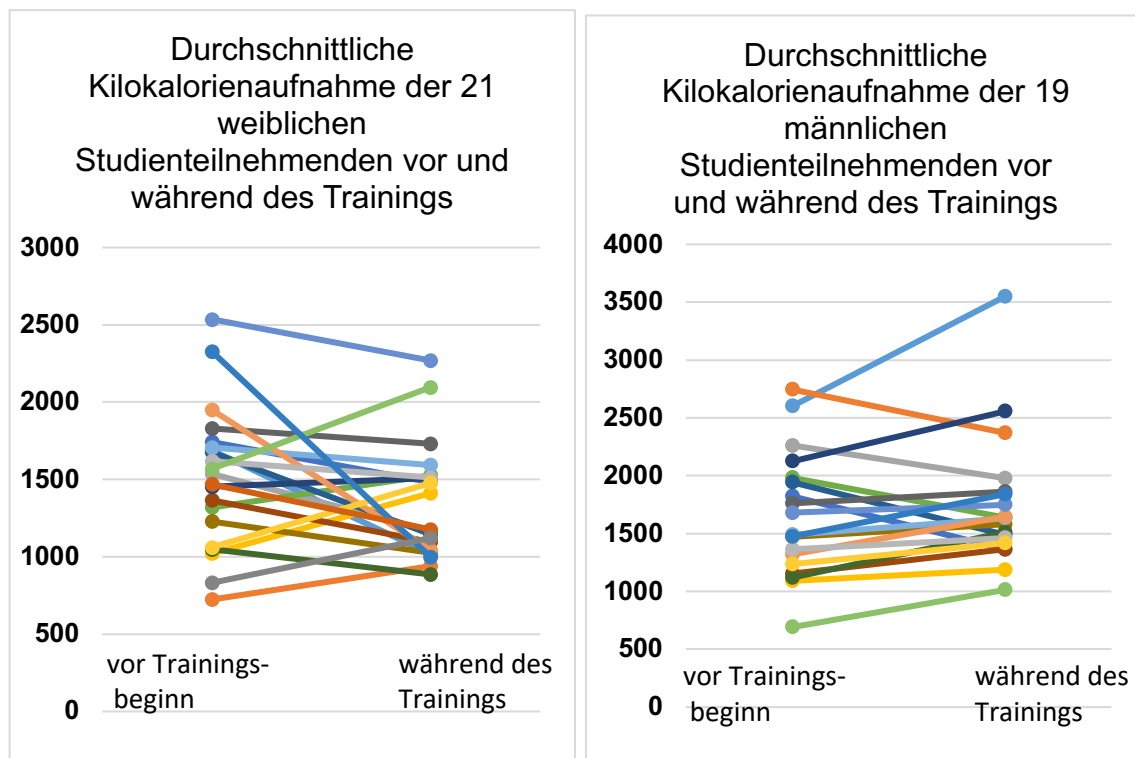
Abbildung 12: Korrelation der durchschnittlichen Kalorienaufnahme und des BMI Z-Wertes der Kinder und Jugendlichen mit GMFCS-Level IV bis V, in Bezug gesetzt zur Nutricia-Ernährungsempfehlung von 10 kcal/cm Körperlänge



3.7 Veränderung der Kalorienaufnahme vor und während des Trainings bei den 40 Kindern und Jugendlichen

Um eine Veränderung der Kalorienaufnahme unter Einfluss des Intensivtrainings während der Teilnahme am „Auf die Beine“-Konzept zu untersuchen, werden die Ernährungsprotokolle zunächst vor Beginn des Trainings und dann nach zwei- bzw. dreimonatiger häuslicher Trainingsphase durchgeführt. Die Veränderung der Kalorienaufnahme ist im Folgenden dargestellt. Der Wilcoxon-Mann-Whitney-Test zeigt (p -Wert 0,702), dass es keinen signifikanten Unterschied hinsichtlich der Kalorienaufnahme zwischen der ersten Messung und der zweiten Messung gibt.

Abbildung 13: Darstellung der durchschnittlichen Kalorienmenge pro Tag der 40 Kinder und Jugendlichen vor Trainingsbeginn und während des Trainings

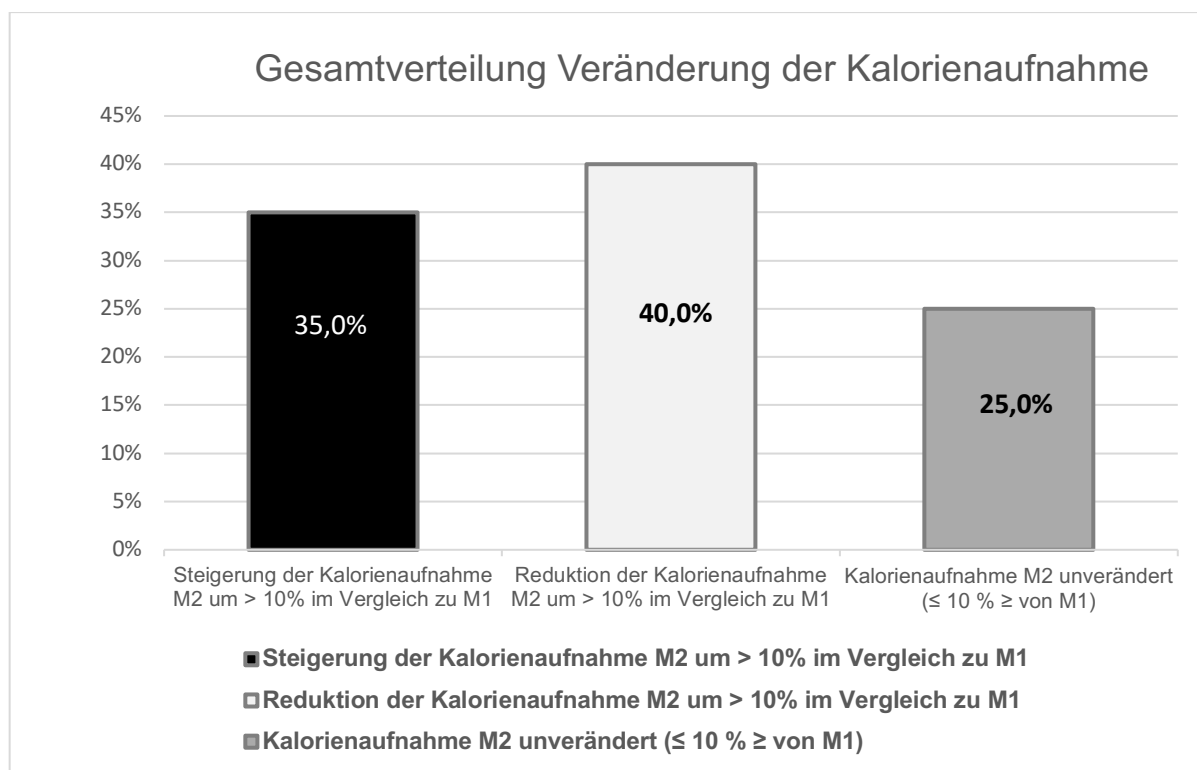


Im weiteren Verlauf wird die Kalorienaufnahme vor Trainingsbeginn ebenfalls als M1 bzw. erste Messung sowie die Kalorienaufnahme während des Trainings als M2 bzw. zweite Messung bezeichnet.

3.8 Vergleich der durchschnittlichen Kalorienaufnahme bei der ersten Messung und zweiten Messung

Bei 35 Prozent der Studienteilnehmenden steigt die Kalorienaufnahme bei der zweiten Messung um mindestens zehn Prozent. Bei 40 Prozent der Kinder und Jugendlichen sinkt die Kalorienaufnahme um zehn Prozent oder mehr. Bei 25 Prozent der Studienteilnehmenden gibt es keine wesentlichen Veränderungen der Kalorienaufnahme.

Abbildung 14: Veränderungen der durchschnittlichen Kalorienaufnahme von der ersten Messung zur zweiten Messung

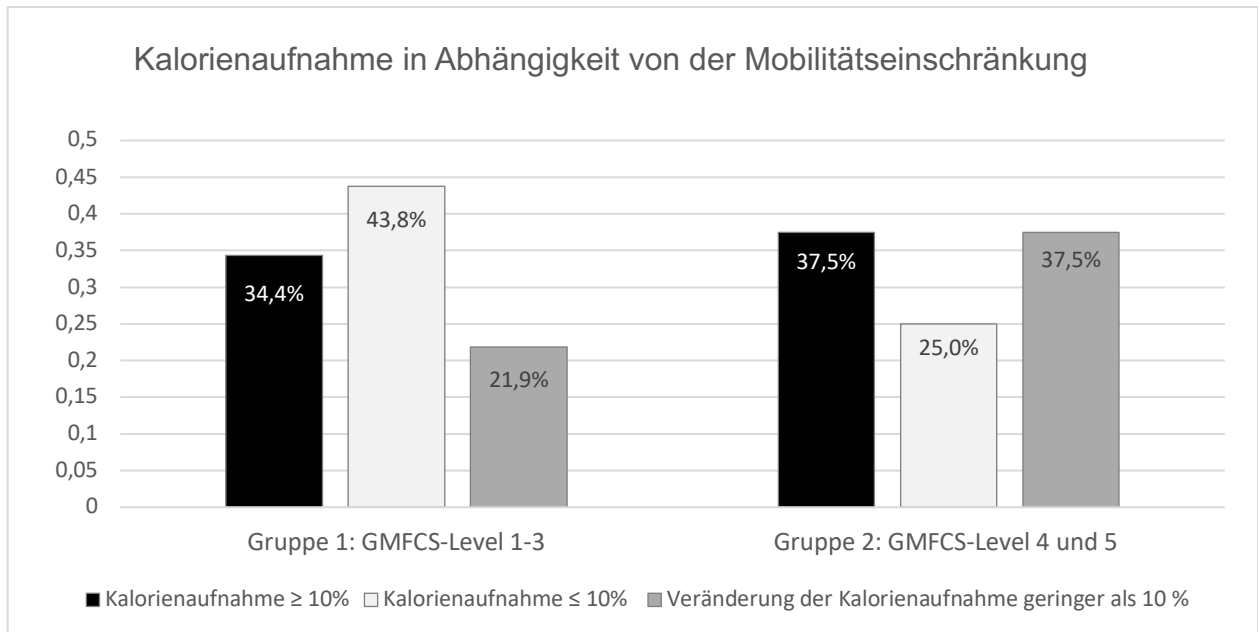


3.9 Vergleich der durchschnittlichen Kalorienaufnahme pro Tag bei der ersten und der zweiten Messung in Bezug auf das GMFCS-Level

Unter der Annahme, dass das GMFCS-Level eine Auswirkung auf die Kalorienaufnahme bzw. auf eine Veränderung der Kalorienaufnahme während des Trainingsprogramms hat, wird die Kalorienaufnahme abhängig vom GMFCS-Level untersucht. Da die Studienteilnehmenden nicht gleichmäßig auf die fünf GMFCS-Level verteilt sind, ist die Gruppengröße so gering, dass eine statistisch valide Aussage nicht oder nur eingeschränkt möglich ist. Aus diesem Grund werden die

Studienteilnehmenden in zwei Gruppen eingeteilt. Gruppe 1 umfasst 32 Kinder mit GMFCS-Level I bis III, die eine geringe bis mittelgradige Einschränkung der Mobilität durch die CP haben. In der zweiten Gruppe sind acht Kinder mit GMFCS-Level IV und V, deren Mobilität stark eingeschränkt ist.

Abbildung 15: Mobilitätsabhängige Veränderung der durchschnittlichen Kalorienaufnahme während des Intensivtherapietrainings



Von den 32 Studienteilnehmenden der Gruppe 1 zeigen 34,4 Prozent eine Steigerung der Kalorienaufnahme um mindestens zehn Prozent. Bei 43,8 Prozent der Studienteilnehmenden sinkt die Kalorienaufnahme um mindestens zehn Prozent und bei 21,9 Prozent zeigt sich keine Veränderung in der Kalorienaufnahme.

In der Gruppe 2, den stärker beeinträchtigten Kindern und Jugendlichen, mit acht Studienteilnehmenden zeigt sich bei 37,5 Prozent eine Steigerung der Kalorienaufnahme um mindestens zehn Prozent. Bei 25 Prozent der Kinder und Jugendlichen sinkt die Kalorienaufnahme um mindestens zehn Prozent und bei 37,5 Prozent ändert sich die Kalorienaufnahmen nicht. Der Fischer-Test ($p = 0,48$) zeigt keinen signifikanten Unterschied zwischen den jeweiligen GMFCS-Leveln im Hinblick auf eine Veränderung der Kalorienaufnahme im Verlauf des Trainings.

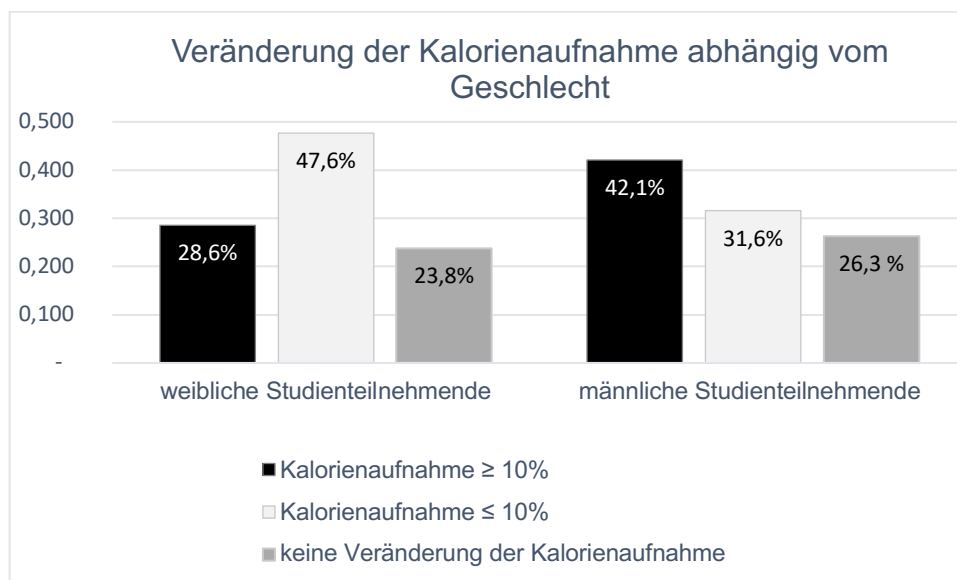
3.10 Vergleich der durchschnittlichen Kalorienaufnahme pro Tag bei der ersten und der zweiten Messung in Bezug auf das Geschlecht

Die gleichmäßige Verteilung der Studienteilnehmenden nach Geschlecht mit 21 weiblichen und 19 männlichen Studienteilnehmenden ermöglicht eine Untersuchung von geschlechtsspezifischen Unterschieden in der durchschnittlichen Kalorienaufnahme nach zwei- bis dreimonatigem Training.

42,1 Prozent der Jungen haben eine um mindestens zehn Prozent gestiegene Kalorienaufnahme. Bei 31,6 Prozent der männlichen Studienteilnehmenden sinkt die Kalorienaufnahme um mindestens zehn Prozent. Bei 26,3 Prozent zeigt sich keine Veränderung der Kalorienaufnahme.

Bei 28,6 Prozent der Mädchen steigt die Kalorienaufnahme um mindestens zehn Prozent. Bei 47,6 Prozent der weiblichen Studienteilnehmenden sinkt die Kalorienaufnahme um mindestens zehn Prozent. Bei 26,3 Prozent bleibt die Kalorienaufnahme unverändert.

Abbildung 16: Geschlechtsabhängige Veränderung der durchschnittlichen Kalorienaufnahme während des Intensivtherapietrainings



Darüber hinaus zeigen 35 Prozent der Studienteilnehmenden zeigen eine Steigerung der Kalorienaufnahme von mindestens zehn Prozent. Davon sind 20 Prozent der Studienteilnehmenden männlich und 15 Prozent weiblich. Bei den 40 Prozent der Studienteilnehmenden, die eine Reduzierung von mindestens zehn Prozent in der Kalorienaufnahme zeigen, sind 25 Prozent weiblich und 15 Prozent männlich. 25

Prozent der Kinder und Jugendlichen zeigen keine Veränderung der Kalorienaufnahme. Es gibt keinen Unterschied zwischen dem männlichen und weiblichen Geschlecht. Diese Beobachtung wird durch die Signifikanzanalyse bestätigt (p-Wert 0,61).

3.11 Korrelation von Kalorienaufnahme und Veränderung der Gross Motor Function Measurement (GMFM) nach der Intensivtherapie

In dieser Arbeit wird ebenfalls untersucht, ob ein gesteigener GMFM-Wert mit einem erhöhten Kalorienbedarf korreliert. Eine Verbesserung in der GMFM spiegelt ein höheres Niveau der funktionellen motorischen Fähigkeiten wider und führt theoretisch zu einer vermehrten körperlichen Aktivität, die dann in einem gesteigerten Kalorienbedarf resultiert.

Die motorischen Fähigkeiten der Kinder und Jugendlichen werden mittels des GMFM-66 vor Beginn des Trainings und erneut nach vier bis sechs Monaten erhoben. Die von den Studienteilnehmenden jeweils erreichten Punkte in der GMFM-66 werden verglichen und in Bezug auf das GMFCS-Level, Geschlecht sowie der durchschnittlichen Kalorienaufnahme ausgewertet. Bei 39 der 40 Studienteilnehmenden können zwei GMFM-Werte ermittelt werden. Bei einer Studienteilnehmenden mit GMFCS-Level III erfolgt keine GMFM-Testung zu Beginn des Trainings, ihr GMFM-Wert kann daher nicht in die Auswertung miteinbezogen werden.

Duran et al. (2018a) entwickelten eine Methode, um den Prozess des GMFM-66 für einen einzelnen Patienten mit CP quantifizieren zu können. Dies ermöglicht eine Unterscheidung zwischen den möglichen Therapieeffekten der dieser Methode und dem Verlauf bei der Standardtherapie. Mithilfe von Referenz-Perzentilen für die GMFM kann der therapeutische Effekt bei Kindern mit CP identifiziert werden. Diese Methode ist ein ‚Score for centile change‘, der auch als individuelle Effektgröße bezeichnet wird. Die individuelle Effektgröße zeigt, ob sich ein Studienteilnehmender innerhalb seines zu erwarteten Entwicklungsrahmens entwickelt oder ob er sich über das für ihn zu erwartende Ergebnis hinaus verbessert.

Für die GMFM-Daten der Studienteilnehmenden werden Perzentilen für deren jeweilige Altersgruppe eingesetzt. Es werden für alle Studienteilnehmenden die

Referenz-Perzentilen bis zwölf Jahre verwendet. Dies ist möglich, da die Daten von Duran et al. (2018a) und Smits et al. (2013) zeigen, dass die GMFM-66 und die Standardabweichung der Differenz sich bei Kindern über zwölf Jahren nicht weiter verändern, sondern stabil bleiben.

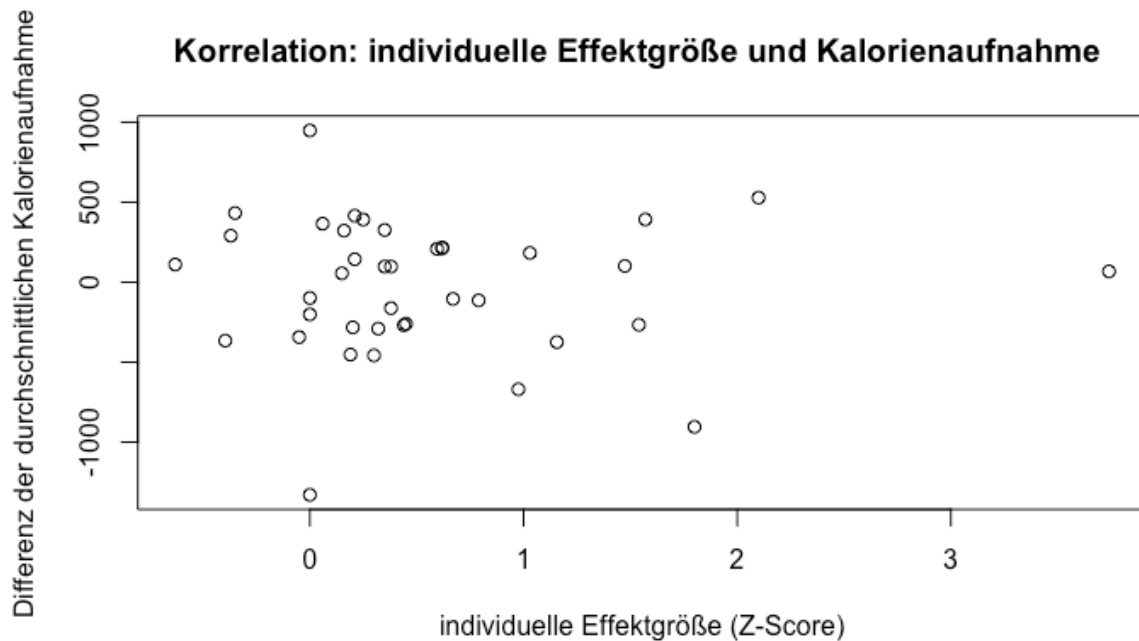
Es lassen sich drei Gruppen unterscheiden: eine Gruppe mit sehr gutem, eine Gruppe mit mittlerem und eine Gruppe mit geringem bzw. negativem therapeutischen Effekt. Wie in Tabelle 5 dargestellt, zeigen 43,6 Prozent (12) der Studienteilnehmenden anhand des GMFM-66 einen sehr guten Therapieeffekt, der über den erwarteten Verlauf der Standardtherapiemaßnahmen hinausgeht. 12,3 Prozent der Studienteilnehmenden (5) zeigen einen mittleren Effekt und 56,4 Prozent (22) nur einen geringen bis negativen Effekt.

Tabelle 5: Verteilung der Studienteilnehmenden nach individueller Effektgröße

	Gruppe 1 Sehr guter Effekt: individuelle Effektgröße > 0,8	Gruppe 2 Mittlerer Effekt: individuelle Effektgröße > 0,5 bis 0,8	Gruppe 3 Geringer Effekt bis negativer Effekt: individuelle Effektgröße < 0,5 bis 0 bis -0,7	Insgesamt
Anzahl der Studien- teilnehmenden	12 (43,6 %)	5 (12,3 %)	22 (56,4 %)	39

Um zu prüfen, ob ein Zusammenhang zwischen der individuellen Effektgröße und der Differenz der beiden Messungen der durchschnittlichen Kalorienzahl besteht, wird der Korrelationskoeffizient nach Pearsons berechnet ($r = -0,047$). Es zeigt sich keine Korrelation von motorischen Fortschritten (individuelle Effektgröße, Z-Score) und der durchschnittlichen Kalorienzufuhr. Dies ist ebenfalls in Abbildung 17 zu erkennen.

Abbildung 17: Korrelation von individueller Effektgröße und Kalorienaufnahme



3.12 Korrelation von individueller Effektgröße und Kalorienaufnahme in Bezug auf das Geschlecht und das GMFCS-Level

Ein weiterer Bestandteil dieser Arbeit bildet die Frage nach einer geschlechtsspezifischen sowie GMFCS-Level abhängigen Korrelation von individueller Effektgröße und Kalorienaufnahme.

Bei den weiblichen Studienteilnehmenden haben 40 Prozent eine gute individuelle Effektgröße. Bei 37,5 Prozent dieser weiblichen Studienteilnehmenden korreliert die Effektgröße mit einer Steigerung des Kalorienbedarfs um mehr als 10 Prozent. Bei den männlichen Studienteilnehmenden haben nur 31,6 Prozent eine gute individuelle Effektgröße. Jedoch zeigen 50 Prozent der Jungen eine gute individuelle Effektgröße und eine Steigerung der Kalorienaufnahme um mehr als zehn Prozent.

Insgesamt erzielen mehr weibliche Studienteilnehmende gute GMFM-Ergebnisse als männlichen Studienteilnehmende. Jedoch zeigt sich die Korrelation von Effektgröße und Steigerung des Kalorienbedarfs deutlicher bei den männlichen als bei den weiblichen Studienteilnehmenden. Diese Korrelation kann allerdings nicht durch die Signifikanzanalyse bestätigt werden. Die p-Werte von 0,61 bei weiblichen Studienteilnehmenden und von 1 bei den männlichen Studienteilnehmenden zeigen,

dass es keine signifikante Korrelation von individueller Effektgröße und Kalorienaufnahme in Bezug auf das Geschlecht gibt.

Tabelle 6: Korrelation von individueller Effektgröße und Kalorienaufnahme bei den weiblichen Studienteilnehmenden

Weibliche Studienteilnehmende n= 20	Gruppe 1 & 2: n= 8 (40 %) Sehr guter bis mittlerer Effekt: individuelle Effektgröße > 0,5	Gruppe 3: n= 12 (60 %) Geringer bis negativer Effekt: individuelle Effektgröße < 0,5 bis 0 bis -0,7
Kalorienbedarf um \geq 10 % gestiegen	3 (37,5 %)	3 (25 %)
Kalorienbedarf um \leq 10 % gesunken	3 (37,5 %)	3 (25 %)
Keine Veränderung des Kalorienbedarfs	2 (25 %)	6 (50 %)

Tabelle 7: Korrelation von individueller Effektgröße und Kalorienaufnahme bei den männlichen Studienteilnehmenden

Männliche Studienteilnehmende n= 19	Gruppe 1 & 2: n= 6 (31,6 %) Sehr guter bis mittlerer Effekt: individuelle Effektgröße > 0,5	Gruppe 3: n= 13 (68,4 %) Geringer bis negativer Effekt: individuelle Effektgröße < 0,5 bis 0 bis -0,7
Kalorienbedarf um \geq 10 % gestiegen	3 (50 %)	5 (38,5 %)
Kalorienbedarf um \leq 10 % gesunken	2 (33,3 %)	4 (30,8 %)
Keine Veränderung des Kalorienbedarfs	1 (16,7 %)	4 (30,8 %)

Betrachtet man die GMFM-Ergebnisse in Bezug auf GMFCS-Level, so zeigt sich, dass über ein Drittel der Studienteilnehmenden mit GMFCS-Level I bis III eine gute individuelle Effektgröße haben (Tabelle 8). Bei den Studienteilnehmenden mit GMFCS-Level IV und V sind es 25 Prozent (Tabelle 9). Von den 38,7 Prozent der Studienteilnehmenden mit geringerer Mobilitätseinschränkung (GMFCS-Level I bis III) zeigen 50 Prozent der Studienteilnehmenden eine Steigerung der Kalorienaufnahme,

während diese sich bei 41,7 Prozent reduziert. Bei der zweiten Gruppe mit größerer Mobilitätseinschränkung (GMFCS-Level IV und V) ist bei keinem Studienteilnehmenden mit guter Effektgröße eine Veränderung der Kalorienaufnahme erkennbar.

Die Ergebnisse zeigen, dass es bei der Korrelation von Kalorienaufnahme und der individuellen Effektgröße bei den GMFM-Ergebnissen geringe Unterschiede zwischen weiblichen und männlichen Studienteilnehmenden gibt. Diese Korrelation ist bei p-Werten von 0,26 (GMFCS-Level I bis III) und 0,25 (GMFCS-Level IV und V) aber nicht signifikant.

Tabelle 8: Korrelation von individueller Effektgröße und Kalorienaufnahme bei den Studienteilnehmenden mit GMFCS-Level I bis III

GMFCS-Level I bis III n=31	Gruppe 1 & 2: n= 12 (38,7 %) Sehr guter bis mittlerer Effekt: individuelle Effektgröße > 0,5	Gruppe 3: n= 19 (61,3 %) Geringer bis negativer Effekt: individuelle Effektgröße < 0,5 bis 0 bis -0,7
Kalorienbedarf um \geq 10 % gestiegen	6 (50 %)	5 (26,3 %)
Kalorienbedarf um \leq 10 % gesunken	5 (41,7 %)	8 (42,1 %)
Keine Veränderung des Kalorienbedarfs	1 (8,3 %)	6 (31,5 %)

Tabelle 9: Korrelation von individueller Effektgröße und Kalorienaufnahme bei den Studienteilnehmenden mit GMFCS-Level IV und V

GMFCS-Level IV und V n= 8	Gruppe 1 & 2: n= 2 (25 %) Sehr guter bis mittlerer Effekt: individuelle Effektgröße > 0,5	Gruppe 3: n= 6 (75 %) Geringer bis negativer Effekt: individuelle Effektgröße < 0,5 bis 0 bis -0,7
Kalorienbedarf um \geq 10 % gestiegen	0 (0 %)	3 (50 %)
Kalorienbedarf um \leq 10 % gesunken	0 (0 %)	2 (33,3 %)
Keine Veränderung des Kalorienbedarfs	2 (100 %)	1 (16,7 %)

3.13 Vergleich der Kalorienaufnahme und der individuellen Effektgröße anhand von Einzelbeispielen

Bei der Auswertung der Ernährungsprotokolle der Studienteilnehmenden zeigen sich große Qualitätsunterschiede. Bei einem gut geführten Ernährungsprotokoll wird jede Mahlzeit präzise erfasst und genauestens dokumentiert. Dabei sind insbesondere eine genaue Mengenangabe sowie eine detaillierte Produktbeschreibung erforderlich.

Einige Eltern erstellen qualitativ sehr gute Ernährungsprotokolle, weswegen diese exemplarisch ausgewertet werden, um die oben aufgeführten Hypothesen zu untersuchen. Diese fünf Protokolle werden im Folgenden einzeln analysiert (Vgl. Tabelle 10).

Die Ergebnisse der ersten drei Studienteilnehmenden zeigen eine Steigerung der Kalorienaufnahme während des Intensivtherapietrainings, ebenso wie eine Zunahme von Körperlänge und Gewicht. Der BMI-Wert steigt im Verlauf des Trainings bei Studienteilnehmenden 1 an (1. Z-Wert: 0,92 zu 2. Z-Wert: 0,98) und sinkt bei Studienteilnehmenden 2 (1. Z-Wert: 0,82 zu 2. Z-Wert: 0,55) und Studienteilnehmende 3 (1. Z-Wert: -0,41 zu 2. Z-Wert: -1,05). Studienteilnehmende 4 und Studienteilnehmenden 5 zeigen eine geringere Kalorienaufnahme während des Intensivtherapietrainings. Bei Studienteilnehmende 4 nimmt jedoch Körpergröße sowie Gewicht zu und auch ihr BMI steigt (1. Z-Wert: 0,52 zu 2. Z-Wert: 1,05). Bei Studienteilnehmenden 5 nimmt nur die Körperlänge zu, es sinkt sowohl das Gewicht als auch der BMI-Wert (1. Z-Wert: 0,19 zu 2. Z-Wert: -0,14).

Die Studienteilnehmenden 2 und 3 haben nur eine geringe Zunahme der Kalorienbedarfs, diese liegt unter dem Cut-off-Wert von zehn Prozent. Ihre individuelle Effektgröße ist sehr gering, was für einen geringen Therapieeffekt spricht. Bei den Studienteilnehmenden 4 und 5 zeigt sich eine negative Korrelation zwischen einer Reduzierung der Kalorienaufnahme um mehr als zehn Prozent und einer geringen bis negativen individuellen Effektgröße.

Die beiden Studienteilnehmenden haben an Körpergewicht und Körperlänge zugenommen, der BMI steigt jedoch nur bei Studienteilnehmende 4 und sinkt hingegen bei Studienteilnehmender 5. Es ist nicht möglich festzustellen, ob der niedrigere BMI durch einen Verlust von Körperfett oder Muskelmasse bedingt ist.

Studienteilnehmender 1 zeigt die größte Steigerung der Kalorienaufnahme und hat eine sehr gute individuelle Effektgröße. Dies spricht für eine Aktivitätssteigerung und

einer funktionell motorischen Verbesserung während des Intensivtrainings, die oberhalb dessen ist, was im Rahmen einer normalen Entwicklung zu erwarten ist. Die Zusammenschau dieser Ergebnisse gibt einen Hinweis darauf, dass es einen Zusammenhang geben kann zwischen einer geringen Kalorienzunahme bzw. Reduzierung des Kalorienbedarfs und einem niedrigen Therapieeffekt, bezogen auf die motorische Aktivität.

Tabelle 10: Vergleich von Kalorienaufnahme und individueller Effektgröße

Studienteilnehmende	1	2	3	4	5
GMFCS-Level	1	3	3	2	2
Geschlecht	m	m	w	w	m
Alter (M1)	12	5	6	5	11
Alter (M2)	12	6	6	5	11
Körperlänge (M1)	145,5 cm	116 cm	109,8 cm	121 cm	139 cm
Körperlänge (M2)	147 cm	118 cm	114 cm	123 cm	141,6 cm
Gewicht (M1)	47,2 kg	22,6 kg	18,1 kg	23,7 kg	36,7 kg
Gewicht (M2)	49,2 kg	22,8 kg	18,5 kg	26 kg	36,4 kg
BMI (M1)	22,3	16,8	15	16,2	19
BMI (M2)	22,8	16,4	14,2	17,2	18,2
Durchschnittliche Kalorienaufnahme (M1)	1236 kcal	1364 kcal	1454 kcal	1982 kcal	1365 kcal
Durchschnittliche Kalorienaufnahme (M2)	1418 kcal	1461 kcal	1509 kcal	1638 kcal	1096 kcal
Kalorienaufnahme $\geq 10\%$ Kalorienaufnahme $\leq 10\%$ Kalorienaufnahme $\leq 10\% \geq$	$\geq 10\%$	$\leq 10\% \geq$	$\leq 10\% \geq$	$\leq 10\%$	$\leq 10\%$
„Z-Score for centile change“ individuelle Effektgröße	1,03	0,38	0,15	0,44	-0,05

3.14 Subjektive Einschätzung des Essverhaltens durch die Erziehungsberechtigten der Studienteilnehmenden

Bei der zweiten Messung der durchschnittlichen Kalorienaufnahme werden die Erziehungsberechtigten der Studienteilnehmenden gebeten, das Essverhalten ihrer Kinder zu bewerten. Sie sollen angeben, ob sich das Essverhalten ihres Kindes im

Verlauf des Trainings verändert habe oder nicht. Bei einer Bestätigung sollen die Erziehungsberechtigten Angaben machen, ob ihr Kind insgesamt mehr oder weniger gegessen habe. Von allen 40 Studienteilnehmenden wird eine subjektive Einschätzung des Essverhaltens abgegeben. Tabelle 11 zeigt, dass bei mehr als zwei Drittel (72,5 Prozent) der Studienteilnehmenden keine Veränderung des Essverhaltens von den Erziehungsberechtigten wahrgenommen wird. Bei den elf Kindern (27,5 Prozent), bei denen eine Veränderung des Essverhaltens beobachtet wird, geben alle Erziehungsberechtigten an, dass ihre Kinder mehr gegessen haben. Insgesamt wird bei 14 der Kinder und Jugendlichen (35 Prozent) von der ersten zur zweiten Messung ein Anstieg der Kalorienaufnahme von zehn Prozent und mehr beobachtet (Tabelle 12). Bei 16 Kindern und Jugendlichen (40 Prozent) sinkt dagegen die Kalorienaufnahme um mindestens zehn Prozent.

Tabelle 11: Veränderung des Essverhaltens: subjektive Einschätzung durch die Erziehungsberechtigten der Studienteilnehmenden

	Anzahl der Kinder und Jugendlichen
Studienteilnehmende insgesamt	40 (100 %)
Veränderung des Essverhaltens nach Angaben der Erziehungsberechtigten*	11 (27,5 %)
KEINE Veränderung des Essverhaltens nach Angaben der Erziehungsberechtigten	29 (72,5 %)

*Alle beobachteten Veränderungen beschreiben eine Steigerung der Kalorienaufnahme

Tabelle 12: Veränderung der Kalorienaufnahme aller Studienteilnehmenden

	Anzahl der Kinder und Jugendlichen
Studienteilnehmende insgesamt	40 (100 %)
Kalorienaufnahme um ≥ 10 % gestiegen	14 (35 %)
Kalorienaufnahme um ≤ 10 % gesunken	16 (40 %)
KEINE Veränderung der Kalorienaufnahme	10 (10 %)

Von den elf Kindern, bei denen die Erziehungsberechtigten angeben, dass sie mehr gegessen haben, liegt nur bei drei Kindern (27,3 Prozent) tatsächlich ein zehnzehntiger Anstieg der Kalorienaufnahme vor. Wird die subjektive Einschätzung der Erziehungsberechtigten mit der gemessenen durchschnittlichen Kalorienaufnahme

der Studienteilnehmenden verglichen, so ist festzustellen, dass die subjektive Einschätzung der Erziehungsberechtigten sehr häufig nicht mit den in den Ernährungsprotokollen angegebenen Kalorienangaben übereinstimmt.

Tabelle 13 zeigt, dass bei 54,5 Prozent der Studienteilnehmenden eine um zehn Prozent reduzierte Kalorienaufnahme beobachtet wird. Von den 29 Studienteilnehmenden, bei denen keine Veränderung des Essverhaltens beschrieben wird, ist bei elf Kindern (37,9 Prozent) dennoch ein Anstieg der Kalorienaufnahme von mindestens zehn Prozent festzustellen. Bei zehn Kindern (25 Prozent) werden keine bzw. nur geringfügige Veränderungen der Kalorienaufnahme festgestellt. Bei acht der zehn Kinder (27,6 Prozent) stimmt die subjektive Einschätzung der Erziehungsberechtigten mit dem Ergebnis der protokollierten Kalorienaufnahme überein.

Tabelle 13: Vergleich der subjektiven Einschätzung mit der tatsächlichen Veränderung der Kalorienaufnahme

	Veränderung des Essverhaltens*	KEINE Veränderung des Essverhaltens
Studienteilnehmende insgesamt	11 (100 %)	29 (100 %)
Kalorienaufnahme um \geq 10 % gestiegen	3 (27,3 %)	11 (37,9 %)
Kalorienaufnahme um \leq 10 % gesunken	6 (54,5 %)	10 (34,5 %)
KEINE Veränderung der Kalorienaufnahme	2 (18,2 %)	8 (27,6 %)

*Alle beobachteten Veränderungen beschreiben eine Steigerung der Kalorienaufnahme

4 Diskussion

Ziel dieser Arbeit ist, den Ernährungszustand von Kindern mit Zerebralparese zu erheben und die Auswirkungen eines regelmäßigen häuslichen Trainingsprogramms mit Ganzkörpervibrationstraining auf die tägliche Kalorienaufnahme zu untersuchen. Zur Erhebung des Ernährungszustandes werden eigens erstellte Ernährungsprotokolle verwendet.

Eine Zunahme der durchschnittlichen Kalorienaufnahme durch das regelmäßige Intensivtraining kann nicht festgestellt werden. Dies kann vielfältige Gründe haben, unter anderem stößt die Methode Ernährungsprotokoll an ihre Grenzen.

Der Ernährungszustand wird mit Hilfe von anthropometrischen Parametern (Größe, Gewicht, BMI) erfasst und mit denen gesunder Kinder verglichen. Als Vergleichskollektiv werden die Daten aus der KiGGS-Studie herangezogen.

4.1 Allgemeine Ernährungssituation

Der Ernährungszustand von 40 Kinder und Jugendlichen mit Zerebralparese wird erhoben und mit der Ernährungssituation von gesunden Kindern und Jugendlichen verglichen. Dabei werden teilweise deutliche Unterschiede im Vergleich zum gesunden Vergleichskollektiv festgestellt.

52 Prozent der Kinder und Jugendlichen mit Zerebralparese aus unserer Studie haben eine Körperlänge unter der 10. Perzentile. Etwa die Hälfte der Kinder mit CP sind demnach kleiner als der Durchschnitt. Diese Beobachtung wurde bereits in einigen Studien bestätigt. Kinder und Jugendliche mit CP, insbesondere jene mit mäßigen bis schweren grobmotorischen Defiziten, sind durchschnittlich kleiner und leichter als Kinder mit altersgemäßer Entwicklung (Stevenson et al., 2006; Oftedal et al., 2016; Egenolf et al., 2019).

Im Vergleich zum KiGGS-Normkollektiv hat mit 42,5 Prozent fast die Hälfte der von uns untersuchten Kinder und Jugendlichen mit CP ein Gewicht unterhalb der 10. Perzentile. Dies entspricht den Daten aus der Forschung, die zeigen, dass Kinder und Jugendliche mit CP im Vergleich zu gesunden Kindern häufig kleiner und leichter sind (Stevenson et al., 2006; Oftedal et al., 2016; Egenolf et al., 2019).

Von unseren Studienteilnehmenden haben 60 Prozent einen BMI im Normbereich. 25 Prozent der Kinder und Jugendlichen haben einen BMI unter der 10. Perzentile und

knapp 13 Prozent einen BMI über der 90. Perzentile. Bei gesunden Kindern liegt der Anteil derer, die einen BMI über der 90. Perzentile haben, bei 10 Prozent. Der Anteil von Kindern mit Adipositas entspricht in unserem Studienkollektiv also in etwa denen gesunder Kinder. Jedoch ist das Überschreiten der 90. Gewichts-Perzentile als Definition für Übergewicht bei Kindern mit CP im Gegensatz zu gesunden Kindern nicht ausreichend. Es gibt Studien, die nachgewiesen haben, dass mit dieser Grenze das Übergewicht bei Kindern mit CP nicht sicher erkennbar ist (Duran et al., 2018). Für die BMI-Cut-off-Werte zur Vorhersage von überschüssigem Körperfett und Detektion von Übergewicht beträgt die Sensitivität bei der WHO-Vorgabe 0,768, bei der WFO 0,696 und bei der DAG 0,411. Es zeigt sich eine Spezifität von 0,894 bei der WHO, 0,34 bei der WOF und von 0,993 bei der DAG.

Kinder und Jugendliche mit CP haben, im Vergleich zu Kindern ohne Bewegungsstörung, eine geringere Muskel- und Knochenmasse und einen höheren Fettanteil (Stevenson et al., 2006; Finbraten et al., 2015). Diejenigen mit schweren motorischen Beeinträchtigungen haben auch einen höheren Körperfettanteil, eine geringere fettfreie Masse sowie eine geringere Knochenmasse als die Kinder mit weniger schweren motorischen Beeinträchtigungen, obwohl sie einen ähnlich hohen BMI haben (Finbraten et al., 2015). Eine Untersuchung zur körperlichen Entwicklung von Kindern mit Zerebralparese von Finbraten et al. (2015) hat gezeigt, dass die Kinder mit einem höheren GMFCS Level (III bis V) häufiger kleinwüchsig (mittlerer Z-Score: -2,2) jedoch nicht unterernährt sind.

In unserer Studie können wir die gleiche Beobachtung machen: Mehr als die Hälfte der Kinder hat eine Körperlänge unter der 10. Perzentile, aber 60 Prozent der Kinder haben einen normwertigen BMI.

Es stellt sich die Frage, ob der BMI als Parameter ungeeignet für die Beurteilung des Ernährungszustandes bei Kindern und Jugendlichen mit CP ist oder ob es eines anderen Studiendesigns bedarf. Die Parameter Körperlänge und Gewicht scheinen nicht ausreichend, um Unterernährung bei Kindern mit CP sicher zu erkennen. Dies zeigt sich auch in der Studie zu BMI und Untergewicht von Duran et al. (2019). Bei der Identifizierung von Unterernährung bei Kindern mit CP zeigt sich beim BMI eine hohe Spezifität, aber eine sehr geringe Sensitivität. Die BMI-Cut-off-Werte zur Identifizierung von Untergewicht zeigen eine Sensitivität von 0,474 bei der WHO, 0,632

bei den Centers for Disease Control and Prevention (CDC¹⁶) und 0,789 beim Robert Koch Institut (RKI¹⁷). Es zeigt sich eine Spezifität von 0,897 bei der WHO, 0,819 bei den CDC und von 0,732 beim RKI.

Es ist schwierig, Unter- und Übergewicht bei Kindern und Jugendlichen mit CP zu erkennen, da sie eine geringere Muskelmasse haben. Zudem sind sie kleiner als gesunde Kinder, weshalb das Untergewicht häufig unterschätzt wird. Die Kinder mit CP sind auch leichter, da sie eine geringere Muskelmasse haben. Die geringere Körpergröße ist am ehesten durch die eingeschränkte Motorik bedingt, da das Längen- bzw. Knochenwachstum bei geringerer Muskelaktivität herabgesetzt ist. Je stärker die Kinder mit CP betroffen und somit motorisch eingeschränkt sind, desto kleiner sind sie (Day et al., 2007; Oftedal et al., 2016).

Der BMI ist definiert als Körpergewicht durch Körperlänge im Quadrat. Es wird dabei nicht differenziert zwischen Fett- und Muskelmasse. Um festzustellen, ob ein Kind adipös ist, ist es jedoch entscheidend zu wissen, wie groß der Anteil der Fett- bzw. Muskelmasse ist. Die geringere Muskelmasse bei Kindern mit CP ist ein Grund, warum Adipositas bei Kindern und Jugendlichen mit CP unterdiagnostiziert ist.

Es gibt aktuell keine verlässlichen anthropometrischen Parameter, um Untergewicht oder Übergewicht bei Kindern mit Zerebralparese sicher zu erkennen. Die Europäische Gesellschaft für Pädiatrische Gastroenterologie, Hepatologie und Ernährung (ESPGHAN¹⁸) empfiehlt eine routinemäßige Beurteilung des Ernährungszustandes von Kindern mit neurologischer Beeinträchtigung (NI¹⁹) durch ein multidisziplinäres Team (MDT) (Romano et al., 2017). Dabei sollte die Beurteilung des Ernährungszustands nicht nur auf Gewichts- und Größenmessungen basieren. Es wird empfohlen, eine regelmäßige Messung der Knie- oder Schienbeinlänge zur linearen Wachstumsbestimmung durchzuführen, wenn die Größe nicht gemessen werden kann, und die Fettmasse mittels Hautfaltendicke zu messen (Romano et al., 2017). Die anthropometrischen Daten sollten halbjährlich erhoben werden und ein Mikronährstoffspiegel (z.B. Vitamin D, Eisenstatus, Kalzium, Phosphor) sollte erfasst und jährlich kontrolliert werden (Romano et al. 2017).

¹⁶ Im Folgenden wird Centers for Disease Control and Prevention mit CDC abgekürzt.

¹⁷ Im Folgenden wird Robert Koch Institut mit RKI abgekürzt.

¹⁸ Im Folgenden wird Europäische Gesellschaft für Pädiatrische Gastroenterologie, Hepatologie und Ernährung mit ESPGHAN abgekürzt.

¹⁹ Im Folgenden wird neurological impairment/neurologische Beeinträchtigung mit NI abgekürzt.

Die Identifizierung von Kindern mit Mangelernährung sollte auf der Interpretation anthropometrischer Daten basieren, unter Beachtung der ‚red flags‘ für Unterernährung. Dazu gehören physische Anzeichen von Unterernährung (wie Dekubitus und schlechte periphere Durchblutung), Gewicht im Verhältnis zum Alter (Z-Score < -2), Trizeps-Hautfaltendicke (< 10. Perzentile für Alter und Geschlecht), Fett oder Muskelmasse mittlerer Oberarm (< 10. Perzentile) sowie Gewichtsstillstand und/oder Gedeihstörung. Zudem ist eine Follow-up-Anthropometrie mit Gewicht, linearem Wachstum und Fettmasse zur Überwachung des Ernährungszustands von Kindern mit NI empfohlen (Romano et al., 2017).

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass die Ergebnisse unserer Studie hinsichtlich Größe und Gewicht der Kinder mit Zerebralparese mit den Ergebnissen bisheriger Studien übereinstimmen. Diese haben gezeigt, dass Kinder und Jugendliche mit CP sich hinsichtlich Körpergröße und Gewicht von gesunden Kindern unterscheiden (Day et al., 2007; Krick et al., 1996; Oftedal et al., 2016).

4.2 Schwierigkeiten bei der Erhebung der Kalorienaufnahme

Grundlage der Erhebung der Kalorienaufnahme der Kinder und Jugendlichen mit Zerebralparese unseres Studienkollektivs sind eigens erstellte Ernährungsprotokolle, die den Erziehungsberechtigten sehr ausführlich erläutert wurden. Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass eine präzise Erfassung der tatsächlichen Kalorienaufnahme mit dieser Methode an ihre Grenzen stößt.

In unserer Studie bekommen die Kinder und Jugendliche mit CP ihre Mahlzeiten teilweise häufig in externen Betreuungseinrichtungen, was die korrekte Erfassung der Nahrungsmengen noch zusätzlich erschwert. In Betreuungseinrichtungen werden die Ernährungsprotokolle oft nicht sorgfältig ausgefüllt. Das genaue Protokollieren mit detaillierten Beschreibungen der Zusätze und Mengen ist sehr aufwendig und mühsam, kleine Zwischenmahlzeiten werden häufig vergessen. Insbesondere wenn für die ganze Familie gekocht wird und vorher die Zutaten für das gesamte Essen berechnet werden, müsste dann bei der Mahlzeit genau abgewogen werden, was und wie viel das Kind dann auch tatsächlich gegessen hat. Dies erschwert die Rekrutierung von Studienteilnehmenden und erklärt die oft ungenau und unzureichend ausgefüllten Protokolle.

Ein weiterer Aspekt, der die Erhebung erschwert, ist die geringe Bereitschaft, sowohl bei den Erziehungsberechtigten als auch bei den teilnehmenden Jugendlichen, das Ernährungsverhalten über einen längeren Zeitraum sorgfältig zu protokollieren. Aus diesem Grund werden in Studien mit Ernährungsprotokollen in der Regel die Studienteilnehmenden gebeten, nur an drei Tagen ihr Essverhalten zu dokumentieren. Bei der Auswertung unserer Ernährungsprotokolle zeigt sich jedoch, dass die tagesindividuellen Schwankungen oftmals sehr groß sind, sodass die Vermutung besteht, dass die Protokolle eventuell häufig nicht einer wirklichkeitsgetreuen Abbildung der täglichen Kalorienaufnahme entsprechen. Beim Vergleich der Durchschnittswerte der Kalorienaufnahme zwischen den Messungen können daher geringe Veränderungen des Ernährungsverhaltens unbemerkt bleiben, insbesondere solche, die sich erst allmählich entwickeln. Dies könnte eine Erklärung dafür sein, warum bei Kindern und Jugendlichen mit CP, trotz gesteigerter sportlicher Aktivität, keine vermehrte Kalorienaufnahme festgestellt werden kann.

Im Forschungsbericht der Ernährungsstudie EsKiMo wird aufgezeigt, dass es sehr schwierig ist, das Ernährungsverhalten zu erforschen (Mensink et al., 2007). Die große Lebensmittelvielfalt, die Umstände, Orte sowie Zeitpunkte, an denen Essen und Trinken stattfinden, machen das Ernährungsverhalten zu einer der komplexesten und am schwierigsten zu erfassenden Verhaltensweisen überhaupt (Mensink et al., 2007). Das Ernährungsverhalten von Kindern und Jugendlichen zu erheben, stellt dabei eine besondere Herausforderung dar, da hierbei in der Regel die betreuenden Personen (Erziehungsberechtigte, Erzieher, Lehrer etc.) die Nahrungsaufnahme protokollieren und nicht die Studienteilnehmenden selbst (Mensink et al., 2007).

Bei der Analyse einzelner Protokolle zeigt sich, dass es bei sehr genau geführten und detailliert ausgefüllten Ernährungsprotokollen Hinweise gibt, dass eine Korrelation von Kalorienaufnahme und körperlicher Aktivität besteht und diese mit einem optimierten Studiendesign nachgewiesen werden könnte.

Bei einem spezifischen Ernährungsprotokoll zeigt sich eine Korrelation von erhöhter Kalorienaufnahme (Steigerung von 14,7 Prozent) und hoher Effektgröße (individuelle Effektgröße $\geq 0,5$) nach sechs Monaten Intensivtraining.

Für die Beobachtung dieses Einzelbeispiels kann es zwei Erklärungen geben. Ein Kind kann einen höheren Kalorienbedarf haben, weil es sich mehr bewegt und dadurch bedingt einen höheren Kalorienumsatz hat. Ebenso können aber auch Kinder, die mehr essen, besser trainieren und somit durch das Intensivtraining verstärkt profitieren

und einen größeren Therapieeffekt erreichen. Ob ein größerer Therapieeffekt auch eine Steigerung der körperlichen Aktivität in Alltagssituationen bewirkt, kann nicht bewertet werden, da die individuelle Effektgröße, welche durch den GMFM ermittelt wird, nur anzeigt, was ein Kind im Rahmen einer Leistungsprüfung an Übungen durchführen kann. Sie misst nicht, was die Kinder dann tatsächlich im Alltag machen bzw. umsetzen können. So sind teilweise im GMFM keine messbaren Verbesserungen dokumentiert, Kinder und Erziehungsberechtigte berichten aber von einer gesteigerten Alltagsmobilität.

Es kann daher sein, dass die Kinder eine Verbesserung ihrer motorischen Fähigkeiten erlangt haben und einen erhöhten Kalorienaufnahme im Rahmen des Trainings hatten, dies aber nicht festzustellen ist, da die GMFM-Ergebnisse diese Verbesserung nicht widerspiegeln.

Bei vier weiteren Einzelbeispielen zeigen drei Kinder eine geringe und eines eine negative individuelle Effektgröße. Zwei dieser Kinder zeigen keine Veränderung der Kalorienaufnahme und die anderen beiden zeigen eine Reduzierung des Kalorienaufnahme.

Die Beobachtungen bei den Kindern, die keine Veränderung bzw. eine Reduzierung der Kalorienaufnahme und einen geringen Therapieeffekt zeigen, können einen Hinweis darauf geben, dass es auch eine negative Korrelation gibt. Ein Kind, das weniger Kalorien zu sich nimmt, kann auch geringere Trainingserfolge zeigen. Andererseits braucht ein Kind, welches wenig trainiert und keine funktionellen motorischen Verbesserungen erreicht, keine Steigerung der Kalorienaufnahme. Hierbei wäre es hilfreich die Gründe zu erforschen, warum die Kinder weniger essen und geringere Trainingserfolge haben. Vielleicht profitiert nicht jedes Kind vom „Auf die Beine“-Therapiekonzept? Gegebenenfalls benötigen manche Kinder andere Impulse, um vermehrt trainieren oder auch essen zu wollen. Da diese Fragestellungen jedoch nicht Teil dieser Studie sind, können an dieser Stelle keine Rückschlüsse gezogen werden.

Allerdings könnten diese Erkenntnisse ein Ansatz für weitere Studien sein, die mit einem optimierten Studiendesign die vorliegende Hypothese weiter untersuchen könnten.

Bei zwei Kindern, einem Zwillingsgeschwisterpaar, bemerkten die Erziehungsberechtigten, dass während des einwöchigen Intensivtrainings in der Reha-Einrichtung die Kalorienaufnahme zunahm. Zu Hause sei das Essverhalten wieder wie zuvor gewesen. Dies könnte ein Hinweis darauf sein, dass die mit dem häuslichen Galileo-Training und der damit eventuell auch verbundenen motorischen Funktionsverbesserung erreichte Bewegungszunahme nicht ausreicht, um zu einer messbaren Zunahme der Kalorienaufnahme zu führen.

4.3 Korrelation von Ernährungssituation und Kalorienaufnahme

In unserer Studie kann eine Korrelation von Körperlänge und durchschnittlicher Kalorienaufnahme pro Tag bei Kindern und Jugendlichen mit CP festgestellt werden. Mit zunehmender Körperlänge nimmt auch die Kalorienaufnahme bei den von uns untersuchten Kindern zu. Dieses Verhältnis ist auch bei dem gesunden Normkollektiv der Kinder aus der KiGGS-Studie bekannt.

Die Korrelation von Gewicht und durchschnittlicher Kalorienaufnahme pro Tag ist weniger eindeutig. Mit zunehmendem Gewicht nimmt die Kalorienaufnahme bei den untersuchten Kindern nur teilweise zu. Eine Korrelation von BMI und durchschnittlicher Kalorienaufnahme kann im Rahmen der Studie nicht nachgewiesen werden.

Dies kann daran liegen, dass der BMI als Parameter nicht geeignet ist, um eine Korrelation von Kalorienaufnahme und Körpergewicht nachzuweisen. Alternativ kommen ungenaue Ernährungsprotokolle als Grund für die Beobachtung in Frage.

4.4 Kalorienaufnahme in Bezug auf die Nutricia-Empfehlung

Die Studienergebnisse zeigen eine Korrelation zwischen der Zunahme der Körperlänge und der Zunahme der Kalorienaufnahme. Dies entspricht auch der bisherigen Studienlage. Die Korrelation zwischen Grundumsatz und Körperlänge konnte beispielsweise auch in einer Studie von Bandini et. al. (1995) nachgewiesen werden. Es erscheint daher sinnvoll, die Körperlänge als Parameter für die Ermittlung der Kalorienaufnahme mit einzubeziehen. Auch die Ernährungsempfehlung von Nutricia nutzt die Körpergröße als Parameter für den Kalorienbedarf von Kindern und Jugendlichen mit CP: Abhängig von Körpergröße und Ausprägungsgrad der Mobilitätseinschränkung werden die Kalorienbedarfsempfehlungen berechnet. Bei Kindern mit CP, die eine leichte bis mittelgroße Mobilitätseinschränkung haben,

werden 15 Kilokalorien pro Zentimeter Körperlänge empfohlen und bei jenen mit stark eingeschränkter Mobilität sind es 5-10 Kilokalorien pro Zentimeter Körperlänge.

In dieser Studie wird die durchschnittliche Kalorienaufnahme der Studienteilnehmenden pro Tag mit den Empfehlungen von Nutricia verglichen. Dabei fällt auf, dass die Kalorienaufnahme der Kinder und Jugendlichen des Studienkollektivs überwiegend nicht den Nutricia-Empfehlungen entspricht.

Die Mehrheit der Studienteilnehmenden (53 Prozent vor Trainingsbeginn und 63 Prozent während des Trainings) liegt mit ihrer Kalorienaufnahme unterhalb der Nutricia-Empfehlung, während knapp ein Viertel der Studienteilnehmenden, 23 Prozent vor Trainingsbeginn und 20 Prozent während des Trainings, mit ihrer Kalorienaufnahme oberhalb der Nutricia-Empfehlungen liegt.

Diese Daten zeigen eine starke Abweichung von den Nutricia-Empfehlungen. Eine Erklärung dafür kann sein, dass die Kalorienaufnahme durch die Ernährungsprotokolle nicht exakt erfasst wurde. Eine weitere Erklärung kann sein, dass eine spastikbedingte Tonussteigerung einen deutlich erhöhten Stoffwechselumsatz mit einem erhöhten Kalorienbedarf bedingt, obwohl diese Kinder klein sind und entsprechend ihrer Körperlänge eigentlich einen niedrigeren Kalorienbedarf haben sollten. Stallings et al. (1996) beschreibt, dass Spastizität Energie für die unwillkürliche Muskelarbeit erfordert und als eine Quelle für übermäßigen Energieverbrauch angesehen wird, welche den Energiebedarf erhöht. Dies konnte jedoch nicht bestätigt werden. Der Energieverbrauch der Kinder mit CP war nicht erhöht, sondern lag deutlich unter dem Bedarf gesunder Kinder (Stallings et al., 1996). Die Hypothese, dass Kinder mit dyskinetischer CP, die vermehrt unwillkürliche Bewegungen in Ruhe ausführen, sogar einen höheren Energiebedarf haben als gesunde Kinder, wird in Penagini et al. (2015) diskutiert. Es wird beschrieben, dass der genaue Energiebedarf bei Kindern mit dyskinetischer CP schwierig zu messen sei und der ermittelte Ruheenergiebedarf der meisten Kindern mit CP im Vergleich zu den gesunden Kindern signifikant niedriger sei (Penagini et al., 2015).

Es scheint zumindest theoretisch möglich, dass Kinder mit sehr schweren Dyskinesien einen höheren Energiebedarf haben. Da der aktuelle Forschungsstand bislang lediglich einen deutlich niedrigeren Energiebedarf bei schwer betroffenen Kindern mit

CP beschreibt, wären weitere differenzierte Studien sinnvoll, um den aktuellen Forschungsstand zu sichern oder zu widerlegen.

Untersucht man die Kalorienaufnahme der Studienteilnehmenden im Vergleich zur Nutricia-Empfehlung in Abhängigkeit vom GMFCS-Level, stellt man fest, dass in der Gruppe der Kinder mit gering bis mittelgradig eingeschränkter Mobilität (GMFCS-Level I bis III) die Kalorienaufnahme sowohl vor Beginn des Trainings als auch währenddessen 14 Prozent bzw. 18,3 Prozent unterhalb der empfohlenen Energiezufuhr von Nutricia liegt. In der Gruppe der Kinder mit stark eingeschränkter Mobilität (GMFCS-Level IV und V) liegt die dokumentierte Kalorienaufnahme sowohl vor als auch während des Trainings 23,2 Prozent bzw. 27,1 Prozent oberhalb der empfohlenen Energiezufuhr. In beiden Gruppen zeigt sich eine deutliche Abweichung der tatsächlichen Kalorienaufnahme zur Nutricia-Empfehlung.

Eine Erklärung dafür kann sein, dass Kinder mit einer dyskinetischen CP oder mit einer hohen Spastizität aufgrund ihrer ständigen Muskelaktivität einen höheren Kalorienbedarf haben (Lentze et al., 2008). Sie bewegen sich zwar weniger willkürlich, haben aber aufgrund der Dyskinesie und Spastizität trotzdem eine hohe Muskelarbeit (Lentze et al., 2008).

In der Studie entspricht die Verteilung der GMFCS-Level nicht der Verteilung der GMFCS-Level in der Normalbevölkerung. Weltweit ist der Anteil derer, die GMFCS-Level I und II haben, am größten (34 und 25,6 Prozent), während die GMFCS-Level III, IV und V mit 11,5 Prozent, 13,7 Prozent und 15,6 Prozent deutlich seltener sind (Ried et al., 2011). Allerdings profitieren vor allem Kinder mit GMFCS-Level II, III und IV vom „Auf die Beine“-Therapiekonzept. Hierbei sind insbesondere diejenigen mit GMFCS-Level III überrepräsentiert. Durch den konzeptbedingten Fokus auf diese Level ist der Anteil derjenigen mit GMFCS-Level I sowie V deutlich geringer, sodass die Verteilung der GMFCS-Level in unserer Studie nicht der Normalverteilung entspricht.

Diese Doktorarbeit liefert die Erkenntnis, dass Kinder und Jugendliche mit CP nicht gemäß den aktuellen Empfehlungen ernährt werden.

Es besteht ein erheblicher Untersuchungsbedarf, der eine detaillierte Erfassung des Ernährungsstandes sowie die Erhebung des Ernährungsbedarfes erforderlich macht.

Zu prüfen wäre dann, ob bei untergewichtigen Kindern und Jugendlichen mit CP eine Optimierung der Ernährung vor Beginn der RehaMaßnahmen den Trainingserfolg verbessern kann. Im Rahmen klinischer Studien kann genauer untersucht werden, ob eine Optimierung der täglichen Ernährung ausreichend ist, um den Rehaerfolg zu verbessern und/oder ob Nahrungsergänzungsprodukte wie z.B. Eiweißsupplemente substituiert werden sollten.

4.5 Kalorienaufnahme in Bezug auf die Nutricia-Empfehlung, das GMFCS-Level und den BMI

In dieser Studie wird untersucht, ob es einen Zusammenhang gibt zwischen einer Kalorienaufnahme, die unterhalb der empfohlenen Kalorienmenge von Nutricia liegt, und einem niedrigen BMI sowie einer Kalorienaufnahme, die oberhalb der empfohlenen Kalorienmenge von Nutricia liegt, und einem erhöhten BMI.

Kinder mit Zerebralparese haben im Vergleich zu Kindern ohne körperliche Einschränkung ein vermindertes Maß an körperlicher Aktivität (Ryan et al., 2014; Capio et al., 2012; Stevens et al., 2010; Maher, 2007). Dies ist ein Risikofaktor für Übergewicht oder Adipositas. In dieser Studie haben 12,5 Prozent der Kinder einen BMI über der 90. Perzentile. Es lässt sich somit kein signifikanter Unterschied zu den gesunden Kindern feststellen (vgl. KiGGS-Studie). Andere Studienergebnisse zeigen jedoch etwas höhere Anteile von Kindern mit Adipositas und CP. Beispielsweise waren in einer australischen Studienkohorte 19,4 Prozent der gehfähigen Kinder mit CP übergewichtig oder adipös (Pascoe et al., 2016).

Kinder mit CP haben generell einen höheren Fat Mass Index (FMI²⁰) und einen niedrigeren Fat-Free Mass Index (FFMI), der bei nicht Gehfähigen stärker ausgeprägt ist als bei Gehfähigen (Whitney et al., 2019). Dies bedeutet, dass auch bei einem BMI im Normbereich der FMI erhöht sein kann. Das Ergebnis deutet darauf hin, dass die Prävalenz von Übergewicht/Fettleibigkeit bei Kindern mit CP möglicherweise unterschätzt wird. Der BMI zeigt eine hohe Spezifität, aber eine geringe Sensitivität bei Kindern mit CP (Duran et al., 2018). Daher werden "normalgewichtige adipöse" Kinder mit CP übersehen, wenn der Körperfettgehalt nur anhand des BMI vorhergesagt wird. Der BMI zur Identifizierung von Adipositas bei Kindern mit CP ist somit nicht

²⁰ Im Folgenden wird Fat Mass Index mit FMI abgekürzt.

ausreichend. Stevenson (2018) weist in seinem Kommentar zu Duran et al. (2018) darauf hin, dass eine Ernährung, bei der nur der BMI und die Gewichtszunahme berücksichtigt werden, zu iatrogener Adipositas führen kann. Duran et al. (2018) empfiehlt, die BMI-Bewertungskriterien der Deutschen Gesellschaft für Adipositas bei Kindern mit CP zu verbessern. Laut Stevenson (2018) sollten auch weitere Instrumente angewandt werden, um überschüssiges Körperfett bei Kindern mit CP zu identifizieren und der Entstehung von Adipositas vorzubeugen. Er erwähnt die Messung der Hautfaltendicke, bei der der Körperfettanteil direkt gemessen wird und beschreibt diesen Test als einfach, schnell, zuverlässig und im klinischen Kontext durchführbar. Stevenson (2018) verweist weiterhin auf Möglichkeiten die bioelektrische Impedanz und die DXA für eine exaktere Bestimmung der Körperzusammensetzung zu nutzen. Auch das Verhältnis von Taillen- zu Hüftumfang könne nützlich sein, da es bei Erwachsenen mit CP mit einem kardiovaskulären Risiko assoziiert wird (Neuhauser et al., 2013). Die ESPGHAN empfiehlt ebenfalls die Verwendung von DXA-Scans zur Messung der Knochendichte (BMD) als Teil der Ernährungsbeurteilung bei Kindern mit NI (Romano et al., 2017). Nachteil dieser Methode ist, neben der zwar geringen aber dennoch vorhandenen Strahlenbelastung, auch die schwierige bis nicht mögliche Durchführbarkeit bei kognitiv schwer beeinträchtigten Kindern oder bei Kindern mit höhergradigen Skoliosen oder Gelenkkontrakturen.

Eine Fehlinterpretation von niedrigen BMI-Werten oder niedrigen Z-Werten bei Kindern mit GMFCS-Level III bis V kann zu Überernährung führen, insbesondere bei Kindern, die von der Ernährung mit Gastrostomiesonden abhängig sind (Finbraten et al., 2015; Sullivan et al., 2006). Der hohe Körperfettanteil der Gruppe (GMFCS-Level III bis V) stimmt mit der Vorstellung überein, dass es bei Kindern mit geringem Längenwachstum wahrscheinlich ist, dass ein höheres Risiko für eine übermäßige Zunahme des Körperfettanteils besteht und sie im späteren Leben adipös werden (Finbraten et al., 2015; Martins et al., 2004).

Aus diesem Grund wird die Kalorienaufnahme unserer Studienteilnehmenden nicht nur im Hinblick auf eine Übereinstimmung mit der Ernährungsempfehlung von Nutricia ausgewertet, sondern auch untersucht, ob eine Unterschreitung oder Überschreitung

der Ernährungsempfehlung mit einem unter- bzw. überdurchschnittlichen BMI einhergeht.

Die Kinder mit GMFCS-Level I bis III haben überwiegend weniger Kalorien zu sich genommen als empfohlen wird (s.o. S.61). Die Kinder mit GMFCS-Level IV und V haben mehrheitlich mehr Kalorien zu sich genommen als empfohlen (s.o. S.61). Dennoch ist der BMI der Kinder mit einer höheren Kalorienaufnahme als 10 oder 15 kcal/cm KL normwertig. Bei den Kindern mit GMFCS-Level IV und V sind einige, trotz höherer Kalorienaufnahme, sogar untergewichtig. Diese Beobachtung ist kritisch zu bewerten, da es, insbesondere bei höheren GMFCS-Levels, eine höhere Rate an falsch positiven Befunden gibt, wenn der BMI zur Diagnose von Untergewicht verwendet wird, da die Kinder mit höherem GMFCS-Level auch weniger Muskelmasse haben.

Im Gegensatz dazu ist ein Teil der Kinder, die weniger als die empfohlene Kalorienmenge zu sich genommen haben, übergewichtig. Die anderen Kinder sind mit einer Ausnahme nicht unterernährt, sondern haben normwertige BMI-Werte.

Die Hypothese, dass Kinder und Jugendliche, die mehr essen als sie gemäß der Ernährungsempfehlung sollten, übergewichtig sind, kann daher nicht bestätigt werden. Ebenso wenig kann nachgewiesen werden, dass die Kinder und Jugendlichen, die laut BMI-Z-Werten übergewichtig sind, mehr Kalorien zu sich nehmen.

In unserer Studiengruppe entspricht die Kalorienaufnahme der Teilnehmenden überwiegend nicht den aktuellen Nutricia-Empfehlungen. Wie bereits beschrieben kann ein Grund sein, dass das Messinstrument Ernährungsprotokoll die Kalorienaufnahme der Kinder nicht präzise genug erfasst. Zudem ist der Erhebungszeitraum von drei Tagen sehr wahrscheinlich zu kurz, da die Kalorienaufnahme deutlichen täglichen Schwankungen unterliegt und somit ein Ernährungsprotokoll, welches nur über einen Zeitraum von drei Tagen die Kalorienaufnahme misst, eventuell nicht repräsentativ ist. Eine weitere Erklärung für die deutlich höhere Kalorienaufnahme als den allgemeinen Empfehlungen entsprechend kann der vermehrte Stoffwechselgrundumsatz aufgrund von dauerhaft erhöhtem Muskeltonus bei Spastik und Dystonie bei einigen der Studienteilnehmenden (GMFCS-Level IV und V) sein. Wie bereits in Kapitel 4.4 beschrieben, wurden diese Hypothesen bislang nicht bestätigt (Stallings et al., 1996; Penagini et al., 2015). Es wäre jedoch sinnvoll, diese Fragestellung in weiteren Studien tiefergehend zu untersuchen.

Es stellt sich daher die Frage, welche Parameter und Messinstrumente besser geeignet wären, um den Kalorienbedarf zu bestimmen und die tatsächliche Kalorienaufnahme bei Kindern mit CP zu messen. Laut Walker et al. (2012) ist der größte Prädiktor des Energiebedarfs die fettfreie Masse, gefolgt vom Mobilitätsstatus, es scheint demnach sinnvoll diese beiden Parameter bei der Energiebedarfsermittlung zu berücksichtigen. ESPGHAN empfiehlt zudem die regelmäßige Messung von Körpergewicht und Fettmasse als Indikator für den Energiebedarf (Romano et al., 2017).

Die empfohlenen Methoden zur Fettmassenbestimmung wie DXA und Hautfaltenmessung sind jedoch bei den stärker eingeschränkten und kognitiv beeinträchtigten Kindern mit CP oft nicht oder nur sehr schwer durchführbar. Da diese Schwierigkeiten bei der Bestimmung der Fettmasse bekannt waren, wurde entschieden, im Rahmen dieser Studie allein das Tool Ernährungsprotokolle zu nutzen und die Erziehungsberechtigten mit einer guten Anleitung und genauen Erklärungen mit Beispielen so zu schulen, dass die Ernährungsprotokolle präzise ausgefüllt werden konnten. Eine Hautfaltenmessung sollte ebenfalls erfolgen. Dies konnte jedoch nicht in der Studienkohorte durchgeführt werden, da die meisten Kinder diese Untersuchungsmethode nicht tolerierten.

4.6 Einfluss des körperlichen Trainings auf den Kalorienbedarf

Neben der Erhebung des Ernährungsstandes von Kindern und Jugendlichen mit CP werden die Auswirkungen eines regelmäßigen häuslichen Trainingsprogramms auf die durchschnittliche Kalorienaufnahme pro Tag untersucht. Die Kalorienaufnahme wird mithilfe von Ernährungsprotokollen ermittelt. Die Ernährungsprotokolle werden vor Beginn des Intensivtrainings im Rahmen des „Auf die Beine“-Konzeptes und nach zwei- bis dreimonatigem häuslichem Training erstellt. Eine um mindestens 10 Prozent gestiegene oder gesunkene Kalorienaufnahme wird als messbare Veränderung der Kalorienaufnahme gewertet. Bei 35 Prozent der Studienteilnehmenden kann eine gestiegene Kalorienaufnahme beobachtet werden, bei 40 Prozent der Kinder und Jugendlichen sinkt dagegen die Kalorienaufnahme. Bei den verbleibenden 25 Prozent der Studienteilnehmenden zeigt sich keine relevante Änderung der Kalorienaufnahme. Diese Ergebnisse lassen nicht den Rückschluss zu, dass die Zunahme der körperlichen Aktivität bzw. eine Verbesserung der funktionellen motorischen

Fähigkeiten, eine messbare Zunahme des Kalorienbedarfs bzw. der Kalorienaufnahme zur Folge hat.

Die durchschnittliche Kalorienaufnahme beträgt bei der ersten Messung vor dem Trainingsbeginn 12,79 kcal/cm KL und bei der zweiten Messung nach Trainingsbeginn 12,35 kcal/cm KL. Die Signifikanzanalyse bestätigt, dass die Teilnahme am „Auf die Beine“-Konzept nicht zu einer statistisch signifikanten Veränderung der durchschnittlichen täglichen Kalorienaufnahme führt.

Die Frage, ob die sportliche Aktivität eventuell nur zu einer geringen Zunahme des Kalorienbedarfs bei Kindern und Jugendlichen mit CP führt, kann bei diesem kleinen Studienkollektiv nicht ausreichend beantwortet werden.

4.7 Einfluss des körperlichen Trainings auf den Kalorienbedarf in Bezug auf das GMFCS-Level und das Geschlecht

In dieser Studie wird zudem untersucht, ob das GMFCS-Level oder das Geschlecht einen Einfluss auf den Kalorienbedarf insbesondere nach Zunahme der körperlichen Aktivität hat. Die Teilnahme an dem „Auf-die-Beine“-Trainingsprogramm wird als Zunahme der körperlichen Aktivität gewertet. Eine Veränderung der Kalorienaufnahme wird bei zehnprozentiger Steigerung oder Senkung definiert.

Bei der Beurteilung der durchschnittlichen Kalorienaufnahme pro Tag in Abhängigkeit vom GMFCS-Level besteht zwischen den einzelnen Levels kein signifikanter Unterschied (p-Wert 0,48).

Die erste Gruppe besteht aus Kindern mit geringer bis mittelgradiger Mobilitätseinschränkung (GMFCS-Level I bis III), die zweite Gruppe aus Kindern mit stark eingeschränkter Mobilität (GMFCS-Level IV und V). In beiden Gruppen gibt es bei mehr als einem Drittel der Kinder eine Steigerung der Kalorienaufnahme nach Trainingsbeginn. In Gruppe 1 ist die Anzahl derjenigen, bei denen sich keine Veränderung der Kalorienaufnahme zeigt, größer (43,8 Prozent), während in Gruppe 2 die Anzahl derjenigen, die eine Verringerung der Kalorienaufnahme trotz Trainings zeigen, deutlich größer ist (37,5 Prozent). Eine Tendenz bei der Veränderung der durchschnittlichen Kalorienaufnahme nach Trainingsbeginn in Abhängigkeit von der Mobilitätseinschränkung zeigt sich nicht.

4.8 Einfluss der GMFM-Ergebnisse auf den Kalorienbedarf in Bezug auf das GMFCS-Level und das Geschlecht

Der Gross-Motor-Function-Measurement-Test (GMFM) wird zur Bewertung des Trainingserfolgs herangezogen und ist ein standardisiertes, validiertes physiotherapeutisches Messverfahren, um die motorischen Fähigkeiten von Kindern und Jugendlichen mit CP zu beurteilen. Mithilfe von Referenz-Perzentilen für den GMFM kann der therapeutische Effekt, die sogenannte individuelle Effektgröße, bei Kindern mit CP identifiziert werden (Duran et al., 2018a). In dieser Studie wird untersucht, ob diejenigen, die eine gute individuelle Effektgröße zeigen, auch eine Steigerung der Kalorienaufnahme haben.

Bei der Auswertung der Ergebnisse stellt sich heraus, dass es bei der Kalorienaufnahme und der Effektgröße keine signifikanten Unterschiede zwischen männlichen und weiblichen Studienteilnehmenden gibt. Die leichte Tendenz, dass im Gegensatz zu den weiblichen Studienteilnehmenden mehr männliche Studienteilnehmende mit einer guten individuellen Effektgröße auch eine Steigerung des Kalorienbedarfs zeigen, ist statistisch nicht signifikant. Dieses Ergebnis wird auch durch die Arbeit von Duran et al. (2018a) unterstützt: Dort wurde mithilfe einer großen Studienkohorte gezeigt, dass das Geschlecht keinen Einfluss auf die Effektgröße hat.

4.9 Subjektive Einschätzung des Essverhaltens durch die Erziehungsberechtigten der Studienteilnehmenden

Die subjektive Einschätzung der Erziehungsberechtigten wird mit der protokollierten Kalorienaufnahme der Studienteilnehmenden verglichen. Es zeigt sich, dass die subjektive Einschätzung der Erziehungsberechtigten zur Veränderung des Essverhaltens ihrer Kinder häufig nicht mit der tatsächlichen Kalorienaufnahme der Studienteilnehmenden übereinstimmt.

Knapp 28 Prozent der Erziehungsberechtigten geben an, dass sie eine Veränderung im Essverhalten ihrer Kinder bemerkt haben und sie mehr gegessen hätten. Von diesen elf Kindern hat jedoch die Mehrheit (54,5 Prozent) sogar weniger gegessen und nur bei drei Kinder (27 Prozent) zeigt sich tatsächlich eine Steigerung der Kalorienaufnahme, so wie die Erziehungsberechtigten dies angeben. Dies lässt sich unter anderem auch damit erklären, dass bereits eine zehnpromtente Zu- oder Abnahme des Kalorienbedarfs in unserer Studie als Veränderung gewertet wurde.

Vermutlich ist jedoch diese Kaloriendifferenz zu gering, um als Veränderung des Essverhaltens wahrgenommen zu werden. Zudem muss ebenfalls berücksichtigt werden, dass die Erfassung des Kalorienbedarfs nur über drei Tage erfolgte, die Erziehungsberechtigten das Essverhalten ihrer Kinder jedoch über Wochen beobachteten. Sukzessive Veränderungen des Essverhaltens über den gesamten Zeitraum werden somit nicht erfasst.

4.10 Ausblick

Die Ergebnisse der Studie zeigen, dass die Kinder mit CP kleiner und leichter sind als gesunde Kinder, was dem aktuellen wissenschaftlichen Kenntnisstand entspricht. Zudem wird eine positive Korrelation von Körperlänge und durchschnittlicher Kalorienaufnahme pro Tag bei Kindern und Jugendlichen mit CP festgestellt. Dieses Verhältnis ist auch bei dem gesunden Normkollektiv der Kinder aus der KiGGS-Studie bekannt. Darüber hinaus entspricht die Kalorienaufnahme der Kinder und Jugendlichen des Studienkollektivs überwiegend (77 Prozent bei der ersten Messung und 80 Prozent bei der zweiten Messung) nicht den Nutricia-Empfehlungen.

Es wird deutlich, dass Durchführung von Ernährungsprotokollen an ihre Grenzen stößt. Es gibt jedoch Hinweise darauf, dass mit einer präziseren Ernährungserhebung möglicherweise eine Korrelation von Kalorienaufnahme und körperlicher Aktivität nachzuweisen ist (siehe hierzu S. 56 im Kapitel 3.13). Eventuell liegt die Diskrepanz zwischen den Ernährungsempfehlungen von Nutricia und der Kalorienaufnahme der Kinder unserer Studie auch an teilweise inkorrekten Ernährungsangaben der Erziehungsberechtigten. Die Frage stellt sich, wie es gelingen kann, die Erstellung von Ernährungsprotokollen zu optimieren. Der Forschungsstand hierzu kann als nicht ausreichend beschrieben werden.

Es bedarf hier weiterer Studien, die sich zuvor intensiv und kritisch mit der Datenerhebung bei Ernährungsstudien befasst und ein optimiertes Studiendesign erstellt haben, wie eine genauere sowie validere Erhebung des Kalorienbedarfs möglich ist. Im Folgenden werden daher erste Überlegungen für eine Optimierung der Methode Ernährungsprotokoll aufgeführt.

Die Ernährungsprotokolle sollten über einen längeren Zeitraum von mehr als drei Tagen, geführt werden um individuelle Tagesschwankungen in der Kalorienzufuhr auszugleichen. Eventuell sind schriftliche und telefonische Einweisungen, wie das Ernährungsprotokoll genau zu führen ist und auf welche Besonderheiten zu achten

sind, weniger effektiv als eine persönliche Einweisung. Es sollten daher alle Studienteilnehmenden und Erziehungsberechtigten vor Studienbeginn eine persönliche Einweisung vor Ort bekommen. Es müsste zudem sichergestellt werden, dass in den Kitas, Kindergärten und Schulen sowie Nachmittagsbetreuungen das Personal informiert und geschult ist, sodass das Ernährungsprotokoll korrekt ausgefüllt werden kann, auch wenn die Erziehungsberechtigten nicht dabei sind. Des Weiteren sollten Hilfsmittel wie z.B. eine Küchenwaage gestellt werden, um ein genaues Protokollieren gewährleisten zu können. Eine regelmäßige Erinnerung der Familien, die Protokolle täglich am besten zu den Hauptmahlzeiten direkt auszufüllen, beispielsweise mithilfe des Smartphones, wäre empfehlenswert.

Eine Möglichkeit wäre, die Ernährungserhebung zu digitalisieren: So könnten gegebenenfalls Tools entwickelt werden, die an das Protokollieren erinnern, es vereinfachen und weniger fehleranfällig machen. Zugleich könnte das Dokumentieren des Essverhaltens spielerischer gestaltet werden, sodass Anreize geschaffen werden, um die Bereitschaft des Protokollierens zu steigern. Mithilfe des Gamification-Prinzips könnte so insbesondere die Motivation der Kinder gesteigert werden, wie zum Beispiel durch eine App, die der niedrigschwelligen Wissensvermittlung (z.B. durch kurze Videos/Comics) dient und gleichzeitig durch ein Belohnungssystem mittels Gadgets (z.B. Cartoons, Level, Bonuspunkte) für Konstanz, Durchhaltevermögen und Genauigkeit beim Protokollieren sorgt.

Eine Studie unter klinischen Bedingungen z.B. im Rahmen des Rehaaufenthaltes könnte die Umsetzung der Methode ebenfalls positiv beeinflussen. So könnte vorab eine Schulung für alle Studienteilnehmenden und die Erziehungsberechtigten ermöglicht werden. Zudem könnte die Nahrungsaufnahme über einen längeren Zeitraum, beispielsweise über zwei Wochen, unter kontrollierbaren Bedingungen stattfinden, sodass eine Ermittlung der Nahrungsbestandteile vor dem Kochen und eine genaue Erfassung der aufgenommenen Nahrungsmenge möglich ist. Dies wäre auch sinnvoll für schwer betroffene Kinder, da hier die Familien nicht allein die Ernährungserhebung leisten müssten, sondern professionelle Unterstützung bekämen. Zudem werden insbesondere die stärker betroffenen Kinder mit CP zu Hause oft in externen Einrichtungen betreut, wo eine Mitarbeit aufgrund der bereits beschriebenen Rahmenbedingungen erschwert ist. Es ist jedoch zu bedenken, dass die Kinder in einer neuen Umgebung anders essen als zu Hause, insbesondere, wenn

die Erziehungsberechtigten nicht das gewohnte Essen zubereiten, sodass die Kalorienaufnahme hierdurch wiederum verfälscht sein könnte.

Diese Studienkonzepte erfordern jedoch einen hohen personellen und software-technischen Aufwand mit deutlich höheren Studienkosten.

Eine Studie, bei der die tatsächliche körperliche Aktivität im Alltag erhoben und mit dem Kalorienbedarf verglichen wird, wäre ebenfalls sinnvoll. Denn der GMFM misst primär, was die Kinder als Einzelleistung einmalig unter Testbedingungen leisten können. Dies kann mitunter weit entfernt sein von dem, was sie tatsächlich täglich und durchschnittlich an körperlicher Aktivität leisten können. Die Herausforderung in diesem Studiendesign wäre, ein geeignetes Tool zur Ermittlung der Alltagsaktivität zu finden. Es könnte ein standardisierter und validierter Fragebogen genutzt werden, der anhand weniger, aber spezifischer Fragen eine Evaluierung der tatsächlichen körperlichen Aktivität im Alltag ermöglicht.

Eine interessante und praktikable Alternative wäre die Messung der ‚Activities of daily living‘ (ADL²¹) mittels eines Schrittzählers (3D-Accelerometers). Wiedmann et al. (2021) zeigen, dass Kinder mit CP eine Aktivitätsmessung mittels 3D-Accelerometer tolerieren, sodass mit Hilfe dieser Methode eine valide Bewertung der gewohnten Aktivitäten außerhalb der Klinik möglich wäre.

Es müsste zudem eine größere homogene Studienkohorte geben, in der es eine Gleichverteilung beider Geschlechter, aller Altersgruppen und GMFCS-Level gibt.

Um aussagekräftigere Daten zu bekommen, wäre darüber hinaus denkbar, eine längerfristige Ernährungserhebung über einen Zeitraum von einigen Jahren, koordiniert durch ein multidisziplinäres Team, zu konzipieren. So könnten über einen langen Zeitraum Daten zu Körpergröße, Gewicht, BMI, und Kalorienaufnahme erhoben werden. Die Erhebung von Daten mittels DXA und HFM sollte nur durch erfahrene Mitarbeiter erfolgen. Ernährungsprotokolle können eine gute Aussagekraft haben, vorausgesetzt es gibt eine optimale Mitarbeit durch die Erziehungsberechtigten, welche durch eine intensivere Betreuung von Ernährungsberatern mit Besuchen zu Hause ermöglicht werden sollte.

²¹ Im Folgenden wird ‚Activities of daily living‘ mit ADL abgekürzt.

Bei einem langfristig angelegten Studienprojekt wäre es möglich, über einen längeren Zeitraum Daten zu sammeln, um somit zum einen nur präzise ausgefüllte Ernährungsprotokolle zu verwenden und zum anderen deutlich größere Datenmengen zu generieren. Ziel wäre es große, qualitativ hochwertige Datenmengen zu erhalten, die eine Untersuchung verschiedener Fragestellungen bezüglich des Ernährungsverhaltens und des Ernährungsstandes von Kindern mit Zerebralparese in Deutschland ermöglichen.

Wie bereits festgehalten, besteht bei den Kindern und Jugendlichen mit CP ein erheblicher Untersuchungsbedarf, der eine detaillierte Erfassung des Ernährungsstandes und Erhebung des Ernährungsbedarfes erfordert.

Es wäre daher sinnvoll, in der Kinderreha zu Beginn der Maßnahmen ein Ernährungsprofil zu erstellen, da eine optimale Ernährung sehr wichtig für den Muskelaufbau ist.

Im Rahmen klinischer Studien sollte untersucht werden, ob mit einem konsequenten Ausgleich der ernährungsbedingten Defizite eine Verbesserung des Trainingserfolges erreicht werden kann. Dies könnte mittels einer Umstellung und Optimierung der täglichen Ernährung erfolgen oder – falls die Studien zeigen, dass dies nicht ausreichend ist – auch durch die Substitution von Nahrungsergänzungsprodukten wie z.B. Eiweißsupplementen.

Die Ernährung muss einen höheren Stellenwert bekommen, da Ernährung ebenso entscheidend für einen Muskel-Knochen-Aufbau ist wie Bewegung und deshalb den Therapieerfolg entscheidend beeinflussen kann. Bewegung und Ernährung sollten daher als eine Einheit betrachtet und unbedingt in den Fokus gestellt werden, da mit der Optimierung beider Komponenten bestmögliche Therapieerfolge erzielt werden können.

5 Zusammenfassung

In dieser Doktorarbeit wurde der Ernährungsstand von 40 Kindern und Jugendlichen mit Zerebralparese (CP) mithilfe von Ernährungsprotokollen erhoben und der Zusammenhang zwischen Körperlänge, Körperfett und Ernährung wurde untersucht. Dabei wurde der Einfluss von verstärkter körperlicher Aktivität, im Rahmen eines regelmäßigen häuslichen Trainingsprogramms mit Ganzkörpervibrationstraining, auf die Kalorienaufnahme ermittelt.

Die Ergebnisse, dass Kinder und Jugendliche mit CP sich hinsichtlich Körpergröße und Gewicht von gesunden Kindern unterscheiden sowie insgesamt kleiner und leichter als das gesunde Vergleichskollektiv sind, entsprechen dem allgemeinen Kenntnis- und Studienstand zur Ernährungssituation von Kindern mit Zerebralparese. Die Parameter BMI, Körperlänge und Gewicht scheinen zur Beurteilung des Ernährungszustandes, insbesondere zur Erkennung von Unterernährung, bei Kindern und Jugendlichen mit CP nicht ausreichend zu sein. Die Studienergebnisse unterstützen die Aussage, dass es aktuell keine verlässlichen anthropometrischen Parameter gibt, um Untergewicht oder Übergewicht bei Kindern mit Zerebralparese immer sicher zu erkennen.

Die Studienergebnisse zeigen eine positive Korrelation von Körperlänge und durchschnittlichem Kalorienbedarf pro Tag bei Kindern und Jugendlichen mit CP. Dieses Verhältnis ist auch bei dem gesunden Normkollektiv der Kinder aus der Studie zur Gesundheit von Kindern und Jugendlichen in Deutschland (KiGGS) bekannt. Die Kalorienaufnahme der Kinder und Jugendlichen unseres Studienkollektivs zeigt zudem starke Abweichungen von der Nutricia-Empfehlung für Kinder mit Zerebralparese. Einen Zusammenhang zwischen einer Abweichung der empfohlenen Kalorienmenge von Nutricia und einem unter- bzw. überdurchschnittlichen BMI konnte jedoch nicht festgestellt werden.

Die Studienergebnisse lassen nicht den Rückschluss zu, dass die Zunahme der körperlichen Aktivität, im Rahmen des regelmäßigen Intensivtrainings, eine messbare Zunahme des Kalorienbedarfs bzw. der Kalorienaufnahme zur Folge hat, dennoch haben viele Kinder einen funktionellen Benefit von dem Training. Möglicherweise führt die sportliche Aktivität nur zu einer geringen Zunahme des Kalorienbedarfs bei Kindern und Jugendlichen mit CP, welche bei dem kleinen Studienkollektiv nicht ins Gewicht fällt.

Eine Abhängigkeit vom Geschlecht oder dem Schweregrad der Mobilitätseinschränkung auf die Kalorienaufnahme zeigt sich nicht. Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass die Durchführung von Ernährungsprotokollen an ihre Grenzen stößt.

Es gibt jedoch Hinweise darauf, dass mit einer präziseren Ernährungserhebung möglicherweise eine Korrelation von Kalorienaufnahme und körperlicher Aktivität nachzuweisen ist. In einem längerfristig angelegten Studienprojekt mit einem größeren Studienkollektiv könnten über einen längeren Zeitraum mittels präziser ausgefüllter Ernährungsprotokolle große, qualitativ hochwertige Datenmengen erfasst und die Ernährungserhebung optimiert werden. Persönlichen Schulungen, die Bereitstellung von Lebensmittelwaagen und motivationsfördernde Tools auf Grundlage des Gamification-Prinzips könnten helfen die Ernährungserhebung zu optimieren. Dies würde eine über die Ergebnisse dieser Studie hinausgehende Untersuchung mit verschiedenen Fragestellungen bezüglich des Ernährungsverhaltens und des Ernährungsstandes von Kindern mit Zerebralparese in Deutschland ermöglichen.

Diese Doktorarbeit liefert die Erkenntnis, dass Kinder und Jugendliche mit CP nicht gemäß den aktuellen Empfehlungen ernährt werden. Es besteht ein erheblicher Untersuchungsbedarf, sodass eine detaillierte Erfassung des Ernährungsstandes und die Erhebung des Ernährungsbedarfes, sowie eine kontrollierte Optimierung der Ernährung bei Fehl- oder Mangelernährung im Rahmen von weiteren klinischen Studien-erfolgen sollte.

Bewegung und Ernährung sollten als eine Einheit betrachtet werden, da beide entscheidend sind für den Muskel-Knochen-Aufbau. Die Ergebnisse der Arbeit zeigen, dass Ernährung einen höheren Stellenwert bekommen und in den Fokus gestellt werden sollte, da sie für den Erfolg der Rehatherapie maßgeblich ist.

6 Literaturverzeichnis

Alotaibi M., Long T., Kennedy E., Bavishi S. (2014). The efficacy of GMFM-88 and GMFM-66 to detect changes in gross motor function in children with cerebral palsy (CP): a literature review. *Disabil Rehabil.* 36(8):617-27.

Bandini L. G., Puelzl-Quinn H., Morelli J. A., Fukagawa N. K. (1995). Estimation of energy requirements in persons with severe central nervous system impairment. *J Pediatr.* 126(5 Pt 1):828-32.

Bant H. (2011). *Physiofachbuch. Sportphysiotherapie.* Stuttgart: Georg Thieme Verlag.

Bell K. L., Samson-Fang L. (2013). Nutritional management of children with cerebral palsy. *Eur J Clin Nutr.* 67: 13-16.

Cans C., De-la-Cru J., Mermet M. A. (2008). Epidemiology of cerebral palsy. *Paediatrics and Child Health.* 18(9):393-98.

Dahlseng M. O., Finbraten A. K., Juliusson P. B., Skranes J., Andersen G., Vik T. (2012). Feeding problems, growth and nutritional status in children with cerebral palsy. *Acta Paediatr.* 101(1):92-8.

Day S. M., Strauss D. J., Vachon P. J., Rosenbloom L., Shavelle R. M., Wu Y. W. (2007). Growth patterns in a population of children and adolescents with cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol.* 49(3):167-71.

Döderlein L. (2015): *Infantile Zerebralparese. Diagnostik, konservative und operative Therapie (2.Auflage).* Berlin Heidelberg: Springer-Verlag.

Dudley R. W., Parolin M., Gagnon B., Saluja R., Yap R., Montpetit K., Ruck J., Poulin C., Cantin M. A., Benaroch T. E., Farmer J. P. (2013). Long-term functional benefits of selective dorsal rhizotomy for spastic cerebral palsy. *J Neurosurg Pediatr.* 12(2):142-50.

Duran I., Schulze J., Martakis K., Stark C., Schoenau E. (2018). Diagnostic performance of body mass index to identify excess body fat in children with cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol.* 60(7):680-86.

Duran I., Stark C., Martakis K., Hamacher S., Semler O., Schoenau E. (2018a). Reference centiles for the gross motor function measure and identification of therapeutic effects in children with cerebral palsy. *J Evol Clin Pract.* 10.1111/jep.12990.

Duran I., Martakis K., Rehberg M., Semler O., Schoenau E. (2019). Anthropometric measurements to identify undernutrition in children with cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol.* 61(10):1168-74.

Egenolf P., Duran I., Stark C., Martakis K., Hamacher S., Schoenau E., Semler O. (2019). Development of disorder-specific normative data for growth in children with cerebral palsy. *Eur J Pediatr.* 178(6):811-22.

Finbraten A. K., Martins C., Andersen G. L., Skranes J., Brannsether B., Júliusson P. B., Syversen U., Stevenson R. D., Vik T. (2015). Assessment of body composition in children with cerebral palsy: a cross-sectional study in Norway. *Dev Med Child Neurol.* 57(9):858-64.

Great Ormond Street Hospital for Children, NHS Foundation Trust (2018). Launch of life-changing operation for children with cerebral palsy. URL: <https://www.gosh.nhs.uk/press-releases/launch-life-changing-operation-children-cerebral-palsy>. Selective Dorsal Rhizotomy Service URL: <https://www.gosh.nhs.uk/health-professionals/selective-dorsal-rhizotomy-service>.

Zuletzt abgerufen am 01.09.2021.

Heinen F., Schröder A. S., Michaelis U. S., Stein S., Berweck S., Mall V. (2014). Gross Motor Function Classification System (GMFCS). Klassifikation und Therapiekurven für Kinder mit Cerebralparesen. URL: http://www.klinikum.uni-muenchen.de/mashup/blaetterkatalog_ispz_gmfcs/. Zuletzt abgerufen am 01.09.2021.

Himmelman K., Sundh V. (2015). Survival with cerebral palsy over five decades in western Sweden. *Dev Med Child Neurol.* 57(8):762-7.

Kakebeeke T.H., Lanzi S., Zysset A. E., Arhab A., Messerli-Bürgy N., Stuelb K., Leeger-Aschmann C. S., Schmutz E. A., Meyer A. H., Kriemler S., Munsch S., Jenni O. G., Puder J. J. (2017). Association between Body Composition and Motor Performance in Preschool Children. *Obes Facts.* 10(5):420-31.

Krägeloh-Mann I. (2014). Zerebralparesen. In: *Pädiatrie*. Springer Berlin Heidelberg. p.1681-89.

Krägeloh-Mann I. (2007). Zerebralparese Update. *Monatsschr Kinderheilkd.* 155:523-28.

Krick J., Murphy-Miller P., Zeger S., Wright E. (1996) Pattern of growth in children with cerebral palsy. *J Am Diet Assoc.* 96(7):680-5.

Lentze M. J., Alexy U., Maier N., Nagel A., Kersting M. (2008). Empfehlungen für die Ernährung von Kindern und Jugendlichen mit Behinderung (3. Auflage). Dortmund: Forschungsinstitut für Kinderernährung (FKE), Bonn: Institut an der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn

Marchand V. (2009). Nutrition in neurologically impaired children. *Pediatr Child Health.* 14(6):395-401.

Martins P. A., Hoffmann D. J., Fernandes M. T., Nascimento C. R., Roberts S. B., Sesso R., Sawaya A. I. (2004). Stunted children gain less lean body mass and more fat mass than their non-stunted counterparts: a prespective study. *BR J Nutr.* 92(5): 819-25.

Mensink G. B. M., Bauch A., Vohmann C., Stahl A., Six J., Kohler S., Fischer J., Heseker H. (2007). EsKiMo – Das Ernährungsmodul im Kinder- und Jugendgesundheitssurvey (KiGGS). *Bundesgesundheitsblatt – Gesundheitsforschung - Gesundheitsschutz.* 50:902–08.

Mutch L., Alberman E., Hagberg B., Kodama K., Perat M. V. (1992). Cerebral palsy epidemiology: where are we now and where are we going? *Dev Med Child Neurol.* 34(6):547-51.

Neuhauser H., Schienkiewitz A., Schaffrath Rosario A., Dortschy R., Kurth B.-M. (2013). Beiträge zur Gesundheitsberichterstattung des Bundes. Referenzperzentile für anthropometrische Maßzahlen und Blutdruck aus der Studie zur Gesundheit von Kindern und Jugendlichen in Deutschland (KiGGS) 2003–2006. 2. erw. Aufl. Robert Koch Institut, Berlin.

Novak I., McIntyre S., Morgan C., Campbell L., Dark L., Morton N., Stumbles E., Wilson S. A., Goldsmith S. (2013) A systematic review of interventions for children with cerebral palsy: state of the evidence. *Dev Med Child Neurol.* 55(10):885-910.

Nutricia GmbH (2021). URL : <https://www.nutricia-med.de/therapiegebiete/zerebralparese/ernaehrungstherapie-bei-kindern-mit-zerebralparese>. Zuletzt abgerufen am 01.09.2021.

Nutri-Science GmbH (2018). Software, Prodi®. URL: <https://www.nutri-science.de/software/prodi.php> . Zuletzt abgerufen am 01.09.2021.

Oftedal S., Davies P. S. W., Boyd R. N., Stevenson R. D., Ware R. S., Keawutan P., Benfer K. A., Bell K. L. (2016). Longitudinal Growth, Diet, and Physical Activity in Young Children With Cerebral Palsy. *Pediatrics*. 138(4):e20161321.

Ostensjø S., Carberg E. B., Vøllestad N. K. (2003). Everyday functioning in young children with cerebral palsy: functional skills, caregiver assistance, and modifications of the environment. *Dev Med Child Neurol*. 45(9):603-12.

Palisano R., Rosenbaum P., Walter S., Russel D., Wood E., Galuppi B. (1997). Development and reliability of a system to classify gross motor function in children with cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol*. 39(4):214-23.

Palisano R. J., Hanna S. E., Rosenbaum P. L., Russel D. J., Walter S. D., Wood E. P., Raina P. S., Galuppi B. E. (2000). Validation of a model of gross motor function for children with cerebral palsy. *Phys Ther*. 80(10):974-85.

Pascoe J., Thomason P., Graham H. K., Reddihough D. , Sabin M. A. (2016). Body mass index in ambulatory children with cerebral palsy: A cohort study. *Pediatr Child Health*. 52(4):417-21.

Penagini F., Mameli C., Fabiano V., Brunetti D., Dilillo D., Zuccotti G. V. (2015). Dietary Intakes and Nutritional Issues in Neurologically Impaired Children. *Nutrients*. 7(11):9400-15.

Ried S., Carlin J. B., Reddihough D. S. (2011). Using the Gross Motor Function Classification System to describe patterns of motor severity in cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol*. 53(11):1007-12.

Romano C., van Wynckel M., Hulst J., Broekaert I., Bronsky J., Dall'Oglio L., Mis N. F., Hojsak I., Orel R., Papadopoulou A., Schaeppi M., Thapar N., Wilschanski M., Sullivan P., Gottrand F. (2017). European Society for Paediatric Gastroenterology, Hepatology and Nutrition Guidelines for the Evaluation and Treatment of

Gastrointestinal and Nutritional Complications in Children With Neurological Impairment. *J Pediatr Gastroenterol Nutr.* 65(2):242-64.

Rosenbaum P. L., Walter S. D., Hanna S. E., Palisano R. J., Russell D. J., Raina P., Wood E., Bartlett D. J., Galuppi B. E. (2002). Prognosis for Gross Motor Function in cerebral palsy: creation of motor development curves. *JAMA* 288: 1357-63.

Rumberg F., Bakir M. S., Taylor W. R., Haberl H., Sarpong A., Sharankou I., Lebek S., Funk J. F. (2016). The Effects of Selective Dorsal Rhizotomy on Balance and Symmetry of Gait in Children with Cerebral Palsy. *PLoS One.* 11(4): e0152930.

Russell D. J., Rosenbaum P. L., Cadman D. T., Gowland C., Hardy S., Jarvis S. (1989). The gross motor function measure: a means to evaluate the effects of physical therapy. *Dev Med Child Neurol.* 31(3):341-52.

Russel D. J., Avery L. M., Rosenbaum P. L., Raina P. S., Walter S. D., Palisano R. J. (2000). Improved scaling of the gross motor function measure for children with cerebral palsy: evidence of reliability and validity. *Phys Ther.* 80(9):873-85.

Schienkiewitz A., Brettschneider A. K., Damerow S., Schaffrath Rosario A. (2018) Übergewicht und Adipositas im Kindes- und Jugendalter in Deutschland – Querschnittergebnisse aus KiGGS Welle 2 und Trends. *Journal of Health Monitoring* 3(1). URL: <https://edoc.rki.de/handle/176904/3031.2>. Zuletzt abgerufen am 01.09.2021.

Schienkiewitz A., Damerow S., Schaffrath Rosario A. (2018a). Prävalenz von Untergewicht, Übergewicht und Adipositas bei Kindern und Jugendlichen in Deutschland – Einordnung der Ergebnisse aus KiGGS Welle 2 nach internationalen Referenzsystemen. *J Health Monit* 3(3):60–74. Robert Koch-Institut, Berlin.

SCPE working group (2000). Surveillance of Cerebral Palsy in Europe: a collaboration of cerebral palsy surveys and registers. Surveillance of Cerebral Palsy in Europe (SCPE). *Dev Med Child Neurol.* 42:816–24.

Smits D.-W., Gorter J. W., Hanna S. E., Dallmeijer A. J., Van Eck M., Roebroek M. E., Vos R. C., Ketelaar M., PERRIN Plus Study Group (2013). Longitudinal development of gross motor function among Dutch children and young adults with cerebral palsy: an investigation of motor growth curves. *Dev Med Child Neurol.* 55(4):378-84.

Stallings V. A., Zemel B. S., Davies J. C., Cronk C. E., Charney E. B. (1996) Energy expenditure of children and adolescents with severe disabilities: a cerebral palsy model. *Am J Clin Nutr.* 64(4):627-34.

Stark C., Semler O., Duran I., Stabrey A., Kaul I., Herkenrath P., Hollmann H., Waltz S., Schönau E. (2013). Intervallrehabilitation mit häuslichem Training bei Kindern mit Zerebralparese. *Monatsschr Kinderheilkd.* 161:625-32.

Stark C., Duran I., Spiess K., Semler O., Schönau E. (2018). Ein neues Versorgungskonzept für Kinder und Jugendliche mit Bewegungsstörungen.pt_ Zeitschrift für Physiotherapeuten. Ausgabe: Oktober 2018.52–57.

Stevenson R. D., Conaway M., Chumlea W. C., Rosenbaum P., Fung E. B., Henderson R. C., Worley G., Liptak G., O'Donnell M., Samson-Fang L., Stallings V. A. (2006). Growth and health in children with moderate-to-severe cerebral palsy. *Pediatrics.* 118(3):1010-8.

Stevenson R. D. (2018). Body mass index and obesity in children with cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol.* doi: 10.1111/dmcn.13909.

St Louis Childrens Hospital (2018). Conditions & Treatments, Center for Cerebral Palsy Spasticity. About Selective Dorsal Rhizotomy (SDR)

URL: <https://www.stlouischildrens.org/conditions-treatments/center-for-cerebral-palsy-spasticity/about-selective-dorsal-rhizotomy>. Zuletzt abgerufen am 01.09.2021.

Strauss D. J., Shavelle R. M., Anderson T. W. (1998). Life expectancy of children with cerebral palsy. *Pediatr. Neurol.* 18(2):143-9.

Sullivan P. B., Juszczak E., Lambert B. R., Rose M., Ford-Adams M. E., Johnson A. (2002). Impact of feeding problems on nutritional intake and growth: Oxford Feeding Study II. *Dev Med Child Neurol.* 44(7): 461-7.

Surveillance of Cerebral Palsy in Europe (2016). Zerebralparese. URL: https://eu-rd-platform.jrc.ec.europa.eu/scpe/scpe-network_en. Zuletzt abgerufen am 01.09.2021.

UniReha GmbH (2013). 7. Qualitätsbericht Zentrum für Kinder- und Jugendrehabilitation Behandlungskonzept auf die Beine. UniReha GmbH, Zentrum für Prävention und Rehabilitation der Uniklinik Köln.

UniReha GmbH, Zentrum für Prävention und Rehabilitation der Uniklinik Köln (2018a). Kinder- & Jugendreha, Behandlungskonzept "Auf die Beine". URL: <https://unireha.uk-koeln.de/kinder-jugendreha/behandlungskonzept-auf-die-beine/>. Zuletzt abgerufen am 01.09.2021.

UniReha GmbH, Zentrum für Prävention und Rehabilitation der Uniklinik Köln (2018b). Kinder- & Jugendreha, Behandlungskonzept "Auf die Beine", Therapieverlauf. URL: <https://unireha.uk-koeln.de/kinder-jugendreha/behandlungskonzept-auf-die-beine/therapieverlauf/>. Zuletzt abgerufen am 01.09.2021.

UniReha GmbH, Zentrum für Prävention und Rehabilitation der Uniklinik Köln (2018c). Kinder- & Jugendreha, Behandlungskonzept "Auf die Beine", Trainingsprogramm. URL: <https://unireha.uk-koeln.de/kinder-jugendreha/behandlungskonzept-auf-die-beine/trainingsprogramm/>. Zuletzt abgerufen am 01.09.2021.

UniReha GmbH, Zentrum für Prävention und Rehabilitation der Uniklinik Köln (2018d). Kinder- & Jugendreha, Behandlungskonzept "Auf die Beine", diagnostische Leistungen. URL: <https://unireha.uk-koeln.de/kinder-jugendreha/behandlungskonzept-auf-die-beine/diagnostische-leistungen/>. Zuletzt abgerufen am 01.09.2021.

Verduin W. M., Van Den Helder R., Doodeman H. J., Struijf E., Houdijk A. P. J. (2016). DEXA Body Composition Assessment in 10-11 Year Healthy Children. PLoS One. 11(10):e0165275.

Walker J. L., Bell K. L., Stevenson R. D., Weir K. A., Boyd R. N., Davies P. S. W. (2012). Relationships between dietary intake and body composition according to gross motor functional ability in preschool-aged children with cerebral palsy. Ann Nutr Metab. 61:349 – 57.

Whitney D. G., Miller F., Pohlig R. T., Modlesky C. M. (2019). BMI does not capture the high fat mass index and low fat-free mass index in children with cerebral palsy and proposed statistical models that improve this accuracy. Int J Obes. 43(1):82-90.

Wiedmann I., Grassi M., Duran I., Lavrador R., Alberg E., Daumer M., Schoenau E., Rittweger J. (2021). Accelerometric Gait Analysis Devices in Children—Will They Accept Them? Results From the AVAPed Study. Front. Pediatr. 10.3389/fped.2020.574443.

World Health Organization (1995). Physical status: the use and interpretation of anthropometry. Report of a WHO Expert Committee. World Health Organization technical report series. 854, 1–452.

7 Anhang

7.1 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: GMFCS-Stufen	16
Abbildung 2: Rekrutierung der Studiengruppe	33
Abbildung 3: Verteilung von Körperlänge, Gewicht und BMI.....	37
Abbildung 4: Korrelation von Alter zu Körperlänge bei der ersten Messung	38
Abbildung 5: Korrelation von Alter zu Gewicht bei der ersten Messung.....	38
Abbildung 6: Korrelation von Alter zu BMI bei der ersten Messung	39
Abbildung 7: Korrelation von Körperlänge und durchschnittlicher Kalorienaufnahme pro Tag vor Beginn des Trainings	40
Abbildung 8: Korrelation von Gewicht und durchschnittlicher Kalorienaufnahme pro Tag vor Beginn des Trainings.....	40
Abbildung 9: Korrelation von BMI und durchschnittlicher Kalorienaufnahme pro Tag vor Beginn des Trainings.....	41
Abbildung 10: Mittelwerte von Kalorienaufnahme nach Abweichung von der Nutricia-Empfehlung im Vergleich der ersten Messung zur zweiten Messung in Prozent in Bezug auf das GMFCS-Level.....	42
Abbildung 11: Korrelation der durchschnittlichen Kalorienaufnahme und des BMI Z-Wertes der Kinder und Jugendlichen mit GMFCS-Level I bis III, in Bezug gesetzt zur Nutricia-Ernährungsempfehlung von 15 kcal/cm Körperlänge	45
Abbildung 12: Korrelation der durchschnittlichen Kalorienaufnahme und des BMI Z-Wertes der Kinder und Jugendlichen mit GMFCS-Level IV bis V, in Bezug gesetzt zur Nutricia-Ernährungsempfehlung von 10 kcal/cm Körperlänge	46
Abbildung 13: Darstellung der durchschnittlichen Kalorienmenge pro Tag der 40 Kinder und Jugendlichen vor Trainingsbeginn und während des Trainings	47
Abbildung 14: Veränderungen der durchschnittlichen Kalorienaufnahme von der ersten Messung zur zweiten Messung	48
Abbildung 15: Mobilitätsabhängige Veränderung der durchschnittlichen Kalorienaufnahme während des Intensivtherapietrainings.....	49
Abbildung 16: Geschlechtsabhängige Veränderung der durchschnittlichen Kalorienaufnahme während des Intensivtherapietrainings.....	50
Abbildung 17: Korrelation von individueller Effektgröße und Kalorienaufnahme.....	53

7.2 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Ätiopathogenetische Zuordnung der CP- Unterformen.....	14
Tabelle 2: Demografien der Studienpopulation nach Geschlecht und GMFCS-Level	31
Tabelle 3: Mittelwerte der Kalorienaufnahme nach Abweichung von der Nutricia- Empfehlung im Vergleich der ersten Messung zur zweiten Messung in Prozent in Bezug auf das GMFCS-Level, sowie Anzahl der Studienteilnehmenden der jeweiligen GMFCS-Level	42
Tabelle 4: Vergleich der durchschnittlichen Kalorienaufnahme mit der Ernährungsempfehlung von Nutricia	44
Tabelle 5: Verteilung der Studienteilnehmenden nach individueller Effektgröße	52
Tabelle 6: Korrelation von individueller Effektgröße und Kalorienaufnahme bei den weiblichen Studienteilnehmenden	54
Tabelle 7: Korrelation von individueller Effektgröße und Kalorienaufnahme bei den männlichen Studienteilnehmenden	54
Tabelle 8: Korrelation von individueller Effektgröße und Kalorienaufnahme bei den Studienteilnehmenden mit GMFCS-Level I bis III.....	55
Tabelle 9: Korrelation von individueller Effektgröße und Kalorienaufnahme bei den Studienteilnehmenden mit GMFCS-Level IV und V	55
Tabelle 10: Vergleich von Kalorienaufnahme und individueller Effektgröße	57
Tabelle 11: Veränderung des Essverhaltens: subjektive Einschätzung durch die Erziehungsberechtigten der Studienteilnehmenden.....	58
Tabelle 12: Veränderung der Kalorienaufnahme aller Studienteilnehmenden	58
Tabelle 13: Vergleich der subjektiven Einschätzung mit der tatsächlichen Veränderung der Kalorienaufnahme	59

7.3 Ernährungsprotokoll

2. Ernährungsprotokoll

Name: _____

Geburtsdatum: _____

Größe: _____

Gewicht: _____

Telefonnummer: _____

Diagnose: _____



**UNIKLINIK
KÖLN**

Klinik und Poliklinik
für Kinder- und
Jugendmedizin

Kontakt:

UniReha GmbH

Zentrum für Kinderrehabilitation

Lindenburger Allee 44

50931 Köln

Telefon: 0221/ 47887627

Fax: 0221/ 47888696

Email: antinathielmann@me.com

Liebe Eltern,

vielen Dank, dass Sie an der Studie „Analyse der Ernährungssituation von Kindern und Jugendlichen mit Cerebralparese vor und während der Teilnahme am „Auf die Beine“-Therapiekonzept“ teilnehmen und sich die Zeit nehmen, die Ernährungsprotokolle für Ihr Kind auszufüllen. Wir möchten Sie bitten, dass Protokoll an drei aufeinander folgenden Tagen, inklusive eines Wochenendtages, auszufüllen. Bitte beachten Sie, dass Ernährungsanalyse nur dann aussagekräftig ist, wenn die Angaben vollständig, präzise und detailliert sind. Im Folgenden haben wir einige Tipps und Hinweise zur Protokollierung zusammengestellt, die Ihnen das Führen eines Ernährungsprotokolls erleichtern sollen.

- Versuchen Sie alle Mahlzeiten, Zwischenmahlzeiten, Süßigkeiten, Getränke usw. die Ihr Kind zu sich nimmt möglichst zum Zeitpunkt des Verzehrs und nicht erst später zu notieren. Wenn Ihr Kind eine Mahlzeit auslassen sollte, vermerken sie dies bitte im Protokoll.
- Versuchen Sie die genaue Bezeichnung des Lebensmittels mit Fett-, Kohlenhydrat- und Eiweißgehalt sowie das Gewicht in g oder ml (wie auf der Verpackung verzeichnet) anzugeben. Vermerken Sie auch alle Saucen, Füllungen und Extras, wie z.B. Schokofüllung, Bratensaft usw.
- Beschreiben Sie die Form der Speisenzubereitung, z.B. gegrillt, gekocht, gedünstet usw.
- Beschreiben Sie die Art des verzehrten Nahrungsmittels so genau wie möglich, z.B. Vollkornnudeln, Weizenweißmehl, Apfel frisch, Pfirsiche aus der Dose etc.
- Schreiben Sie den Markennamen des Produkts dazu, z.B. Iglo, Knorr etc.
- Beschreiben Sie auch Kekse, Kuchen oder Schnitten, z.B. Donauwelle, Butterkeks von Leibniz, Muffins mit Schokoladenstreuseln, Waffel mit Schokoladenfüllung etc.
- Benennen Sie Käse, z.B. Edamer 35%; Fisch, z.B. Fischstäbchen, Wurst, z.B. geräucherter Kochschinken und Fleisch, z.B. Schweinsschnitzel paniert.
- Für viele Nahrungsmittel, wie z.B. Öl, Zucker, Butter, Honig, Kakao, Marmelade etc. sind entsprechende Angaben in Haushaltsmaßen ausreichend. Geben Sie die Zahl der Teelöffel (TL) oder Esslöffel (EL) an und beschreiben Sie, ob diese halbvoll, gestrichen oder gehäuft waren.
- Bei allen verpackten Lebensmitteln steht das Gewicht auf der Packung, so dass die verzehrte Menge angegeben werden kann, z.B. 100 g gekochte Teigwaren, 70 g Fisch etc.
- Haben Sie keine Gewichtsangaben oder ist ein Abwiegen nicht möglich, suchen Sie Vergleichsgrößen, um die Portionsgröße zu beschreiben, z.B. handtellergroßes Wiener Schnitzel, hühnereigroße Kartoffel gekocht, tennisballgroßer Kürbis usw.

- Bitte vermerken Sie alles was Ihr Kind zu sich genommen hat, auch die „ungesunden“ und dennoch heißgeliebten Süßigkeiten, Softgetränke oder auch Curry Wurst und Pommes
- Falls Ihr Kind an einem Tag krank sein sollte (z.B. Durchfall, Übelkeit), wird es sich bestimmt nicht wie üblich ernähren. Lassen Sie bitte diesen Tag aus und protokollieren Sie am anderen Tag weiter. Dafür haben wir die Ersatztage ins Protokoll aufgenommen. Falls Ihr Kind mehrere Tage krank sein sollte, wären wir sehr dankbar, wenn Sie nochmals von neuem beginnen könnten.

Beispiel der Protokollierung

1.Tag	Menge	Lebensmittel/Getränke	Sonstiges
Datum: 12.06.16	(in ml, mg, g, TL; EL, Msp.)		(z.B. zuckerreduziert, Fruchtsaftkonzentrat, ohne Zusatz von....)

Frühstück:

200 ml Tee, mit einem TL Honig; 1 Scheibe Vollkornbrot (ca. 1 cm dick) mit 2 Scheiben Emmentaler 45% F. i. Tr. und 2 Msp. Butter.

Zwischenmahlzeit:

1 Becher (180 g) Fruchtyoghurt 3,2% Fett, ohne Zucker

Mittagessen:

200 mg Lasagne mit Rinderhackfleisch und Käse überbacken

250 ml Wasser, 200 ml Orangensaft (aus Konzentrat)

Wir danken Ihnen herzlich für Ihre Mitarbeit. Bitte wenden Sie sich bei Fragen jederzeit an uns. Unter folgender Emailadresse ist Frau Thielmann für Sie erreichbar:
antinathielmann@me.com

Mit herzlichen Grüßen

Ihr UniReha Team

Einschätzung des Essverhaltens der Studienteilnehmenden durch die Sorgeberechtigten:

Hat sich aus Ihrer Sicht das Essverhalten Ihres Kindes verändert?

Bitte kreuzen Sie an, was zutrifft:

- JA, das Essverhalten meines Kindes hat sich verändert.**

- Mein Kind isst insgesamt mehr.
- Mein Kind isst insgesamt weniger

- Die Lebensmittelzusammensetzung hat sich verändert
- Mein Kind isst mehr Fleisch/Fisch
- Mein Kind isst mehr Kohlenhydrate
- Mein Kind isst mehr Gemüse
- Mein Kind isst mehr Obst
- Mein Kind isst mehr Süßigkeiten
- Mein Kind trinkt mehr

- NEIN, das Essverhalten meines Kindes hat sich nicht verändert.**

Ernährungsprotokoll Tag 1

1.Tag Datum:	Menge (in ml, mg, g, TL; EL, Msp.)	Lebensmittel/Getränke	8 Sonstiges (z.B. zuckerreduziert, Fruchtsaftkonzentrat, ohne Zusatz von....)
-------------------------------	--	------------------------------	---

Frühstück:

Zwischenmahlzeit:

Mittagessen:

Zwischenmahlzeit:

Abendessen:

Ernährungsprotokoll Tag 2

2.Tag Datum:	Menge (in ml, mg, g, TL; EL, Msp.)	Lebensmittel/Getränke	Sonstiges (z.B. zuckerreduziert, Fruchtsaftkonzentrat, ohne Zusatz von....)
-------------------------------	--	------------------------------	---

Frühstück:

Zwischenmahlzeit:

Mittagessen:

Zwischenmahlzeit:

Abendessen:

Ernährungsprotokoll Tag 3

3.Tag Datum:	Menge (in ml, mg, g, TL; EL, Msp.)	Lebensmittel/Getränke	Sonstiges (z.B. zuckerreduziert, Fruchtsaftkonzentrat, ohne Zusatz von....)
-------------------------------	--	------------------------------	---

Frühstück:

Zwischenmahlzeit:

Mittagessen:

Zwischenmahlzeit:

Abendessen:

Ernährungsprotokoll Ersatztag

Datum:	Menge (in ml, mg, g, TL; EL, Msp.)	Lebensmittel/Getränke	Sonstiges (z.B. zuckerreduziert, Fruchtsaftkonzentrat, ohne Zusatz von....)
---------------	--	------------------------------	---

Frühstück:

Zwischenmahlzeit:

Mittagessen:

Zwischenmahlzeit:

Abendessen:

Ernährungsprotokoll Ersatztag

Datum:	Menge (in ml, mg, g, TL; EL, Msp.)	Lebensmittel/Getränke	Sonstiges (z.B. zuckerreduziert, Fruchtsaftkonzentrat, ohne Zusatz von....)
---------------	--	------------------------------	---

Frühstück:

Zwischenmahlzeit:

Mittagessen:

Zwischenmahlzeit:

Abendessen:

Ernährungsprotokoll Ersatztag

Datum:	Menge (in ml, mg, g, TL; EL, Msp.)	Lebensmittel/Getränke	Sonstiges (z.B. zuckerreduziert, Fruchtsaftkonzentrat, ohne Zusatz von....)
---------------	--	------------------------------	---

Frühstück:

Zwischenmahlzeit:

Mittagessen:

Zwischenmahlzeit:

Abendessen:

Notizen: