

Medizinische Fakultät der Universität Basel
Advanced Studies

MAS IN FUNCTIONAL KINETIC SCIENCE MFKSc

**Kann ein Kreiseltraining zur Steigerung der
Ausdauerfähigkeit beim Gehen bei Patienten mit
Proximaler Myotoner Myopathie (PROMM 2)
eingesetzt werden?**

Betreuer: Prof. Dr. med. Niklaus F. Friederich

Name des Verfassers: Heike Hanemann

Adresse, Tel.-Nr.: Str. der Freundschaft 40, 39307 Dretzel
0178/2074175

Studiengangleitung: Prof. Dr. med. Niklaus F. Friederich
Facharzt FMH Orthopädische Chirurgie und
Traumatologie des Bewegungsapparates
Sportmedizin SGSM

Andreas M. Bertram
Dipl. Physiotherapeut
Master of Sports Physiotherapy
Certified Instructor Functional Kinetic (CIFK)

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis

Zusammenfassung / Abstract.....	1
1. Teil – Thema und Ausgangslage.....	3
1.1 Einleitung.....	3
1.1.1 Ziel der Studie.....	4
1.1.2 Das Krankheitsbild der Muskeldystrophien.....	5
1.1.3 Die Geschichte der Krankheit.....	6
1.1.4 Die Genetik und Charakteristika der Diagnose.....	7
1.1.5 Allgemeine ärztliche und therapeutische Behandlungsansätze für diese Diagnose.....	9
1.2 Material und Methode.....	10
1.2.1 Studiendesign.....	10
1.2.2 Beschreibung des Übungsgerätes : Der Bertram-Kreisel.....	10
1.2.3 FBL-Status der Patientin.....	11
1.2.4 Angewandte Testverfahren und ihre wissenschaftliche Bedeutung.....	16
1.2.4.1 Der Timed-up-and- go Test.....	16
1.2.4.2 Der 6- Minuten-Gehtest.....	17
1.2.4.3 Das Pulsoxymeter.....	20
1.2.4.4 Die Borg-Skala.....	20
2. Teil: Der Bertram Kreisel in Anwendung und Wirkung.....	23
2.1 Die grundlegenden Voraussetzungen für das Training mit dem Kreisel.....	23
2.1.1 Bedeutung und Aufbau der Sensorik.....	23
2.1.2 Bedeutung der Interaktion zwischen Koordination und Gleichgewicht im motorischen Lernen.....	24
2.2 Der Kreisel in Anwendung und Wirkung.....	30
2.3 Das Fallbeispiel und der Verlauf der Interventionen.....	32

3.	Teil – Ergebnisse der Studie.....	61
3.1	Messungen und Resultate.....	61
3.1.1	Diagramme und Auswertung der Testergebnisse des Timed-up-and-go-Test.....	61
3.1.2	Diagramme und Auswertung der Testergebnisse des 6-Minuten-Gehtest ...	64
3.2	Zusammengefasste Auswertung der messbaren Ergebnisse.....	68
3.3	Subjektive Wahrnehmung des Therapieergebnisses durch die Patientin.....	69
3.4	Diskussion.....	70
3.5	Ausblick.....	72
4.	Teil – Verzeichnisse und Anlagen	
I.	Literaturverzeichnis.....	73
II.	Abbildungsverzeichnis.....	7
		8
	III.	
	Tabellenverzeichnis.....	8
1	IV.	
	Einverständniserklärung der	
	Probandin.....	82
V.	Nutzungsvereinbarung für die Sporthalle.....	83
VI.	Danksagung.....	84
VII.	Eidesstattliche Erklärung.....	85

Abkürzungsverzeichnis

ADL	Anforderungen des täglichen Lebens
AV-Knoten	Atrioventrikulationsknoten
Beh.	Behandlung
BWS	Brustwirbelsäule
CTÜ	Cerviko-thorakaler-Übergang
DM 1	Dystrophe Myopathie 1
DM 2	Dystrophe Myopathie 2
ebd.	eben der
EEG	Elektroenzephalogramm
EMG	Elektromyographie

EXT	externer Focus
FBL	Funktionelle Bewegungslehre
HF	Herzfrequenz
HGL	Hüftgelenk
HWS	Halswirbelsäule
IHF	Internationale Handballförderung
ISG	Ilio-Sacral-Gelenk
KGL	Kniegelenk
KA	Körperabschnitt
KLA	Körperlängsachse
LBH-Region	Lenden-Becken-Hüftregion
LWS	Lendenwirbel
MRT	Magnetresonanztomographie
O ² -Sättigung	Sauerstoff-Sättigung
PROMM	Proximale Myotone Myopathie
TH-L-Übergang	Thorako-lumbaler-Übergang
USF	Unterstützungsfläche
WHO	World Health Organization
WS	Wirbelsäule
ZNS	zentrales Nervensystem

Zusammenfassung

Die neuromuskuläre Erkrankung, Proximale Myotone Myopathie (PROMM 2) ist selten. Da die Diagnosestellung nur durch aufwendige Genuntersuchungen gestellt werden kann, ist die Erkennung dieser Erkrankung schwierig. In abgeschwächter Form wird sie meist als allgemeiner „altersbedingter“ Abbau der Muskulatur wahrgenommen. Die Beeinträchtigungen der Leistungsfähigkeit der Herztätigkeit, in Form von Rhythmusstörungen und des Kataraktes der Augen sind für die betroffenen Patienten schneller wahrnehmbar, als die Abnahme der Muskulatur in der Extremitätenmuskulatur. Es gibt zwar wesentliche Fortschritte in der molekulargenetischen Therapieforschung, aber noch keine kausalen Behandlungsmöglichkeiten. Studien zur physiotherapeutischen Behandlung und zum Training bzw. einer Rehabilitation, wurden nur an kleinen Patientengruppen dokumentiert. In dieser Einzelfallstudie wurde untersucht, ob der Bertram-Kreisel, durch seine Eigenschaften, welche ein intensives sensomotorisches Gleichgewichtstraining ermöglichen, die Ausdauerfähigkeit von Betroffenen, besonders beim Gehen einer Strecke, verbessern kann. Dabei wurden unter Zuhilfenahme dieses Holzkreisels Gleichgewichtsübungen instruiert, um die motorischen Einheiten anzusprechen und die betroffene Muskulatur zu trainieren. Zur Dokumentation und zum Vergleich wurden zwei standardisierte Ergebnis- und Kontrollmessungen aus der Physiotherapiepraxis verwendet, die Ergebnisse wurden verglichen und bewertet. Zusätzlich wurde der FBL-Status, ein Eingangsbefund für die Patientin, erhoben.

Schlüsselwörter

Neuromuskuläre Erkrankung (PROMM2), Kreiseltraining, Sensomotorische Koordination, Gleichgewicht, motorisches Lernen, externer Focus

Summary

The neuromuscular disease Proximal Myotonic Myopathy (PROMM 2) is rare. Since the diagnosis can be made only by complicated genetic screening, the detection of this disease is difficult. In diluted form, it is usually perceived as a general "age-related" loss of muscle. The impairment of the performance of the cardiac activity in form of arrhythmia as well as the cataract are more quickly perceptible for the affected patients than the weakening of the limb musculature.

There are significant advances in molecular genetic therapy research, but no causal treatment options. Respectively Studies on physiotherapy treatment as well as training and rehabilitation have been documented only in small groups of patients.

In this case study it is to investigate, whether the Bertram-Kreisel, which enable an intensive sensorimotoric balance can improve the endurance of those affected, especially when walking a distance.

Using this wood spinning top, balance exercises were instructed on this to address the motor units and the affected muscles.

For documenting and comparing two standardized results and control measurements of the physiotherapy practice were used, the results were compared and evaluated.

In addition, the FBL-Status, an initial findings for the patient, was collected.

Keywords

neuromuscular disease (PROMM2), spinning top training, sensomotoric coordination, steady state, motoric learning, external focus

DER WEG IST DAS ZIEL

Konfuzius (551-479 v. Chr.)

Kann ein Kreiseltraining zur Steigerung der Ausdauerfähigkeit beim Gehen bei Patienten mit Proximaler Myotoner Myopathie (PROMM 2) eingesetzt werden?

1.1 Einleitung

Basierend auf den bisherigen medizinischen Erkenntnissen, zeigt sich die Proximale Myotone Myopathie 2 (PROMM2) in einem außerordentlichen wechselhaften Erscheinungsbild. Wie von Harper (2002) dargestellt, gibt es die verschiedensten Grade der Ausprägung von Symptomen und deren erstes Auftreten in den unterschiedlichsten Altersgruppen. Durch das breitgefächerte Erscheinungsbild dieser Erkrankung und ihrer vielen Varianten, ist es für die Ärzte, Patienten und Angehörigen schwer zu erkennen, inwieweit jemand davon betroffen ist und mit welcher Ausprägung ihn diese Krankheit trifft.

Wie dort von Harper beschrieben, kommt es durch die Proximale Myotone Myopathie (PROMM 2) zum Abbau rumpfnaher Muskulatur und der Schädigung von Organsystemen, wie beispielsweise dem Herz- Kreislauf-System.

Bei der in der Studie behandelten Patientin, wurde in der Diagnose die PROMM 2 typische Reduzierung der Herzfähigkeit auf 35%, sowie eine belastungsbedingte Atemnot diagnostiziert, wodurch die Patientin noch weiter in ihrer Ausdauer- und Belastungsfähigkeit eingeschränkt war.

Diese Erkrankung, die durch einen genetischen Defekt ausbricht, bedeutete für die Patientin mehrere große Einschnitte in ihrem täglichen Leben. Bereits das Zurücklegen des Weges von ihrem Haus zur Behandlung gestaltete sich schwierig. Ihr Wunsch war es, diese Strecke ohne Hilfe von anderen Personen oder anderen Hilfsmitteln, zurücklegen zu können. Sie wollte einen Teil ihrer Selbstständigkeit und Unabhängigkeit wieder erlangen.

Im Rahmen des Studienganges MAS in Functional Kinetic Science, an der Universität Basel, wurde der Bertram-Kreisel als Trainings- und Übungsgerät vorgestellt. In Anleitung mehrerer Trainingssequenzen mit dem Kreisel, trat die besondere Beanspruchung an Kraft und Koordination in den Fokus. Für den Erhalt der Gleichgewichtsfähigkeit werden sowohl die neurologische Ansteuerung als auch das gesamte Muskelsystem gefordert. Die Übungsverläufe mit dem neuen Gerät und seinen speziellen Trainingseinheiten, erwiesen sich in ihrer Form als komplex und fordernd auf die Muskulatur.

Auf der Grundlage dieser persönlichen Erfahrung entstand die Hypothese, dass die durch PROMM 2 verursachten muskulären Defizite mit Hilfe des Bertram-Kreisels, verlangsamt werden könnten.

Eine Patientin mit PROMM 2 wurde bereits mehrere Jahre durch meine Person im Praxisumfeld behandelt. Bis dato wurden alle zur Verfügung stehenden physiotherapeutischen Mittel, wie Manuelle Therapie, allgemeine Krankengymnastik, Massage und viele andere Behandlungstechniken bereits über mehrere Jahre hinweg angewendet. Diese Therapiemaßnahmen zeigten jedoch keinen positiven Effekt auf die Leistungsfähigkeit, welche sich trotz der angewandten Behandlungsmethoden weiter verschlechterte. Aufgrund dieser Progression wurde das Training mit dem Bertram-Kreisel als gezielte Behandlungsmethode ausgewählt, um die durch PROMM 2 entstandenen Defizite auszugleichen und zu mindern. Die bewusste Wahl dieses Kreisels als Trainingsgerät und Thema der Studie begründet sich auf die Trainingsmethoden und den Eigenschaften des Kreisels, welche sich aus persönlicher Sicht besonders zum Training mit der Patientin eignen.

Zudem initiiert der Kreisel einen spielerischen Effekt beim Patienten. Im Fall der Patientin war ihr Bewegungssystem vor eine neue, fast unmögliche, sensomotorische Aufgaben gestellt, dennoch empfand Sie die das Training mit dem Bertram Kreisel als „anstrengenden Spaß“. Die in der Therapie angewandten Testverfahren und deren Abläufe waren ihr unbekannt.

1.1.1 Ziel der Studie

Ziel ist es, eine Steigerung der von der Patientin frei zurücklegbaren Wegstrecke zu erreichen, ohne das Herz-Kreislauf-System überzubelasten oder noch weiter negativ zu beeinflussen.

Kann man durch dieses intensive, intramuskuläre Koordinations- und Kraftausdauertraining mit dem Kreisel den Abbau der Muskulatur einerseits zu verlangsamen und das Bewegungsverhalten der Patientin andererseits wieder ökonomischer und näher an der hypothetischen Norm (Suppé 2007) gestalten?

1.1.2 Das Krankheitsbild der Muskeldystrophien

„ Unter dem Überbegriff *Muskeldystrophien* wird eine klinisch und pathogenetisch heterogene Gruppe von Myopathien zusammengefasst, bei denen es zu einer progredienten, genetisch determinierten, primären Degeneration von Muskelfasern kommt.“

(Zierz, Eger 2014:108)

Laut Keller 2010 bestehen bei Myotonien Gendefekte, die die Muskelfasermembran verändern. Durch diese Defekte kommt es nicht zur normalen Muskelkontraktion und auch eine Erschlaffung nicht möglich. Dies führt zu einer abnormen Verlängerung der Muskelkontraktionszeit nach dem Reiz. Die Gendefekte bei den Myopathien zeigen sich mit Veränderungen im Membransystem, sichtbar an der Beeinträchtigung der Funktion von Chlorid- und Natriumkanälen. Bei dieser Diagnose kommt es in der betroffenen Muskulatur zu einer Hypertrophie bestimmter Muskelgruppen, aber auch gleichzeitig zu Atrophien in anderen Muskeln im selben Körperabschnitt. Bei einer Muskelbiopsie werden mikroskopische myopathologische Veränderungen in der betroffenen Muskulatur festgestellt (siehe Abb.1).

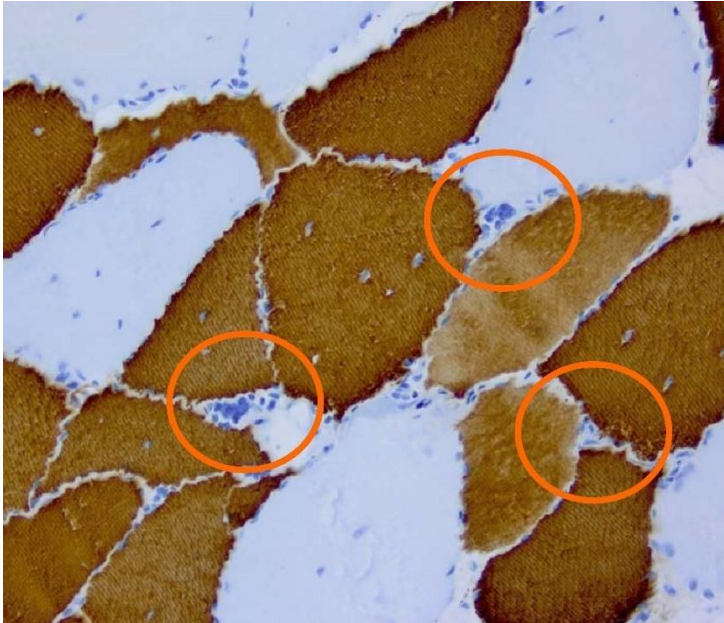


Abb.1: Muskelbiopsie bei Myotoner Dystrophie Typ 2 mit Gruppen hochgradig atropher Typ-II-Fasern (hervorgehoben), die in der immunhistochemischen Färbung für Typ-1-Myosin („slow myosin“, hier braun) ungefärbt bleiben.

Histopatologie of Myotonic Dystrophie Typ 2 <https://commons.wikipedia.org/wiki/file:DM2Histopatologie.jpg>

Wie in der Arbeit von Keller beschrieben, steht bei dieser Erkrankung der Befall der Muskulatur im Vordergrund. Es gehen einzelne Muskelfasern zu Grunde, aber es liegt dabei keine Nervenschädigung vor. Die Gesamtzahl der motorischen Einheiten im Muskel bleibt konstant, nur die zum Aktionspotenzial einer motorischen Einheit beitragenden Muskelfasern werden geringer. Dadurch nehmen die Amplitude und die Dauer der motorischen Einheiten ab. Bei diesen Myopathien versucht der Körper mehr motorische Einheiten zu rekrutieren, um den gleichen Kraftzuwachs zu erreichen, aber die zu rekrutierenden Muskelfasern haben abgenommen. Durch die Zerstörung der Muskelzellen stehen die motorischen Einheiten nicht mehr zu Verfügung.

1.1.3 Die Geschichte der Krankheit

Diese Erkrankung kam erst zum Ende des 19. Jahrhunderts zu einer eigenständigen Klassifizierung und zu einer klaren Beschreibung.

Der deutsche Neurologe Wilhelm Erb definierte 1881 und 1884 den Begriff der progressiven Muskelatrophie. Er unterteilte sie in zwei Hauptgruppen von Dystrophien. In die *dystrophia muscularis progressiva infantum* (DM1) und in die *dystrophia muscularis juvenum et adultorum* (DM2).

1909 kam es durch Steinert in Deutschland und Batten/Gibb in England zu einer klaren Beschreibung der Krankheitsform. Aber erst im Jahr 1992 wurde der, laut Harper (2002),

für das Krankheitsbild, spezifische Gendefekt identifiziert. Die Entdeckung des zweiten Gens erfolgte in 2001.

In dem Buch „Muskelerkrankungen“ beschreibt Ziers (2014), dass die Unterschiede zwischen Muskeldystrophien und Myopathien heute anhand der vorliegenden Protein- und Gendefekte diagnostiziert werden.

Wie 2012 von Ostholt-Corsten und Schröter dargelegt verabschiedete die WHO 2001 eine gültige „Internationale Klassifikation“ der Funktionsfähigkeit, Behinderung und Gesundheit für Patienten mit diesen Diagnosen. Durch diese Einteilung wird die Beeinträchtigung einer Person in ihrem gesamten Leben und der einfließenden Faktoren dargestellt. In diesem Model wird die Symptomatik der Erkrankung, die Folgen für die Bewältigung des Alltags und die Teilnahme am sozialen Leben erfasst.

Dr. Ricker (1994) erforschte die Muskelerkrankungen dieses Typs Anfang des zwanzigsten Jahrhunderts. Die Diagnose ist schwierig, was sich daran zeigt, dass erst 1994 die PROMM 2 (DM2= *dystrophia myotonica* Typ-2) entdeckt wurde. Erst in diesem Jahr grenzten der Neurologe Kenneth Ricker und die Humangenetikerin Manuela Koch diese Erkrankung von der anderen Myotonen Dystrophie, benannt von Cutschmann/Steinert (DM1=*dystrophia myotonica* Typ-1), ab. Der Unterschied bei diesen beiden Erkrankungen zeigt sich in einigen Symptomen und dem ausschlaggebenden Gendefekt.

Ein Blick auf die Zahlen aus der Studie von Finsterer und Rudnik-Schöneborn (2015) zeigt, wieviel Menschen allein von den beiden Krankheitsbildern DM1 und DM2 betroffen sind und gibt erstmals einen Überblick, um wie viele Patienten es sich handelt. Auf 10.000 bis 20.000 Patienten wird ein Fall von einer der beiden Erkrankungen diagnostiziert. Aufgrund der schwierigen, langwierigen und kostenintensiven Diagnose liegt die Dunkelziffer weitaus höher. 2012 belegten Udd/Kade, dass die DM2 häufig in Ost- und Nordeuropa, besonders in Deutschland und Polen, aber weniger bzw. kaum in Asien und Afrika diagnostiziert wird.

1.1.4 Die Genetik und Charakteristika der Diagnose

Nach Auffassung von Finsterer und Rudnik-Schöneborn (2015) ist die Ursache dieser Erkrankung eine genetische Veränderung, bei der RNA-bindende Proteine frei werden und zu einer veränderten Proteinexpression über alternatives Spleißen von nachgeordneten Genen führen (siehe Tabelle 1).

Die ersten Veränderungen bei Patienten mit dieser Diagnose treten im mittleren Erwachsenenalter, durchschnittlich ab dem 40. Lebensjahr auf. Es gibt aber Einzelfälle,

bei denen Symptome schon in der ersten und zweiten Lebensdekade diagnostiziert werden. Es handelt sich eine progrediente Myopathie mit Multiorganbeteiligung.

Johnson und Heatwole (2003) stellten bei Untersuchungen fest, dass bei der PROMM 2 die muskulären Schwächen rumpfnah verteilt sind. Diese Muskelschwäche und die begleitende Muskelatrophie betreffen die Hüftflexoren, die *Mm.quadrizeps*, die *Mm.trizeps brachii* oder/und die *Mm.deltoideii* auf beiden Seiten, welche aber häufig asymmetrisch ausgeprägt sind. Bei manchen Patienten zeigt sich eine deutliche Hypertrophie der *Mm.gastrocnemii*. Die mimische und temporale Muskulatur ist bei dieser Form der Myopathie nicht so häufig betroffen, wie bei der DM1-Diagnose.

Ricker et. al. beschreiben schon 1994 und 1995 die Symptomatik in diesen Muskelgruppen genauer. Die Betroffenen mit der Diagnose PROMM 2 haben große Mühe beim Treppensteigen, beim Aufstehen aus der Hocke und bei Arbeiten über Schulterhöhe. Mit diesen Defiziten gehen Muskelschmerzen einher. Die der Arbeit von Johnson und Heatwole (2003) wird bestätigt, dass die Myotonie, wie bei der PROMM2 hingegen, ist meist gering ausgeprägt, klinisch und elektromyographisch schwerer nachzuweisen ist.

Wie von Suokas et.al. (2003) beschrieben, verbessern sich diese Myalgien durch gezieltes Bewegen. Sie sind bei zwei Dritteln, behandlungsbedürftig.

Laut Ricker et. al. (1995) treten diese Myalgien meist in Ruhe auf und sind weniger bei muskulärer Aktivität zu beobachten. Dieser Schmerz verteilt sich meist im Bereich der Oberschenkel-, Waden-, Rücken-, Oberarm- und Unterarmmuskulatur, einhergehend mit starker Drucktoleranz und Klopfeschmerzhaftigkeit.

Weitere Studien aus dem Jahr 1998 von Ricker, Moxley und Udd ergaben, dass nicht nur die Bewegungs- und Kraftdefizite für diese Patienten einschränkend sind, sondern auch die Einschränkungen bei der Belastungsfähigkeit des kardialen Systems. Bei der PROMM 2 kommt es vermehrt zu Herzrhythmusstörungen und AV-Blockierungen in den unterschiedlichsten Ausprägungen. Gelegentlich werden die Betroffenen mit einem Herzschrittmacher versorgt.

Die erwähnte Studie von Finsterer und Rudnik-Schöneborn beschreibt außer den genetischen Veränderungen, noch einige andere Symptome bei dieser Diagnose, z.B. der Myotone Katarakt, endokrine Störungen, Schlafstörungen, rasche Ermüdbarkeit und exzessive Tagesmüdigkeit. Die nachfolgende Tabelle enthält die von Finsterer und Rudnik-Schöneborn zusammengetragenen Parameter der PROMM 2, welche die durch die Erkrankung ursächlich betroffenen Gene und die Veränderungen, in den Organsystemen und in der betroffenen Muskulatur beim Patienten, benennen.

Parameter	DM2	Parameter	DM2
Inzidenz [78]	1:10 000 – 1:20 000	Stirnglatze	Selten
Genotyp		Paresen	Proximal
Mutiertes Gen	CNBP/ZNF9	Wadenhypertrophie	Vereinzelt
Locus	3q21.3	Tremor	Vereinzelt
Verlängertes Repeat	CCTG	Hypersomnie	Selten
Abnorme Repeat-Anzahl	75 – 11 000	Kognitive Einschränkungen	Selten
Prämutation	30 – 55	Kongenitale Form	Nein
Antizipation	Nein	Lebenserwartung	Normal
Lokalisation der Expansion	Intron 1	<i>Muskelhistologie</i>	
Erkrankungsmodifizierendes Gen	CICN1	Muskelfaseratrophie	Typ-2-Fasern
Phänotyp		Internalisierte Kerne	Meist nur in Typ-2-Fasern
Beginn	Mittleres Erwachsenenalter	„Nuclear clump fibers“	Bereits subklinisch
Myotonie	Weniger häufig	Sarkoplasmatische Massen	Selten

Tab.1: Auszug aus der Tabelle: Charakteristika der DM 2 (PROMM 2), (Myotone Dystrophien: Klinik, Pathogenese, Diagnostik und Therapie, Finsterer, Rudnik-Schöneborn 2015:10)

1.1.5 Allgemeine ärztliche und therapeutische Behandlungsansätze für die Diagnose PROMM 2

Nach den Erkenntnissen der Deutschen Gesellschaft für Muskelkranke e.V. aus dem Jahr 2010, beschrieben von Kress/Schosser ist eine ärztliche, medikamentöse oder Gentherapie bei PROMM2 bisher nicht möglich. Dem Abbau der Muskulatur kann nur mit Physiotherapie entgegen gewirkt werden. Bei Schmerzen erfolgt die Gabe von Analgetika. Die Schmerzen und die rasche Ermüdbarkeit können die Lebensqualität deutlich reduzieren.

Ein Großteil der Patienten mit diesen chronisch progredienten neuromuskulären Erkrankungen werden mit allen Mitteln in Physiotherapiepraxen, durch Krafttraining mit und ohne Widerstand, Manueller Therapie, Massage und Gangschule, behandelt. Der Therapieplan vieler Patienten beinhaltet auch umfassende Maßnahmen in der Ergotherapie und eine logopädische Betreuung. In vielen Rehabilitationseinrichtungen werden die Patienten ausschließlich in Einzel- und Gruppentherapie betreut. Für Patienten mit der Diagnose PROMM 2 wurde noch keine spezielle krankheitsangepasste Therapie entwickelt.

1.2 Material und Methode

1.2.1 Studiendesign

Diese Studie über eine mögliche Verbesserung der Ausdauerleistung bei der Diagnose PROMM 2 ist eine retrospektive Einzelfallstudie. Es handelt sich, um eine Pilotstudie im Time Series Design. Am Anfang standen die Messungen, darauffolgend die erste Behandlungsserie. Es folgte die Zwischenmessung für alle Testverfahren. Abschließend eine zweite Behandlungsserie, mit einer Abschlussmessung. Eine Behandlungsserie umfasste zehn Behandlungen innerhalb von fünf Wochen. Messwerte wurden ständig unter Zuhilfenahme des Oxymeters dokumentiert. Es wurden bei allen Tests und während der gesamten Behandlungszeit die Werte der Sauerstoffsättigung und der Herzfrequenz gemessen. Die Patientin wurde zweimal wöchentlich, in einer zwanzigminütigen Therapieeinheit, in der Praxis behandelt. Hierbei kam ausschließlich der Bertramkreisel zum Einsatz. Sie bekam kein zusätzliches spezifisches Hausübungsprogramm.

1.2.2 Beschreibung des Übungsgerätes: Der Bertram-Kreisel

Dieser Kreisel, bestehend aus Holz, mit einem Kugelsegment als abstützende Fläche, fordert Patienten auf seine ganz eigene Weise bei der Krankengymnastik. Er hat drei Zentimeter vom Rand eine sogenannte „Murmelrille“, in der Murmeln aus verschiedensten Materialien rollen können. Die äußere Kreiselfläche hat einen Durchmesser von 60 Zentimetern, die Standfläche innerhalb der „Murmelrille“ beträgt 51 Zentimeter. Zudem besitzt der Kreisel zwei Unterstützungsflächen. Die primäre (physikalische) ist der Kreisel-Boden-Kontakt (siehe Abb. 2) und die sekundäre Unterstützungsfläche (USF) beschreibt den Kreisel-Körper-Kontakt. Wenn, wie von Suppé (2007) beschrieben, diese zweite USF durch Veränderung der Fußstellung z.B. verkleinert wird, muss der Körper sein Gewicht über diese Fläche neu verteilen. Die daraus resultierende Gleichgewichtsreaktion verändert die Muskelaktivitäten (vgl. ebd. 2007).

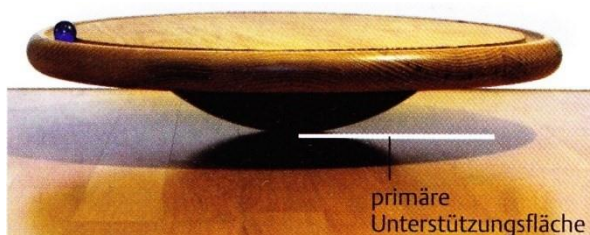


Abb. 2: Zeichnung zu den beiden Unterstützungsflächen

Quelle: *Sensomotorische Koordination Bertram/Laube 2008:3*

Durch seine Beschaffenheit ist der Bertram-Kreisel für ein anspruchsvolles Koordinations- und Gleichgewichtstraining unumgänglich und ist daher als Übungsgerät in einer komplexen Therapie nicht mehr wegzudenken. Die differenzierten Gleichgewichtsreaktionen werden durch seine besondere Bauweise mit der kleinen Unterstützungsfläche und den sich permanent verändernden Lastarmen erzeugt.

1.2.3 FBL-Status der Patientin

Eingangsbefund, allgemein:

Name: R. Vorname: Margit Jahrgang: 39

Datum: 06.03.2015

Diagnose:

- Proximale Myotone Myopathie (PROMM 2)

Verordnung:

- 10 x Krankengymnastik 2 x wöchentlich

Anamnese:

- 1990 Beginn der Symptome: Muskelschmerzen in der LBH-Region, Kraftlosigkeit in den Beinen, keine Ausdauerfähigkeit beim Gehen längerer Strecken
- 2000 zunehmende Luftnot, leichte Herzrhythmusstörungen, LWS-Schmerz erhöht sich, kommt in Intervallen, belastungsabhängig
- 2001 1. MRT, leichte Steilstellung der LWS, Osteochondrose, auffallend hochgradige, seitengleiche, fettige Athropie der *Mm.iliocostalis*, teilweise *Mm.longissimus dorsi*, Befund schließt eine Systemerkrankung nicht aus CK-Wert erhöht (CK=Creatinkinase); Patientin hatte leichten Myokardinfarkt
- 2002 Muskelbiopsie des *M.deltoideus*, deutliche myopathische Veränderung, aber genaue Einordnung noch offen; weitere Diagnose: arterielle Hypertonie; weiter Schwere und Schwäche in den Beinen, durch diskrete Parese der Hüftbeuger und Hüftextensoren; Aufrichtung aus Hocke nicht mehr möglich, aber erst 2013 wird eine bds. Atrophie der *Mm.quadrizeps* diagnostiziert, Armbewegung nur noch bis 90° Anteversion, proximale Paresen

- 2004 proximale Schwäche der Muskulatur im Gliedergürtelbereich, „watschelndes Gangbild“, Ausprägung des Kateraktes
- bis 2009 keine neuen Gesichtspunkte, Behandlung mit Physiotherapie
- 2010 „Anlaufsteifigkeit“, nimmt zu, Hackengang deutlich erschwert, die Gehfähigkeit (Streckenlänge) nimmt weiter ab
- 2013 MRT untere Extremität, proximale Oberschenkel asymmetrische Verhältnisse, mit rechtsbetonter Atrophie *vastus lat.* und *med.*, alle OS-Flexoren symmetrisch atrophiert; Atrophie der *Mm. soleus*, links betont; symmetrische Atrophie *Mm. gastrocnemius caput med.*
- 2014 Verdacht auf Muskeldystrophie PROMM 2 (DM2), aber keine eindeutige Zuordnung, da kein vollständiger genetischer Befund; Linksherzinsuffizienz, Kardiomyopathie □
2015 dilatative Kardiomyopathie

Die Patientin klagt bei der Aufnahme des Erstbefundes über ausgeprägte, schon länger anhaltende Rückenschmerzen im Bereich der Lendenwirbelsäule in Ruhestellung, besonders nachts, die sich bei kontrollierter Bewegung verbessern. Im Bereich der Oberschenkel- und Wadenmuskulatur (*M. quadrizeps* und *M. gastrocnemius* bds.) steigert sich das Schmerzempfinden nach längerer Belastung. Diese Steigerung führt dazu, dass die Patientin nicht lange stehen und ohne Hilfe, nicht weit gehen kann. Das Gangbild der Patientin wirkt schwankend und unsicher. Die Patientin ist schnell an der Ermüdungsgrenze und der Gang ist unökonomisch und läuft nicht mehr reaktiv ab. Auch die Ausdauerfähigkeit des Herz-Kreislauf-Systems ist durch die Diagnose eingeschränkt. Es kommt zu Luftnot und belastungsbedingten Schwindel bei längerer Belastung. Diese Einschränkungen sind aber auch Tagesform abhängig.

Beruf:

- Rentner (vorher Köchin)

Sport:

- keinen

Hobbys:

- Basteln, Stricken

Therapie:

- bisher: Krankengymnastik, Massage, Fango, Ultraschall

Konstitution:

- + Oberschenkelänge, + Oberlänge
- - sagittotransversalen Brustkorbdurchmesser

Statik von vorn:

- + Divergenz der funktionellen Fußlängsachse li>re
- + Valgusstellung der KGL
- + Medialrotation der Femurkondylen li > re

Statik von der Seite:

- Längswölbung bds.
 - + Fersenbelastung bds.
 - + Drehpunktverschiebung der KGL nach ventral
 - + Drehpunktverschiebung der HGL nach dorsal
- BWS Kyphose
- Translation des Kopfes nach ventral

tastbar:

- Erhöhung des Muskeltonus im Bereich des unteren *M. erector spinae* bds. und der *Mm. gastrocnemii*

Beweglichkeit

- HWS Lateralflexion li eingeschränkt, HWS Rotation li einschränkt
- BWS Lateralflexion bds. und Rotation bds. eingeschränkt □
LWS Rotation bds. eingeschränkt

Bückverhalten:

- Durch den Kraftverlust in der OS-Muskulatur kann sich die Patientin nur mit Abstützen der Arme auf dem Oberschenkel bücken, aber die lumbosacrale Verankerung für einen kurzen Moment aufrecht erhalten (horizontaler Bücktyp).

Ganganalyse: Einteilung nach den 8 Gangkriterien nach Klein-Vogelbach,
(Suppé2007)

□ **Vorwärtstransport der KA Brustkorb und Kopf**

Der KA Kopf und der KA Brustkorb stehen beim Vorwärtstransport nicht in der KLA, die WS befindet sich nicht in der Nullstellung. Der Kopf ist nach ventral translatiert. Der Brustkorb neigt sich nach rechts und nach links. Er kann nicht mehr aktiv dynamisch stabilisiert werden.

□ **Gangtempo**

Das Gangtempo ist verringert und liegt bei 100 Schritten pro Minute. Es gibt eine verkürzte Standbeinphase rechts. Die Bewegung verläuft arrhythmisch.

□ **Gehbewegungen der KA Becken und Beine**

Im Bereich des KA Becken liegt eine deutliche Rotationseinschränkung zu beiden Seiten vor. Der KA Becken kann in der unteren Brustwirbelsäule nicht ausreichend rotieren und dreht sich in die gleiche Richtung, wie der Brustkorb. In der Standbeinphase rechts neigt sich der Brustkorb zur Standbeinseite. Es kommt zur Kompensation durch die Zirkumduktion des Spielbeins links und die Einstellung der KLA am Ende der Standbeinphase kann nicht mehr aufrecht gehalten werden. Die Standbeinphase rechts kann hüfttensorisch nicht so lang gehalten werden wie die Standbeinphase auf der linken Seite.

□ **Einstellung der Beuge-Streck-Achsen des Standbeins und Abrollweg**

Das Abrollen über die Inversion- und Eversionsachse. Dadurch wird die Längswölbung zerstört und die Beuge- und Streckachse befindet sich nicht mehr rechtwinklig zur Fortbewegungsrichtung.

- **Spurbreite**

Die Patientin hat eine vergrößerte Spurbreite.

- **Schrittlänge**

Es liegt eine deutlich verkürzte Schrittlänge vor.

□ **Erhaltung der vertikal stehenden Körperlängsachse (KLA)**

Die KLA kann während des Vorwärtstransportes der Körperabschnitte nicht aufrecht gehalten werden. Bei längerer Belastung kommt es zu einer leichten Drehpunktverschiebung im HGL nach dorsal.

□ KA Arme

Das Tempo, des gegenläufigen Armschwunges ist auf beiden Seiten durch das geringe Gangtempo verändert.

Funktionelles Problem:

Die Patientin kann aufgrund der diagnosebedingten, muskulären Defizite in der rumpfnahen Muskulatur, ihre Körperlängsachse (KLA) weder im Stand, noch während der Fortbewegung, dauerhaft vertikal einordnen. Durch die fortlaufende Zerstörung der KLA kann diese, nicht mehr aktiv vorwärts transportiert werden. Es kommt zu einem reaktiven Gangbild. Die Sicherheit beim Gehen gibt ihr die + Spurbreite und damit einhergehend eine Schrittverkürzung. Konstitutionsabhängige Überbelastungen erstehen bei der Patientin durch die + Oberkörperlänge, denn dieser lange Lastarm wirkt sich ungünstig auf den lumbosacralen Übergang, Hüftgelenke und die hintere Beinmuskulatur aus, zudem wird die Belastung in diesen Bereichen verstärkt. Der verringerte Armschwung schränkt die dynamische Stabilisierung des Brustkorbes ein, was die Gleichgewichtsfähigkeit weiter herabsetzt.

1.2.4 Angewandte Testverfahren und ihre wissenschaftliche Bedeutung

Testverfahren aus dem Handbuch für Standardisierte Ergebnismessung

1.2.4.1 Der Timed-up-and-go-Test

- „Ziele: Bestimmung der Mobilität und der Sturzgefährdung Test der Gleichgewichtsfähigkeit
- Patientengruppe: Patienten mit neurologischen oder geriatrischen Defiziten, die auf ihre Sturzgefährdung und Mobilität im Sinne von Gehfähigkeit getestet werden sollen.
- Durchführung: Die zu testende Person sitzt in einen Stuhl mit Rückenund Armlehnen bei einer Sitzhöhe von 46 cm. Sie sollte alltagsübliches Schuhwerk tragen und von ihr üblicherweise genutzte Gehhilfen benutzen. Drei Meter vom Sessel entfernt ist eine Markierung (Linie) auf dem Fußboden. Die Aufgabe besteht darin aufzustehen, bis zur Markierung und zurück zu laufen und sich wieder hinzusetzen. Die

für diese Aufgabe gebrauchte Zeit wird gestoppt und ist der „Score“. Die Testperson wird bei der Durchführung nicht physisch unterstützt.

- Materialien: Stuhl, Markierung auf Boden, Stoppuhr
- Instruktion: „Bitte stehen Sie auf und gehen Sie bis zur Markierung. Dort drehen Sie sich um, gehen zurück und setzen sich wieder auf den Stuhl.“
- Auswertung: weniger als 10 sec: -ist selbstständig, mobil, nicht gefährdet 10-19 sec: ist selbstständig hinsichtlich einfacher Transfers, üblicherweise selbstständig bei Transfers zur Badewanne und Dusche, normalerweise in der Lage, Treppe zu steigen und allein nach draußen zu gehen 20- 29 sec: „Grauzone“: sehr unterschiedliches Gleichgewichtsvermögen, 30 sec. und länger: braucht normalerweise Hilfe bei Sitz- und Toilettentransfers, bei Transfers in die Dusche oder in die Badewanne, beim Treppensteigen, ist nicht in der Lage allein nach draußen zu gehen“ (Podsiadlo, Richardson 1991: in Handbuch für Standardisierte Ergebnismessung in der Physiotherapiepraxis 2006:48-49)

Dieser Test wurde mit der Patientin in der Physiotherapiepraxis durchgeführt. Jede Messung war an keinem Behandlungstag und jeweils einen Tag vor der Messung des 6-Minuten-Gehtest.



Die Patientin in der Praxis vor dem ersten Timed-up-and-go-Test. Das Bild zeigt die Ausgangsstellung, die im Handbuch für die „Standardisierte Ergebnismessung“ 2006 beschrieben wird.

Abb.3: Die Patientin auf einem Bürostuhl vor dem Test: Quelle eigenes Foto

1.2.4.2 Der 6-Minuten-Gehtest

- „Konstrukt: Test zur Ermittlung der kardiopulmonalen Leistungsfähigkeit“

- Patientengruppe: Personen mit pulmonalen oder kardinalen Einschränkungen
- Durchführung: Die zu testende Person wird instruiert, innerhalb der zu stoppenden 6 Minuten so viele Meter wie möglich zurückzulegen (so weit wie möglich zu gehen); Pausen sind dabei erlaubt. Der Test kann auf einem abgemessenen Korridor (laut IGPTR mind. von 33 Metern Länge) stattfinden, sofern gesichert ist, dass es nicht zu Ablenkungen kommt. Er kann auch draußen, z.B. in einem Park, stattfinden- sofern eine ebene Strecke zur Verfügung steht, die zuvor abgemessen wurde. Er kann auch auf einen Laufband stattfinden, auf dem die Testperson das Tempo selbst regulieren kann. Bei der Testdurchführung ist zu allererst die Sicherheit des Patienten zu gewährleisten, d.h. es ist jederzeit auf Zeichen der Überanstrengung zu achten. Insb. bei „Teststrecken“ ist stets Sichtkontakt zu halten.
- Auswertung: Primäres Ergebnis ist die zurückgelegte Gehstrecke in Metern. Vor und nach dem Gehstest (unmittelbar, nach 1,3,5 und 10 min) außerdem folgende Parameter gemessen werden:
 - Herzfrequenz
 - Blutdruck ○ Atemfrequenz ○ Sauerstoffsättigung ○ Grad der Dyspnoe (VAS)
 - Grad der empfunden Anstrengung (Borg-Scala)
- Materialien: Uhr mit Stoppfunktion, Maß zum Abmessen der Gehstrecke, evtl. Blutdruck- und Sauerstoffsättigungsgeräte, Dyspnoe-VAS, Borg-Scala
- Instruktion: Nach genauer Instruktion der zu testenden Person über den Testablauf: „Bitte gehen Sie bei `Jetzt` los. Versuchen Sie so viel Strecke wie möglich zurückzulegen. Sie dürfen dabei auch Pausen machen, wenn es erforderlich ist.“ (Guyatt GH, Sullivan MJ, Thomson PJ,et al.1985:in Handbuch für Standardisierte Ergebnismessung in der Physiotherapiepraxis2006:82-83)

Der 6-Minuten-Gehtest wurde mit der Patientin in einer Sporthalle durchgeführt. Als Streckenmaß diente die Außenlinie des Handballspielfeldes. Sie ist nach den internationalen IHF-Richtlinien 40 Meter lang (siehe Abb. 4).



Die Außenlinie des Handballfeldes, das Maß für den 6-Minuten-Gehtest.

Abb. 4: Die Außenlinie des Handballfeldes mit der Begrenzung der Laufstrecke durch Kegel und einem Stuhl für eventuelle Pausen. Quelle: eigenes Foto.

- „Regel 1: Die Spielfläche (Abb. 4) ist ein Rechteck von 40 m Länge und 20 m Breite und umfasst zwei Torräume (Regel 1:4 und Regel 6) und ein Spielfeld. Die Längsseiten heißen Seitenlinien, die Breitseiten Torauslinien, zwischen den Torpfosten jedoch Torlinien.“ (Internationale Handball-Regeln 2013:3)

Jeweils am Ende der Seitenlinie wurde ein Stuhl für die Patientin positioniert. Zudem wurde einen Meter von der Torauslinie ein Kegel aufgestellt. Der Stuhl war für eventuelle Pausen und der Kegel gab die Begrenzung für den „Laufkorridor“ an, damit die Patientin beim Gehen nicht abstoppen, sich umdrehen und wieder zurücklaufen musste. Zuvor wurde die Patientin über die Skaleneinteilung des Borg-Testes und deren Bedeutung aufgeklärt. Sie konnte im gleichmäßigem Tempo die Strecke absolvieren. Die drei Tests wurden jeweils am Vormittag, zwischen 9.00 Uhr und 10.00 Uhr durchgeführt. Die letzte Behandlung vor dem zweiten und dritten Test war einen Tag vor dem Gehtest. Die Patientin beantwortete die Frage nach dem Anstrengungsempfinden, anhand der BorgSkala, unmittelbar nach den Testabschnitten. Diese wurden durch die Stoppuhr auf dem

Handy, gemessen. Durch die krankheitsbedingten Einschränkungen des Herz-Kreislauf-

Systems der Patientin wurden die Herzfrequenz, die Sauerstoffsättigung und die BorgSkala, als Grad der subjektiv empfundenen Anstrengung als Parameter, ausgewählt.

Nach Auffassung von Büsching (2012) versteht sich dieser Test als einfaches Evaluationselement, um eine Behandlungseffizienz in fast allen Bereichen der physiotherapeutischen Rehabilitation nachzuweisen. Er wird zur der Ermittlung der Leistungssteigerung vor und nach der Behandlung verschiedener Diagnosen verwendet. Zu erwähnen sind Patienten mit COPD, Herzinsuffizienz, neurologischen Erkrankungen wie Morbus Parkinson, Morbus Alzheimer und Rückenmarksverletzungen. Hinzu kommen Diagnosen mit Endoprothesen in Knie- und Hüftgelenk sowie Patienten mit Fibromyalgie.

Der Vorteil dieses Tests besteht darin, vergleichsweise gut einschätzen zu können, ob sich die Leistungsfähigkeit des Patienten ausreichend verbessert hat. Dieser Leistungszuwachs wird in Metern gemessen. Für verschiedene Krankheitsbilder wurde diese Meterzahl herausgearbeitet. Die Reliabilität des 6-Minuten-Gehtests (6MGT) wurde bei vielen Krankheitsbildern als bezeichnend eingeschätzt. In der Praxis wird dieser Test mit der Borg-Scala kombiniert.

Dieser Belastungstest ist ein weit verbreitetes Verfahren zur Erfassung der körperlichen Leistungsfähigkeit von älteren Patienten. Diese Aussage bestätigen auch Marek et. al. (2011) in ihrer Untersuchung. Gleichzeitig verweisen sie darauf, dass neben der Beurteilung der Gehstrecke, auch Parameter wie die Herzfrequenz berücksichtigt werden müssen, die eine valide Maßzahl der körperlichen Beanspruchung darstellt.

„Eine Steigerung der Gehstrecke um mehr als 54 Meter wurde als klinisch relevante Steigerung angesehen. (...) Die Mindestlänge für eine relative Steigerung der Gehstrecke im 6-MWT ist immer noch Gegenstand der Diskussion.“

(Redelmeier DA, Bayoumi AM, Goldstein RS, Gyatt GH. 1997: in Marek et. al. 2011:124)
„Neuere Untersuchungen beschreiben einen Zugewinn von 35 Metern als relevant.“

(Puhan MA, Mador MJ, Held U, Goldstein R, Guyatt HG, Schünemann HJ 2008: in Marek et. al. 2011:124)

1.2.4.3 Das Pulsoxymeter

Die Messung der Sauerstoffsättigung des Blutes in Prozent bei gleichzeitiger Pulsfrequenzkontrolle wurde nicht-invasiv mit dem Oxymeter CMS50D der Firma **Contec™** Contec Medical Systems CO. LTD durchgeführt.



Abb.5: Für die Studie verwendetes Pulsoxymeter Quelle: eigenes Foto

1.2.4.4 Die Borg-Skala

Tabelle zur Bewertung des subjektiven Belastungsempfinden, abhängig von dem Zusammenhang vieler subjektiver, psychologischer Elemente. Einteilung der Skala von 6 bis 20.

RPE/RPD	Belastungsempfinden	Dyspnoeempfinden
6		
7	sehr sehr leicht	
8		
9	sehr leicht	
10		
11	leicht	gering
12		
13	etwas anstrengend	erheblich
14		
15	anstrengend	stark
16		
17	sehr schwer	sehr stark
18		
19	sehr sehr schwer	sehr sehr stark
20	zu stark, geht nicht mehr	

Abb. 6 Borg-Skala, modifiziert 1996 von Dickhut und Löllgren, Quelle: Wikipedia Karlarndthans unter:

[http://images.google.de/imgres?imgurl=https://upload.wikimedia.org/wikipedia/de/thumb/7/79/Borg_modif.png/220px-](http://images.google.de/imgres?imgurl=https://upload.wikimedia.org/wikipedia/de/thumb/7/79/Borg_modif.png/220px-modif.png/220px-)

[https://de.wikipedia.org/wiki/Belastungsempfinden&h=143&w=220&tbnid=zJjZz_Qpuy5bUM:&tbnh=90&tbnw=138&docid=8Q1U2EynE1f7JM&client=firefox&usq=n5zcSQrQRiab-](https://de.wikipedia.org/wiki/Belastungsempfinden&h=143&w=220&tbnid=zJjZz_Qpuy5bUM:&tbnh=90&tbnw=138&docid=8Q1U2EynE1f7JM&client=firefox&usq=n5zcSQrQRiab-4SxhcmSURcLcRI=&sa=X&ved=0ahUKEwiBk_yz5dLOAhXHDsAKHd_5AZQQ9QEIIDAA)

[4SxhcmSURcLcRI=&sa=X&ved=0ahUKEwiBk_yz5dLOAhXHDsAKHd_5AZQQ9QEIIDAA](https://de.wikipedia.org/wiki/Belastungsempfinden&h=143&w=220&tbnid=zJjZz_Qpuy5bUM:&tbnh=90&tbnw=138&docid=8Q1U2EynE1f7JM&client=firefox&usq=n5zcSQrQRiab-4SxhcmSURcLcRI=&sa=X&ved=0ahUKEwiBk_yz5dLOAhXHDsAKHd_5AZQQ9QEIIDAA) (abgerufen am 21.08.2016)

„Beanspruchungsintensität und die subjektiven Symptome können durch die Bestimmung des Anstrengungsempfindens bei einem Leistungstest bestimmt werden. Die RPE-Skala (RPE, „ratings of perceived exertion“,) nach Borg ist hierfür eine zuverlässige und valide Methode. Diese Skala ist eine Schätzskala, deren Schätzungen linear mit der Leistung ansteigt. Das Anstrengungsempfinden ist eine Ergänzung zu physikalischen Messgrößen. Die RPE-Skala wird herangezogen, um die Beanspruchungsintensitäten bei Gesunden, Trainierten und Patienten einzuschätzen. (...).“

(Borg, G. Deutsches Ärzteblatt 2004:1019)

Bei der Beurteilung des Leistungsempfindens des Probanden spielen nach der Meinung von Borg (2004), noch andere Parameter eine entscheidende Rolle. In erster Linie sind dabei zu nennen, die bestimmenden äußeren Einflussgrößen, wie die Umgebungsbedingungen wie Temperatur, Luftfeuchtigkeit, Lärm etc. Als zweiten, dem inneren Faktor zählen die Ernährung, Medikamente, oder auch physiologische Parameter, zum Beispiel die Sauerstoffaufnahme und der Blutdruck. Der dritte, zu berücksichtigende Aspekt ist der Zusammenhang zwischen dem Anstrengungsempfinden und psychologischen und emotionalen Aspekten.

Die Skala ist ein sehr gutes und valides Instrument, um das Leistungsempfinden von Gesunden und Patienten schnell und einfach einzuschätzen. Gerade bei Patienten mit kardiopulmonalen und/oder muskuloskelettalen Erkrankungen wird diese Skala zum Festlegen der Belastungsintensität genutzt.

Auch in der Sportmedizin wird die Borg-Skala zur Beurteilung des Anstrengungsempfindens eingesetzt. Das Anstrengungsempfinden ist ein häufig genutzter Parameter in klinischen Studien u. a. bei der koronaren Herzkrankheit, Herzinsuffizienz, chronischen Lungenerkrankungen, aber auch in epidemiologischen Studien.

(....) „Die Leistung ist zumeist eine körperliche Belastung (Ergometer oder Wettkampf), doch lassen sich mit der Borg-Skala auch noch andere Empfindungen erfassen: Schmerz, muskuläre Anstrengung oder Dyspnoe. Mit dem Anstrengungsempfinden können sowohl globale als auch regionale Empfindungen abgeschätzt werden (z. B. muskuläre Anstrengung, isometrische Belastung oder Dyspnoe).

Die Bestimmung des Anstrengungsempfindens während Belastung mit der Borg-Skala ermöglicht es, die subjektiv empfundene Anstrengung eines Menschen zu erfassen und zu beurteilen. Die Skala kann bei allen Belastungsuntersuchungen schnell und unproblematisch eingesetzt werden. Sie ist einfach zu verwenden, sehr zuverlässig und aussagekräftig. Zahlreiche Untersuchungen belegen, dass der Parameter „Anstrengungsempfinden“ Bestandteil jeder Belastungsuntersuchung sein sollte. Zur Trainingsberatung ist die Skala eine einfache, aber effektive Hilfe.“(...)

(Löllgren, Das Anstrengungsempfinden, RPE, Borg-Skala 2004:299-300)

2. Teil – Der Bertram-Kreisel in Anwendung und Wirkung

2.1 Grundlegende Voraussetzungen für das Training mit dem Kreisel

2.1.1 Bedeutung und Aufbau der Sensomotorik

Dieser Abschnitt beschreibt die Sensomotorik im Zusammenhang mit der sensomotorischen Koordination. Die Sensomotorik ist das Zusammenspiel zwischen sensorischen und motorischen Anforderungen und Leistungen und der Träger sämtlicher Bewegungsleistungen. Durch dieses System kommt es zur Steuerung und zur Kontrolle jeder einzelnen Bewegung. Es umfasst dabei auch die eingehenden Sinnesrückmeldungen. Wie von Bertram/Laube (2008) beschrieben, ist die Leistung des sensomotorischen Systems, physiologischen Grundlagen unterworfen. Diese Grundlagen beschreiben die Integration der Informationen des vestibulären Systems, der Propriozeption und des Sehens. Durch die im Kapitel 1.2.3. zunehmenden körperlichen Einschränkungen der Patientin, durch die Ausprägung des Kataraktes, der Translation der HWS nach ventral, Beweglichkeitseinschränkung der LWS, der Abflachung des Längsgewölbes und des erhöhten Spannungszustandes der *Mm.gastrocnemius*, weisen zwei Quellen, der aktiven statischen und/oder dynamischen Sicherungs-, Stabilitäts- und Kompensationsmechanismen, Störungen dieses Systems auf. Sie kann dadurch nur bedingt ankommende Reize muskulär gut verarbeiten und beantworten. Die Verarbeitung dieser Informationen zu einer ziel- und situationsgerechten motorischen Antwort ist eine wesentliche Aufgabe des koordinativen Trainings in dieser Studie. Die Antwort ist mechanische Muskelspannung mit stabilisierender und/oder dynamischer die Wirkung auf Wirbelsäule und die Gelenke, Gleichgewicht und Zielbewegung. Die Patientin lernt beim koordinativen Training mit dem Kreisel ihre Ausgleichbewegungen für die Aufrechterhaltung des Gleichgewichtes präzise einzusetzen, um die krankheitsbedingten Veränderungen in der Muskulatur und im sensomotorischen System auszugleichen.

Definition Koordination

„Koordination ist die auf ein Ziel gerichtete, konkrete, hierarchische Abstimmung und das Zusammenwirken von Einzelaktivitäten für ein angestrebtes Gesamtergebnis.“ (Bertram/Laube 2008:8)

Erst ihre Wirkung führt zum Nutzen von Kraft, Ausdauer, Beweglichkeit und Schnellkraft und den anderen konditionellen motorischen Grundeigenschaften. Laut Bertram/Laube (2008) ist die Schnellkraft der Muskulatur eine kraftdominierte Koordinationsleistung. Es gibt eine Mindestleistungsfähigkeit der konditionellen Fähigkeit Kraft, bei der Ausführung aller Bewegungen. Gerade bei älteren Personen fehlt der Muskulatur aber die Kraft.

Dieses altersbedingte Fehlen von Kraft in Kombination mit der Diagnose PROMM 2 und der dadurch entstehenden Unsicherheit bei den zu absolvierenden Alltagsbelastungen, bedarf eines komplexen koordinativen Trainings der sensomotorischen Strukturen unter systemfordernden Bedingungen.

2.1.2 Bedeutung der Interaktion zwischen Koordination und Gleichgewicht im motorischen Lernen

Die Grundlage einer jeden menschlichen Bewegung ist die Koordination. Sie befindet sich in Abhängigkeit zur Kondition. „Die Koordination ist die Basis aller Leistungen des sensomotorischen Systems, weil jede Bewegung primär eine bestimmte Qualität und direkt damit verbunden eine Ökonomie hat. Jede erdenkliche Bewegung ist zunächst eine koordinative Leistung des sensomotorischen Systems, die aber ohne eine Mindestkapazität der konditionellen Fähigkeiten Ausdauer und Kraft nicht möglich wäre.“ (Laube 2004:84).

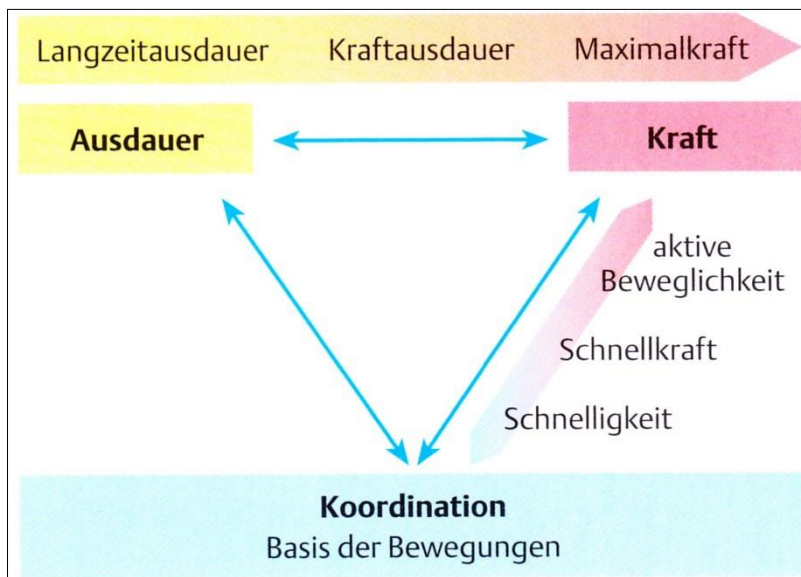


Abb. 7: Die sensomotorischen Beanspruchungsformen: Quelle: Sensomotorische Koordination 2008:7

Wie die Abbildung 7 zeigt, ist die Koordination, trotzdem sie die Basis einer jeden Bewegung ist, immer einer wechselseitigen Abhängigkeit von Kraft und Ausdauer

unterworfen. Ein Gleichgewichtstraining, um diese Faktoren genügend anzusprechen, zu schulen und um die alters- und krankheitsbedingten Defizite auszugleichen. „An erster Stelle, steht dort die Insuffizienz der kontraktiven Kapazität durch Atrophie, Faserverlust und der Schnelligkeit der Muskelfasern. Auch die Verlangsamung der afferenten und efferenten Informationsleistung.“(Bertram/Laube2008:8)

Einer der wichtigsten bestimmenden Faktoren, laut Bertram/Laube (2008) für die Verbesserung der sensomotorischen Koordination ist das Gleichgewicht. Diese koordinative Fähigkeit stellt höchste Ansprüche an das gesamte System. Diese „Basisfähigkeit“ mit ihren physiologischen Grundlagen, bestehend aus den Afferenzen der Propriozeptoren, Mechanosensibilität der Haut, den Augen und des Vestibularapparates, ist trainierbar. Das ständige Ausbalancieren des Körpers in Abhängigkeit von der Ausgangsstellung, während einer Bewegung ist sowohl hinsichtlich der Koordination als auch der Wahrnehmung ein komplexer Vorgang, der zur Entwicklung, Verbesserung und Erhaltung ständig geübt werden muss.

„Die Klassifikation des Gleichgewichts von Hirtz et al. (Stand-, Balancier-, Dreh- und Fluggleichgewicht) gemeinsam aus der Sicht der Bewegungslehre gegebenen Definition von Meinel und Schnabel (Fähigkeit den Körper im Gleichgewicht zu halten oder während und nach umfangreichen Körperverschiebungen diesen Zustand beizubehalten bzw. wiederherzustellen) geben eine gute praktische Anleitung für das akzentuierte Training des Gleichgewichtes“. (Bertram/Laube 2008:8) Der Kreisel ist dank seiner labilen Unterstützungsfläche ein optimales Trainingsgerät für dieses spezifische Gleichgewichtstraining. Durch die kontinuierliche Steigerung der Anforderungen im geplanten Übungsaufbau und in der Durchführung der Intervention (siehe Abschnitt 2.3) ist ein Anstieg der Belastungsfähigkeit zu erkennen. Mit Zunahme der Komplexität der Übungen unter Verwendung der Murmel und/oder anderen zusätzlichen sensomotorischen Anforderungen, z. B. den Veränderungen der Lastarme oder weiterführend durch Veränderung der sekundären Unterstützungsfläche, war zu erkennen, dass, mit Ausbau der Übungsdauer, die Patientin immer besser auf die Veränderungen reagieren konnte. Wie von Bertram/Laube dargestellt, muss die Fähigkeit das Gleichgewicht zu halten und gegebenenfalls wieder herzustellen, in Störungssituationen trainiert werden, so dass diese Fähigkeit vom Patienten wieder effektiv genutzt werden kann.

Auch Suppé (2007) verweist in ihrem Buch auf die Wichtigkeit des Trainings des zu erhaltenden Gleichgewichtszustandes, in Abhängigkeit von den individuellen genetischen Voraussetzungen des jeweiligen Menschen und der Kraft der Muskulatur auf die Störungen des Gleichgewichtes, durch die äußeren Einflüsse reagieren zu können.

Bei der Einteilung der Gleichgewichtsfähigkeit des Menschen sind die quantitativen und/oder subjektiven Aspekte des Menschen zu berücksichtigen, z.B. die Aufrechterhaltung eines Gleichgewichtszustandes, die Wiederherstellung des Gleichgewichtszustandes in Tempo und Qualität nach einer Bewegungsausführung und das Halten des Gleichgewichtes während einer Bewegung. Durch das ständige Einwirken der Schwerkraft auf den Körper und die immer wieder wechselnden Umwelteinflüsse, braucht der Körper eine entsprechend trainierte Muskulatur, um auf diese Einflüsse adäquat zu reagieren. Durch ein komplexes, dynamisches, myofaszielles System ist er in der Lage, sich auf jede Veränderung der Anforderungen auf Bewegungssystem einzustellen. Diese Komplexität der Muskulatur kann Bewegungen zielgerichtet einleiten, diese zu widerlagern, die Wirbelsäule in der Dynamik kontrollieren und die Gelenke zu zentrieren. Außerdem sichert sie das Gleichgewicht, durch die Reaktivität in der Bewegung. Sie steht ständig in Interaktion mit dem ZNS. Diese Fähigkeiten der Muskulatur werden von spezifischen myofasziellen Systemen mit unterschiedlicher Effizienz erfüllt. Es gibt zwei Gruppen. Die lokalen Muskeln, die die intersegmentale Bewegung kontrollieren und zuerst aktiviert werden. Sie stabilisieren die Segmente der Wirbelsäule und schützen diese vor ankommenden Impulsen. Die globalen Muskeln eignen sich für die Koordination der Kraftübertragung über mehrere Körperabschnitte. Sie sind schwerkraftorientiert und steuern den Einsatz der Gegengewichte bei Gleichgewichtsreaktionen. 1933 stellt Müilly heraus, dass das Gleichgewicht eine wesentliche Rolle im Leben des Menschen spielt und das sensomotorische System zu dessen Aufrechterhaltung, ständig gefordert sein muss, um aktiv zu sein. Aber erst mit dem Erlernen des Gehens kommt es zur

Selbstverständlichkeit der Beherrschung des Gleichgewichtes. Schon hier wird eine enge Abhängigkeit zwischen dem Gleichgewicht und dem Gehen aufgezeigt. Mit den in der Studie benutzten Trainingssequenzen wird an der Aussage von Müilly angeknüpft, da in den therapeutischen Interventionen nur das Gleichgewicht und nicht das Gehen trainiert wird. Die Gehstrecke wird ausschließlich als Messwert verwendet. Für die Patientin stellten die in Kapitel 2.3 genannten Übungsmöglichkeiten ganz neue Anforderungen an ihre Muskulatur und ihr sensomotorisches System dar. Sie lernte differenziertere Bewegungsabläufe zu koordinieren und diese in weiterführenden Trainingseinheiten wieder abzurufen, um Lageveränderungen ihrer Körperlängsachse und somit eine Gleichgewichtsveränderung auf dem Kreisel, besser kontrollieren zu können.

Auch die erreichten Erfolge, sich längere Zeit auf dem Kreisel zu halten und die Bewegungen ausführen zu können, beeinflussten die Motivation der Patientin von Trainingseinheit zu Trainingseinheit positiv. Dies ermöglichte die Steigerung in den

Übungen. Mit den neu erlernten Bewegungsabläufen konnte ihre Gehfähigkeit kontinuierlich weiter gesteigert werden.

Nach Auffassung von Bertram/Laube (2008) sind dieser interessenabhängige Antrieb und der emotionale Hintergrund, wichtige Voraussetzungen für das motorische Lernen. Es entsteht hier eine Wechselbeziehung zwischen dem erreichten Stand und dem angestrebten Ziel, das bis zu seinem Erreichen aufrechterhalten wird.

Bewegungslernen und positive Gefühle liegen eng zusammen, zu diesem Ergebnis kommen auch die Untersuchungen von Prof. Haffelder (In Bertram:2008). Das Verankern eines kognitiven oder motorisch erlernten Prozess, im Zusammenhang mit positiven Emotionen erfolgt im limbischen System des Menschen.

Das motorische Lernen bezeichnet man als einen aktiven Prozess, sowohl für den Körper als auch für das Gehirn. Laut Suppé (2007) werden die Informationen über die zu lernende Bewegung registriert, im sensomotorischen Gedächtnis verarbeitet und mit gespeicherten, bereits gelernten und abgespeicherten Erfahrungen, Kenntnissen und Erfahrungen verglichen.

Durch die für die Patientin neuen Anforderungen, aufgrund der Reaktionen des Kreislafs und den neuen Übungsprogrammen, waren die Lernprozesse an ihr sensomotorisches System enorm. Sie konnte nur auf wenige Bewegungserfahrungen zurückgreifen. Nach Auffassung von Fitts (1966/1967) gibt es für das Erlernen von neuen Bewegungsfertigkeiten drei Lernstadien. Am Anfang steht die kognitive (verbale) Phase. Der Lernende versucht herauszufinden, welche Bewegung er umsetzen soll. Diese Abläufe werden langsam, unbeständig und ineffizient von ihm umgesetzt. Die Bewegung wird bewusst kontrolliert. Die zweite Phase ist der assoziative Abschnitt des Lernens. Nur noch einige Bewegungsanteile werden bewusst kontrolliert, andere sind schon automatisiert. Im dritten Abschnitt werden die motorischen Anforderungen weitgehend automatisiert. Es ist wenig oder keine kognitive Aktivität mehr erforderlich.

Schon 1987 stellen Meinel und Schnabel die Bedeutung des motorischen Lernens und seinen komplexen Charakter heraus. Den Mittelpunkt bildet die Entwicklung der Bewegungskoordination zur zweckbestimmten Erfüllung der gestellten motorischen Aufgabe. Es gibt für die einzelnen Lernphasen ein bestimmtes Erscheinungsbild und charakteristische Abläufe in der Handlungsregulation. Bei jedem motorischen Lernprozess gibt es drei wesentliche Aspekte. Erstens, die Verbindung von Teilvorgängen, die sich aus der Handlungsregulation und deren Äußerungsformen ergeben. Der zweite Schritt liegt in der Entwicklung des motorischen Könnens, durch die Kombination vieler unabhängiger Lernprozesse und ihren Wechselbeziehungen zu- und untereinander. Drittens, jedes motorische Lernen ist eng mit der körperlichen Entwicklung verbunden.

Die aktuellen Kenntnisse über das motorische Lernen, durch die Studien beschrieben von Wulf (2009) und die Ausführungen von Bertram (2008), zeigen die Vorteile des Lernens von Bewegungsabläufen mit dem externen Focus auf. Das Bewegungslernen über den internen Focus gerät immer mehr in den Hintergrund. Durch den externen Focus kommt es zu einer Optimierung der Bewegungsvorstellung, die die Feinmotorik der Bewegungsausführung verbessert und die Lerngeschwindigkeit erhöht. Nach Ansicht von Wulf (2009) ist es effektiver und effizienter sich auf den Bewegungseffekt zu konzentrieren, als auf die gewünschte Bewegung. Für das Training mit der Patientin wurde zum überwiegenden Teil, durch den Einsatz der Murmel und über die verbale Instruktion der externe Focus genutzt. „Für das optimierte neuroaktive, sensomotorische Lernen bedeutet die Nutzung des externen Focus, (...) auf dem Kreisel stehend einer Murmel, die in einer Kreisrille rollt, verschiedene Aufgaben zuzuordnen. Die Murmel rollt ruhig in der Kreisrille im Uhrzeigersinn oder im Gegenuhrzeigersinn. Dem gegenüber würde der interne Focus das Gewicht beschreiben, welches von einem auf den anderen Fuß verlagert wird.“ (...) (Bertram 2008:34).

Die Instruktion der Übungen über einen externen Focus wirkte sich nachhaltig auf das Bewegungslernen der Patientin aus. Sie konnte in den späteren Interventionen die Übungsanweisungen schneller umsetzen und dieses Training so effektiver für sich gestalten und ökonomischer mit dem Krafteinsatz ihrer Muskulatur umgehen. In diesen späteren Interventionen kam es seitens der Patienten zu keinem Übungsabbruch. Nach ihren Aussagen fiel ihr die Ansteuerung der Muskulatur leichter und sie gab ein Gefühl von „mehr Kraft“ an.

Wie von Wulf 2009 beschrieben, profitiert das Aneignen von neuen motorischen Fertigkeiten vom Erlernen über einen externen Focus, denn dieser Vorteil bleibt erhalten, auch wenn dieser Focus nicht mehr bewusst gewählt wird. Diese Wahl wirkt sich positiv auf das unmittelbare Leistungsniveau bei dem Lernen komplexer Gleichgewichtsaufgaben aus. Er hat langfristige Auswirkungen auf den Lernprozess, auch wenn der Focus nicht mehr existiert. Das Trainieren einer komplexen Aufgabe mit dem externen Focus trainiert nicht nur die Anforderung auf die der Focus gerichtet ist, sondern hat auch indirekt eine positive Wirkung auf das Gleichgewicht, wenn ein neuer Bewegungsablauf erlernt wird. Das ist von großer Bedeutung, da diese übergeordneten Ziele auch später noch beibehalten werden.

In Studien 2004 von Vance et.al. wurde auch bewiesen, dass ein externer Focus beim motorischen Lernen eine unbewusste und automatische Bewegungsausführung fördert, und dass wesentlich effektiver und effizienter ist. Es wird vermehrt bei der Kontrolle der Bewegung über das sensomotorische System, schneller auf reflexbasierte Korrekturprozesse zurückgegriffen.

2005 dokumentierten Zachy et. al., dass beim Krafttraining über die Instruktionen mit dem externen Focus in dieser Studie, Messungen an der zu trainierenden Muskulatur, mit dem EMG. Diese Muskulatur verzeichnete einen höheren Kraftzuwachs, als bei einem herkömmlichen Krafttraining.

Instruktionsbeispiele für externen und internen Focus

Übung	Formulierung für int. Focus	Formulierung für ext. Focus
Murmel kreisen	„Verlagern Sie ihr Körpergewicht auf den Füßen von rechts nach links und dann vor und zurück.“	„Bringen Sie die Murmel in ein gleichmäßiges Rollen, erst in die eine Richtung, dann in die andere. Die Fläche des Kreisels soll horizontal bleiben.“
Bücktraining	„Halten Sie Wirbelsäule in einer aufrechten Position und versuchen Sie den Gegenstand vor Ihnen steht, mit der Hand zu berühren, ohne dass sich der Abstand vom Halsgrübchen bis zum Schambein verändert.“	„ Sie stellen die Wirbelsäule senkrecht zur Kreiselfläche und versuchen Sie, den Gegenstand vor Ihnen zu “ berühren, ohne dass sich die Stellung der Wirbelsäule ändert. Sie stellen sich vor, dass dabei ein Scheinwerfer vom Brustbein, erst nach vorn und dann langsam Richtung Boden leuchtet. Die Standfläche des Kreisels bleibt horizontal.“

Tabelle 2: Gegenüberstellung der Instruktion für das Üben mit dem internen und externen Focus.

Um das Ziel der Studie, die Verlängerung der allein zurücklegbaren Wegstrecke zu erreichen, ist eine erhöhte Leistungsfähigkeit der Muskulatur notwendig. Unterstützend für diese Aufgabe wurde der externe Focus bei der Instruktion der Übungen eingesetzt. Die Untersuchungen von Schlücker (2009) ergaben einen signifikanten Zuwachs bei Ausdauerleistungen, wenn die Instruktion über einen externen Focus angegeben wurde. „Ein EXT reduziert also die quantitative Rekrutierung bestimmter motorischer Einheiten im Muskel und erhöht zugleich Kraft und Genauigkeit. Er führt somit zu einer verbesserten Ökonomisierung

von Bewegungen und reduziert gleichzeitig die „Störgeräusche“ des motorischen Systems.“ (Kadlec, Gröger 2016:28) EXT=externer Focus.

2.2 Der Kreisel in Anwendung und Wirkung

Diese Studien von Kadlec/Gröger (2016) und Schlücker (2009) zum Training mit dem externen Focus sind, in Bezug auf die These, die Ausdauerleistung der Patientin, mit der „Kreiseltherapie“ zu verbessern, sehr aussagekräftig. Laut diesen Untersuchungen wird die Ausdauerleistung gesteigert und die Rekrutierung motorischer Einheiten in den entsprechenden Muskelgruppen präzisiert. Damit kann in dem Fall der Patientin, die schon durch den diagnosebedingten Zerfall der Muskulatur, abgeschwächte Ausdauerleistung in dieser Muskulatur, teilweise regeneriert werden. Basierend auf den Aussagen von Bertram/Laube (2008) wird durch dieses Training auf dem Kreisel, je nach Übung, eine intra-und intermuskuläre Koordinationsverbesserung der Fuß- und Beinmuskulatur, eine segmentale muskuläre Stabilisation und eine Zentrierung der Wirbelsäule in den verschiedenen Abschnitten erreicht. Die differenzierten Gleichgewichtsreaktionen werden mit einer Veränderung der Unterstützungsfläche und den, sich permanent verändernden Lastarmen erzeugt, wodurch sie das Nervensystem und die arbeitende Muskulatur vor neue reaktive Aufgaben stellen.

Nach der Auffassung von Bertram/Laube (2008) befindet sich der Trainierende, unabhängig von den Übungen, infolge der primären Unterstützungsfläche (USF), permanent in einem labilen Gleichgewicht. Dadurch wird die Gleichgewichtsreaktion ständig gestört und verändert er seine Lage immer wieder, um annähernd ein stabiles Gleichgewicht zu erreichen. Es kommt zu einer Steigerung der Herausforderungen an das Nervensystem und an die Muskeltätigkeit. Nach Auffassung von Meinel und Schnabel (1987) erschweren organische Schäden das motorische Lernen und geringe Bewegungserfahrungen verlängern und komplizieren diesen Prozess. Trotz der organischen Schädigungen und den anderen Bewegungserfahrungen der Patientin lernte ihr sensomotorisches System auf diese Reize zu antworten, sie zu verarbeiten und sie mit einer muskulären Reaktion in einer entsprechenden Intensität und Qualität zu beantworten. Mit dem Einsatz der Murmel als externen Focus, erhöhten sich diese Muskelreaktionen und die „Lernaufgabe“ für das Bewegungslernen. Sie gibt dem Patienten ein positives Feedback für die Übungsausführung. Wie von Wulf (2009) dargestellt, hat das Feedback nicht nur einen temporären Effekt für die Leistung, sondern fördert auch das Erlernen einer Aufgabe.

Weitere Anforderungen an das sensomotorische System des Patienten entstehen, wenn sich die Unterlage, z.B. durch eine Matte (siehe Abb.10) des Kreisels ändert, da sich die Reaktionen (Schnelligkeit) des Kreisels ändern.

Basierend auf den Wavelet-Analysen von 2006 wurde die besondere Wirkungsweise des Kreisels bei Untersuchungen der Gehirnfunktion herausgestellt. Durch das Training wird das neuroaktive motorische Lernen gefördert, das limbische System positiv beeinflusst und die direkte Motivation unterstützt. Mit einer EEG Spektralanalyse konnte dargestellt werden, dass der Kiesel die Hirnfrequenzen und die Synchronisation der Hemisphären des Gehirns aktiviert. Laut der Forschungsplattform Biomechanik Basel zeigte sich, dass die Frequenz an der Muskulatur bei Kieseltraining deutlich erhöht war. Die Qualität des Trainings wurde gesteigert und das neuromuskuläre Zusammenspiel der Muskulatur wurde verbessert.

Der Kiesel bietet durch seinen Aufbau und seine besonderen Eigenschaften (Punkt 1.2.2) erhöhte sensomotorische Anforderungen an das Gehirn sowie an das motorische Lernen und dient zur Rekrutierung neuer motorischer Einheiten in der Muskulatur durch deren Anzahl und Größe die Kraftentfaltung eines Muskels bestimmt wird. An diesem krankheitsbedingt verschlechterten Schwerpunkt setzten die Studie und das Training mit dem Kiesel an, um diese Veränderungen der Muskulatur zu kompensieren und die Kraftausdauer während des Gehens, bei der Probandin zu erhöhen. Nach Auffassung von Bertram/Laube (2008) kommt es zur Kombination der Optimierung der sensomotorischen Leistungsfähigkeit mit gleichzeitiger Steigerung des Kraftpotenzials in der beanspruchten Muskulatur. Es werden sensomotorische Qualitäten, wie die Geschicklichkeit, die Reaktionsfähigkeit und das Gleichgewicht, im Hinblick auf eine Sturzprävention verbessert. Durch das Trainieren mit dem Kiesel wurde die Patientin permanent in muskulärer Aktivität gehalten, da es immer eine verstärkte Auseinandersetzung ihres Körpers mit der Schwerkraft gab, welche deutlich zu sehen waren. Sie musste gelenkstabilisierende Muskelaktivitäten aufbauen, um die Gleichgewichtsreaktion abzufangen und zu beantworten. Wie schon von Hüter/Becker 1997 wird dargestellt, dass der Patient durch diese Muskelaktivitäten und die neuen Anforderungen an das sensomotorische System, schon in der Ausgangsstellung an Grenzen gebracht wird, die er durch intensives Training weiter nach hinten verschieben kann. Dadurch lernt er seine, noch vorhandenen Ressourcen besser zu nutzen, das Kraftpotenzial weiter auszubauen und effektiver einzusetzen.

Diese Art der Konditionierung wirkt sich auf das Bewegungssystem, die Bewegungsentwicklung und die Bewegungskontrolle aus. Auch die inneren Organe und die Psyche des Patienten werden positiv angesprochen. Das entspricht dem neuen Denkmodell der Physiotherapie.

2.3 Das Fallbeispiel und der Verlauf der Interventionen

Die Patientin wurde in den vorherigen Behandlungen noch nie mit diesem Kreisel therapiert, aufgrund dessen wurde bei der Übungsauswahl und Reihenfolge der Therapieeinheiten, ins besonders auf den messbaren Belastungszustand (z.B. Anstieg der Herzfrequenz) und das subjektive Belastungsempfinden (Angabe der Borg-Skala) der Patientin geachtet. Viele der Übungseinheiten wurden auf Grund der ähnlichen Lern- und Trainingsziele, in nachfolgenden Übungseinheiten kontinuierlich wiederholt, um diese Übungen und deren Anspruch an die Muskulatur und die sensomotorische Koordination immer wieder einfließen zu lassen. Die Veränderung von anderen Behandlungsparametern ergab sich aus den Übungsabläufen während und zwischen den einzelnen Interventionen. Im Verlauf der Behandlungen wurden zur Steigerung der Belastungsintensität und der intramuskulären Koordination, die primäre und sekundäre Unterstützungsfläche (siehe Kapitel 1.2.2) stetig verändert, wodurch sich die Anforderungen an die sensomotorische Koordination und Leistungsfähigkeit der Muskulatur der Patientin steigerte. Eine weitere Anpassung der Koordinationsfähigkeit der Patientin sollte durch die Einteilung der Interventionen in zwei unterschiedliche Übungseinheiten erreicht werden. Durch diesen Wechsel bei der USF oder des Übungsauftrages, wurden die Bewegungsaufgaben der Patientin erweitert und ihr sensomotorisches System innerhalb einer Intervention zum „Neulernen“ und wieder „Neu anpassen“ gefordert.

Intervention 1

Werte vor der Behandlung:	
Borg-Skala:	10
O ₂ -Sättigung:	99%
Herzfrequenz:	83/min

Kreisel mit Unterlagerung



Gewichtsmatte. Quelle: eigenes Foto, Abb.:8

Übungseinheit 1: 5 min Stehen in Normspur; siehe Abb., 9 und 10

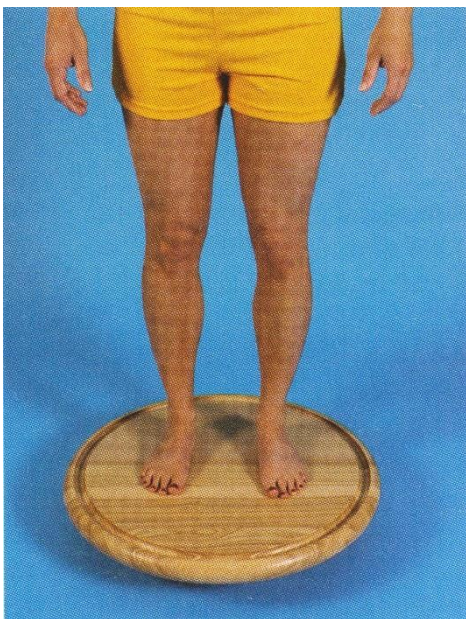


Abb. 9: Basis Normspur. Quelle: Bertram/Laube 2008:85

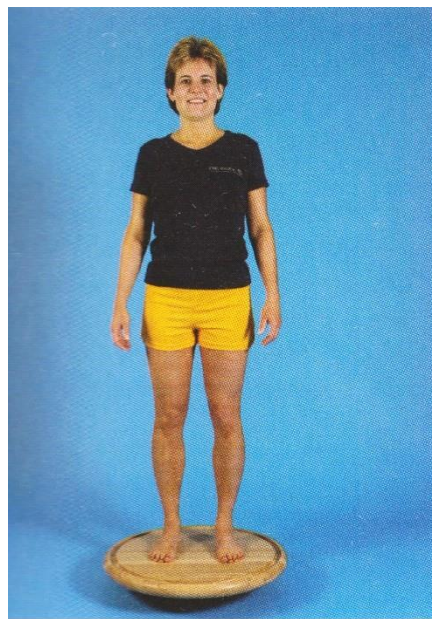


Abb.10: Basis Normspur

Werte nach der ersten Sequenz : O_2 / HF
10 min Stehen auf dem Kreisel in Breitspur

97 / 92/min Übungseinheit 2:

Patientin fühlt sich subjektiv sicherer, Gewichtsverlagerung in alle Richtungen, in leichter Kniebeuge; siehe Abb. 11

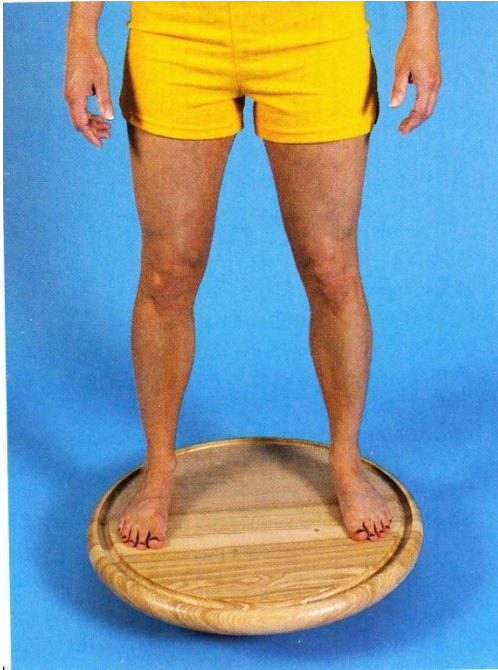


Abb.11: Basis Breitspur. Quelle: Bertram Laube 2008: 89

Werte nach der Behandlung:

Borg-Skala:	10
O ₂ -Sättigung:	96%
Herzfrequenz:	94/min

Gleichgewichtsverlagerung durch das Kommando: „Den Druck einmal unter dem rechten Fuß, dann langsam unten dem linken Fuß erhöhen und in einen angemessenen Tempo immer wieder wechseln, so dass der Kreisel den Schwerpunkt verändert und eine Kippbewegung, rechts und links des Kreiselrandes entsteht.“ Patienteneinstellung (Stand) mit aufgerichteter Körperlängsachse, Knie leicht flektiert, Fußlängsachse eingestellt.

Die Aufgabenstellung in der ersten Sequenz (Basis Normspur) war, einen ruhigen Stand auf dem Kreisel zu finden und die Standfläche der Horizontalen zu halten. Die Probandin sollte sich an die Bewegungen des Kreisels gewöhnen und die Gleichgewichtsreaktion des Körpers darauf aktiv wahrnehmen. Bei dieser Übung wird die gesamte Wirbelsäulenmuskulatur sowie die Fuß- und Beinmuskulatur koordinativ gefördert. Durch die Änderung der sekundären USF in die Basis Breitspur und der geforderten Gleichgewichtsverlagerung kam es zum Verlust der die Einordnung der KA Becken,

Brustkorb und Kopf in die Körperlängsachse (KLA). Die Atemfrequenz erhöhte sich, die konditionelle Belastungsgrenze war nach 15 Minuten Behandlung erreicht. Durch die spezielle Stabilisation in der LBH-Region gab die Patientin nach der Behandlung einen stärkeren Belastungsschmerz im Bereich der LWS und der *Mm.gastrocnemii* an.

Intervention 2

Werte vor der Behandlung:

Borg-Skala:	10
O ₂ -Sättigung:	99 %
Herzfrequenz:	83/min

Kreisel mit Unterlagerung

Übungseinheit 1: 12 min Stehen auf dem Kreisel mit + Spurbreite
Gleichgewichtsverlagerung in alle Richtungen, Arbeit mit der Murmel, dabei Kontrolle der Rollrichtung; Abb.12



Abb.12 Murmel kreisen, Breitspur Quelle: ebd.:95

Werte nach der ersten Sequenz: O ₂ / HF	98% / 96/ min
--	---------------

Übungseinheit 2: 8 min Stehen auf dem Kreisel in Normspur
Gleichgewichtstraining mit Richtungswechsel und Murmel, siehe Abb.12

Werte nach der Behandlung:

Borg-Skala:	14
O ₂ -Sättigung:	99%

Herzfrequenz:	93/min
---------------	--------

Unter Hinzunahme der Murmel (externer Focus) erhöhten sich die Anforderungen an Konzentration, Ausdauerfähigkeit und Selbstkontrolle der auftretenden Kräfte, bei der Umsetzung der angestrebten Trainings- und Lernziele, z. B. die Verbesserung der intra- und intermuskulären Koordination. Die muskulären Schwierigkeiten beim Erhalt der aufgerichteten KLA, in der LBH- Region blieben bestehen. Die Patientin gab weniger Ermüdungsschmerzen in den *Mm.gastrocnemii* beim Stehen an. Trotz der erhöhten Stabilitätsanforderungen wirkte die Patientin auf dem Kreisel insgesamt sicherer.

Intervention 3

Werte vor der Behandlung:	
Borg-Skala:	8
O ₂ -Sättigung:	99%
Herzfrequenz:	95/min

Kreisel mit Unterlagerung

Übungseinheit 1: 10 min Stehen auf dem Kreisel in Normspur
Gleichgewichtstraining und Hubfreie Brustkorbmobilisation; siehe Abb. 13

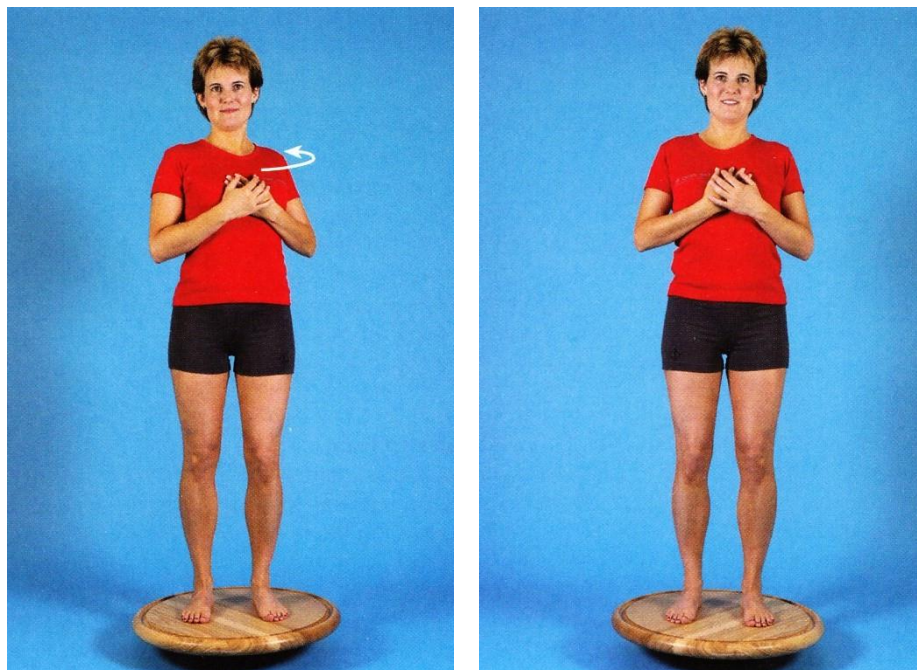


Abb.13: Hubfreie Brustkorbtrotation, Normspur. Quelle: ebd.:125

Werte nach der ersten Sequenz: O ₂ / HF	98% / 100/min
--	---------------

Übungseinheit 2: 10 min Stehen auf dem Kreisel mit + Spurbreite, Abb. 11
Gleichgewichtstraining; Hubfreie Brustkorbrodation, Abb. 13

Werte nach der Behandlung:	
Borg-Skala:	14
O ₂ - Sättigung:	98%
Herzfrequenz:	115/ min

Durch die beiden bei der Intervention eingesetzten Übungsvarianten, wird die KLA besser stabilisiert, was zum vermehrten Einsatz der Muskulatur des TH/L- Überganges und der Aktivierung neuer motorischer Einheiten in diesem WS- Bereich führt. Diese beschriebenen Therapieziele wirken auf die beschriebenen Defizite dieses Krankheitsbildes.

Mit Hinzunahme der Rotationkomponente des Brustkorbes, gab es im Vergleich zu den ersten beiden Therapieeinheiten, bei der Patientin einen erhöhten Anstieg der Herzfrequenz. Zudem intensivierte sich der Schmerz in der LWS-Region. Sie hatte große Mühe die Aufrichtung der KLA zu halten. Durch die Belastung verlängerte sich die Regenerationszeit nach der Therapie. Der Stand auf dem Kreisel war nicht mehr so sicher, wodurch der Bewegungsablauf während des Übens unterbrochen werden musste, um die Gleichgewichtsreaktion abzufangen.

Intervention 4

Werte vor der Behandlung:	
Borg- Skala:	8
O ₂ - Sättigung:	98%
Herzfrequenz:	94/min

Kreisel ohne Unterlagerung jetzt auf Laminatboden

Übungseinheit 1: 10 min Stehen auf dem Kreisel in Normspur
Gleichgewichtstraining, Gewichtsverlagerung in alle Richtungen

Werte nach der ersten Sequenz: O ₂ / HF	97%/ 108/min
--	--------------

Übungseinheit 2: 10 min Stehen auf dem Kreisel mit + Spurbreite
Gleichgewichtstraining, Gewichtsverlagerung in alle Richtungen

Abbruch der Behandlung seitens der Patientin nach 3 min Training in dieser Ausgangsstellung!

Werte nach Abbruch der Behandlung:	
Borg-Skala:	16
O ₂ -Sättigung:	98%
Herzfrequenz:	125/min

Basierend auf dem niedrigen Belastungswert zu Beginn der Übungseinheit (Borg-Skala, siehe oben), ergab sich die Steigerung ohne Unterlagerung des Kreisels zu trainieren, um die erste USF zu verändern was die Belastung zusätzlich steigert. Um die Patientin trotzdem nicht zu überfordern, wurden die leichteren Übungseinheiten aus der Intervention 1 gewählt. In der Therapieeinheit ohne die Unterlagerung des Kreisels, hatte die Patientin starke Schwierigkeiten die Gleichgewichtsreaktionen zu beantworten, um sich auf dem Kreisel in der Ausgangsstellung halten zu können. Die Belastungsfähigkeit der Muskulatur geriet bei der Erhaltung der Verankerung der LWS an ihre Grenzen, die stärksten Belastungserscheinungen traten im Bereich der rechten Wadenmuskulatur auf. Die Patientin gab nach dem Abbruch Schwindel, ausgelöst durch die

Hyperventilation, und allgemeine Kraftlosigkeit an.

Die Herzfrequenz normalisierte sich innerhalb von 5 Minuten.

Intervention 5

Werte vor der Behandlung:	
Borg-Skala:	12
O ₂ -Sättigung:	99%
Herzfrequenz:	81/min

Kreisel ohne Unterlagerung

Übungseinheit 1: 8 min Stehen auf dem Kreisel in Normspur

Gleichgewichtstraining mit Hubfreier Brustkorbbrotation, Abb. 13
als Steigerung eine Kombination mit der Übung „Fahrstuhl“,
siehe Abb. 14

Werte nach der ersten Sequenz: O ₂ / HF	99% /111/min
--	--------------

Übungseinheit 2: 12 min Stehen auf dem Kreisel mit + Spurbreite
Übungsauftrag siehe Übungseinheit 1, siehe Abb. 14

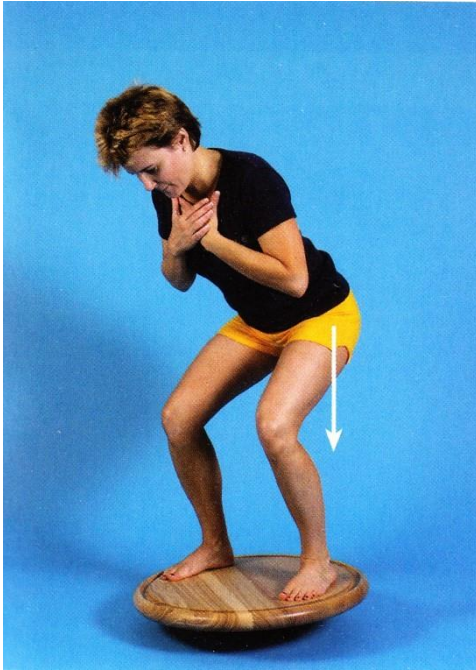


Abb. 14: Fahrstuhl, Breitspur. Quelle: ebd.:113

Werte nach der Behandlung:	
Borg-Skala:	16
O ₂ - Sättigung:	99%
Herzfrequenz:	106/min

Mit Änderung der zweiten USF, erfolgte ein Training im Rahmen der Stützprophylaxe und eine Vorbereitung auf das Bücktraining, in dieser Trainingseinheit wurde mehr Stabilität in der WS und die Verbesserung der Koordination zwischen den einzelnen Körperabschnitten abgefordert. Die im Status erwähnte Atrophie der Oberschenkelmuskulatur, welche bei der exzentrischen Muskelarbeit den Hauptanteil trägt, wird dabei sensomotorisch beansprucht und trainiert.

Die Patientin gewann beim Üben mit der + Spurbreite an Sicherheit. Unter geringerer Schmerzintensität in der Muskulatur, konnte die KLA länger gehalten werden. Durch die

Veränderung des Übungsauftrages entstanden Gleichgewichtsreaktionen, welche die Patientin zunehmend besser durch Gegenbewegungen und schnellere Muskelansteuerungen kompensieren konnte.

Intervention 6

Werte vor der Behandlung:

Borg-Skala:	10
O ₂ -Sättigung:	99%
Herzfrequenz:	74/min

Kreisel ohne Unterlagerung

Übungseinheit 1: 15 min Stehen auf dem Kreisel in Normspur
Gleichgewichtstraining mit Hubfreier Brustkorbbrotation
und Anteversionsstellung der Arme in der Normspur

Werte nach der ersten Sequenz: O ₂ / HF	99%/ 81/min
--	-------------

Übungseinheit 2: 5 min Stehen auf dem Kreisel mit + Spurbreite
gleicher Übungsauftrag, siehe Einheit 1

Werte nach der Behandlung:

Borg-Skala:	18
O ₂ - Sättigung:	96%
Herzfrequenz:	120/min

In der zweiten Übungseinheit hatte die Patientin unter Anwendung der Rotationsbewegungen, sehr viel Mühe ihre KLA vertikal einzuordnen und die Gleichgewichtsreaktion, durch das + Gewicht (Arme in Vorhalte), abzufangen. Die Ausgangsstellung wurde mehrfach aufgegeben. Atem-, Herzfrequenz und die gefühlte Belastungsintensität (siehe Werte nach der Behandlung) erhöhten sich deutlich, was die Patientin an ihre Leistungsgrenze führte. Durch die Veränderung des Lastarmes (veränderte Armstellung) kam es zu einer Spannungsverstärkung in der Muskulatur der LBH-Region. Der muskuläre Schmerz in der LWS nahm zu wodurch die lumbosacrale Verankerung nicht aufrecht gehalten werden konnte. Diese Trainingsbelastung wurde gewählt, um eine ADL-Belastung wie z.B. Kartoffeln schälen oder abwaschen, zu simulieren.

Die Übungsauswahl in den Interventionen 7 und 8 erfolgten, unter dem Gesichtspunkt der Verbesserung der koordinativen Kraftentwicklung innerhalb eines Bewegungsablaufes.

Diese Varianten zielen auf eine weitere Verbesserung der intra- und intermuskulären Koordination der Bein-, Fuß- und der Wirbelsäulenmuskulatur durch konzentrische und exzentrische Muskelbewegungen, welche die LBH-Region stabilisieren, ein Bücktraining und das Heben von Lasten muskulär vorzubereiten.

Intervention 7

Werte vor der Behandlung:

Borg-Skala:	8
O ₂ -Sättigung:	97%
Herzfrequenz:	87/min

Kreisel ohne Unterlagerung

Übungseinheit 1: 10 min Stehen auf dem Kreisel in Normspur
Gleichgewichtstraining mit Murmel, dann Übung „Schaukellift“,
siehe Abb. 15

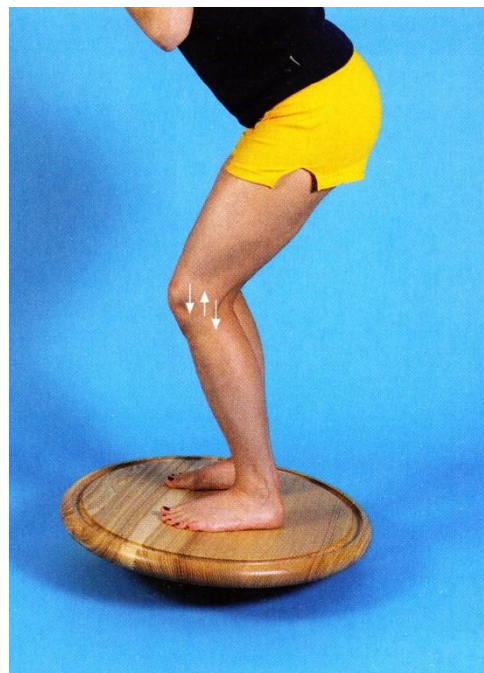
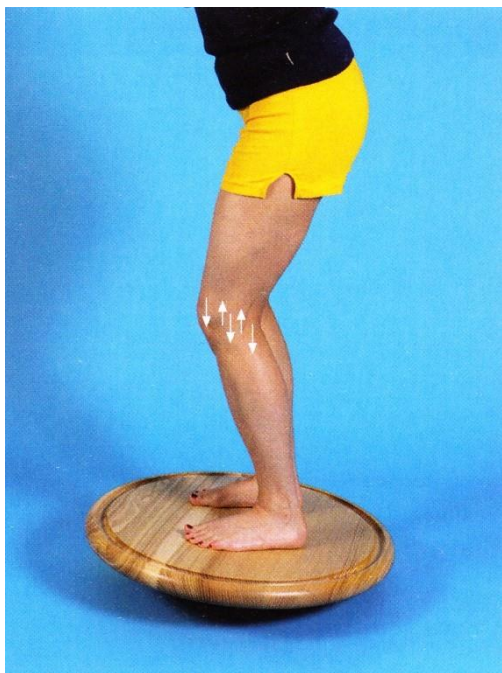


Abb. 15: Schaukellift, Normspur. Quelle: ebd.:109

Werte nach der ersten Sequenz: O ₂ / HF	98% / 112/min
--	---------------

Übungseinheit 2: 10 min Stehen auf dem Kreisel mit + Spurbreite
 Übungsauftrag siehe Einheit 1, siehe Abb. 15

Werte nach der Behandlung:	
Borg-Skala:	13
O ₂ -Sättigung:	99%
Herzfrequenz:	110/min

Bei der zweiten Übungseinheit gab die Patientin wieder Zugschmerz in der Wadenmuskulatur an (nach dem „Schaukellift“). Sie kam an die konditionelle Belastungsgrenze, setzte aber die Übung bis zum Ende fort. Die benötigte Ruhephase fiel länger als üblich aus, die Patientin musste sich noch weitere 10 Minuten im Wartezimmer erholen.

Intervention 8

Werte vor der Behandlung:	
Borg-Skala:	10
O ₂ -Sättigung:	99%
Herzfrequenz:	100/min

Kreisel ohne Unterlagerung

Übungseinheit 1: 10 min Stehen auf dem Kreisel in Normspur
 Gleichgewichtstraining mit Hubfreier Mobilisation und Übung
 „Buckelpiste“ mit und ohne verschränkte Arme, siehe Abb. 16
 (erste Übungseinheit, aber in Normspur, keine Abb.)

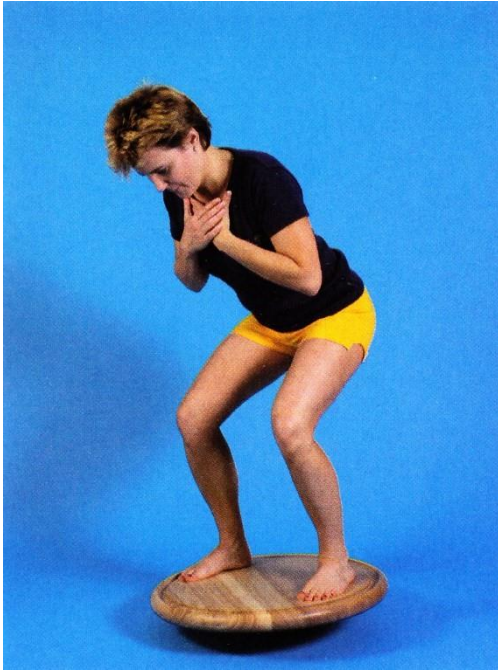


Abb.16: Buckelpiste, Breitspur. Quelle: ebd.:111

Werte nach der ersten Sequenz: O ₂ / HF	98%/ 116/min
--	--------------

Übungseinheit 2: 10 min Stehen auf dem Kreisel mit + Spurbreite
 Übungsauftrag siehe Einheit 1, siehe Abb. 16

Werte nach der Behandlung:	
Borg-Skala:	13
O ₂ -Sättigung:	98%
Herzfrequenz:	110/min

Die Belastungsgrenze der Patientin wurde wieder erreicht. Nach der zweiten Übungseinheit erhöhte sich die Atemfrequenz. Der Übungsauftrag mit „verschränkten Armen“ konnte nicht mehr korrekt ausgeführt werden. Nach dem Üben kam es zu einer stärkeren Schmerzbelastung im LWS-Bereich.

Intervention 9

Werte vor der Belastung:	
Borg-Skala:	10
O ₂ -Sättigung:	97%
Herzfrequenz:	97/min

Kreisel ohne Unterlagerung

Übungseinheit 1: 10 min Stehen auf dem Kreisel in Normspur
Gleichgewichtstraining und „Murmel platzieren“ zwischen 3 und 9
Uhr ; teilweise mit verschränkten Armen

Werte nach der ersten Sequenz: O ₂ / HF	99%/100/min
--	-------------

Übungseinheit 2: 10 min Stehen auf dem Kreisel mit + Spurbreite
Übungsauftrag siehe Einheit 1

Werte nach der Behandlung:	
Borg-Skala:	16
O ₂ -Sättigung:	92%
Herzfrequenz:	118/min

Begründet durch die Konzentration darauf, die Kugel genau zu platzieren, war die Patientin stark erschöpft. Die Einordnung der KLA konnte nicht mehr gehalten werden, was dazu führte, dass die Gleichgewichtsreaktionen zunehmend schwerer abgefangen werden konnten. Zeitweise musste sie den Kreisel verlassen. Auf Grund der Belastung auf die Gleichgewichtsreaktionen zu reagieren und die Murmel zu lenken, kam es zu einer Überbelastung des sensomotorischen Systems. Die Herzfrequenz und die Belastungseinschätzung erhöhten sich. Die Präzision bei der Ausführung der Übung mit diesem externen Focus war für die Patientin schwer zu erlernen. Um die Patientin weiter im Trainingsprogramm zu halten und nicht zu überfordern, wurde auf eine schon bereits angewendete Übung der ersten Übungseinheit aus der Intervention 10 zurückgewechselt. In der ersten Übungseinheit hatte die Patientin mehr Schwierigkeiten die Gleichgewichtsreaktionen abzufangen. Dies führte dazu, dass die Übung wiederholt neu instruiert werden musste, trotz der Schwierigkeiten gelang es der Patientin die Übungen gut umzusetzen. Die Einordnung der KLA konnte, von ihr erhalten werden. Der zweite Teil der Übungseinheit, das „Segmentmurmeln“, fiel der Patientin viel aufgrund der Verlagerung des Behandlungstermins auf den Nachmittag, ähnlich wie in der Intervention 9, schwerer.

Intervention 10

Werte vor der Behandlung:

Borg-Skala:	10
O ₂ -Sättigung:	99%
Herzfrequenz:	67/min

Kreisel ohne Unterlagerung

Übungseinheit 1: 10 min Stehen auf dem Kreisel in Normspur
Gleichgewichtstraining mit Hubfreier Brustkorbrotation

Vorderfüße auf der Querachse des Kreisels; teilweise Arme
verschränkt.

Werte nach der ersten Sequenz: O ₂ / HF	99%/96/min
--	------------

Übungseinheit 2: 10 min Stehen auf dem Kreisel mit + Spurbreite Patientin
erhielt Übungsauftrag „Segmentmurmeln“, siehe Abb.
17



Abb.17: Segmentmurmeln, Breitspur. Quelle: ebd.:97

Werte nach der Behandlung:

Borg-Skala:	12
O ₂ - Sättigung:	99%
Herzfrequenz:	96/min

Subjektive Einschätzung der Patientin über ihre Verbesserung der Ausdauerleistung.

Nach der Hälfte des Behandlungszeitraums erfolgte, zusätzlich zu den Tests, eine subjektive Einschätzung der Patientin, über die eigenen Fortschritte durch die Interventionen. Trainingsbasiert konnte sie sehr viel sicherer länger Stehen, was es ihr ermöglichte, die Tätigkeiten im Haushalt selbstständiger und sicherer erledigen zu können, ohne diese durch belastungsbedingte Ermüdung ständig unterbrechen zu müssen. Kürzere Gehstrecken konnte sie nun ohne die Hilfe ihres Mannes bewältigen. Objektiv hatte sie ein verbessertes Gangbild. Die Einstellung in die KLA kann länger gehalten werden und sie gab keinerlei Schmerzen oder ein Kraftdefizit an. Eine Drehpunktverschiebung im Hüft- und Kniegelenk war nicht mehr zu erkennen. Die + Spurbreite verringerte sich beim Gehen. Im Vergleich zum Eingangsstatus erhöhte sich die Schrittkadenz auf 112 Schritte pro Minute.

Intervention 11

Werte vor der Behandlung:

Borg-Skala:	8
O ₂ -Sättigung:	99%
Herzfrequenz:	74/min

Kreisel ohne Unterlagerung

Übungseinheit 1: 10 min Stehen auf dem Kreisel mit + Spurbreite

Gleichgewichtstraining; Kreisel neigt in Stundenabstand;

Körperlängsachse vor und zurück.

Werte nach der ersten Sequenz: O ₂ / HF	96%/114/min
--	-------------

Übungseinheit 2: 5min Schrittstellung Tandemstand linkes Bein vor, 5min Schrittstellung Tandemstand rechtes Bein vor.

Erste Übungseinheit im Tandemstand, siehe Abb. 18

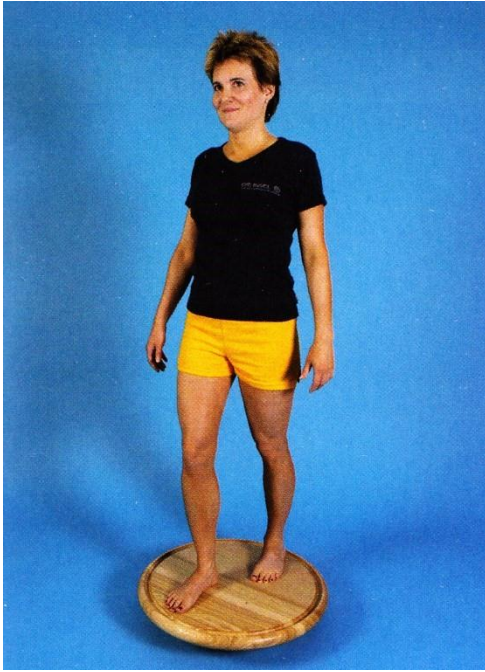


Abb.18: Tandemstand, Schrittstellung: Quelle: ebd.:105

Werte nach der Behandlung:

Borg-Skala:	16
O ₂ -Sättigung:	96%
Herzfrequenz:	126/min

Trotz der sichtbaren Defizite der Patientin beim Üben mit dem externen Focus, wurde in dieser Intervention die sekundäre USF verändert, um einen zusätzlichen Trainingseffekt bei der Rechts-links-Stabilität zu erhalten und Verringerung der + Spurbreite im Gangbild der Patientin zu erzielen.

Nach den ersten fünf Minuten der Übung, in der Schrittstellung (Abb. 18), benötigte die Patientin eine Pause von drei Minuten. Sie gab einen verstärkten Drehschwindel an. Beim Training erhöhte sich ihre Atemfrequenz zunehmend, nach der kurzen Pause sank diese und sie konnte weiter die Übung erarbeiten. Während des Übungsablaufes geriet sie wiederholt schnell an die Belastungsgrenze. Sie gab Schmerzen in der LBH-Region und in den *Mm.gastrocnemii* an. Die aufrechte Haltung und der Erhalt der Aufrichtung der KLA konnten über die Dauer der Übungseinheit nicht gehalten werden.

Die benötigte Regenerationszeit musste nach der Behandlung um weitere fünf Minuten erweitert werden.

Intervention 12

Werte vor der Behandlung:

Borg-Skala:	14
-------------	----

O ₂ -Sättigung:	99%
Herzfrequenz:	73/min

Kreisel ohne Unterlagerung

Übungseinheit 1: 10 min Stehen auf dem Kreisel mit + Spurbreite
Gleichgewichtstraining Buckelpiste, siehe Abb. 16

Abbruch der Behandlung nach fünf Minuten seitens der Patientin und des Therapeuten.

Werte nach der Behandlung:	
Borg-Skala:	18
O ₂ -Sättigung:	99%
Herzfrequenz:	134/min

Während des Übens trat bei der Patientin ein verstärkter Drehschwindel auf, zudem erwähnte sie Kreislaufprobleme wie Atemnot. Es kam zu einer deutlichen Erhöhung der Messwerte.

Die durch den Kreisel ausgelösten Gleichgewichtsreaktion, konnten von ihr nicht abzufangen oder muskulär beantwortet werden. Hierdurch kam es zum wiederholten Abbruch, die Übung musste neu instruiert werden.

Intervention 13

Werte vor der Behandlung:	
Borg-Skala:	10
O ₂ -Sättigung:	98%
Herzfrequenz:	70/min

Kreisel ohne Unterlagerung

Übungseinheit 1: 10 min Stehen auf dem Kreisel mit + Spurbreite
Gleichgewichtstraining; Murrel platzen und Segmentmurreln,
siehe Abb. 12 + 17

Werte nach der ersten Sequenz: O ₂ / HF	99%/107/min
--	-------------

Übungseinheit 2: 5 min Schrittstellung Tandemstand linkes Bein vor
 5 min Schrittstellung Tandemstand rechtes Bein vor
 Gleichgewichtstraining mit leichter Gewichtsverlagerung vor und
 zurück

Werte nach der Behandlung:	
Borg-Skala:	16
O ₂ -Sättigung:	95%
Herzfrequenz:	82/min

In dieser Übungseinheit gelang es der Patientin besser, die gestellten Aufgaben zu erfüllen. Die Übungen mit dem externen Focus konnte sie besser umsetzen und muskulär länger halten. Dies bedeutete eine deutliche Steigerung in der Belastungsintensität. Der Wechsel der USF erfolgte fließend. Nach der Behandlung trat nur noch ein leichtes Schwindelgefühl auf. Die muskuläre Stabilisation konnte in allen Gelenken gehalten werden, intensitätsbedingt dauerte die Erholungsphase etwas länger.

Durch diese, von der Patientin bestätigte Verbesserung im Bewegungsverhalten, erweiterten sich in der nächsten Intervention durch das Rotieren des Brustkorbes die Trainings- und Lernziele. Die aus der dritten Intervention angegebenen Ziele, werden erweitert durch die Verbesserung der dynamischen Stabilisation des Brustkorbes und der lumbosacralen Verankerung, welche maßgeblichen Einfluss auf die Kriterien, wie z.B. Aufrechterhaltung der KLA und den Einsatz des Armschwunges, beim Gang haben.

Intervention 14

Werte vor der Behandlung :	
Borg-Skala :	12
O ₂ -Sättigung :	98%
Herzfrequenz :	86/min

Kreisel ohne Unterlagerung

Übungseinheit 1: 10 min Stehen auf dem Kreisel in Normspur
 Gleichgewichtstraining mit Hubfreier Brustkorbrotation Abb. 16
 und Vor- und Rückrotieren, siehe Abb. 19

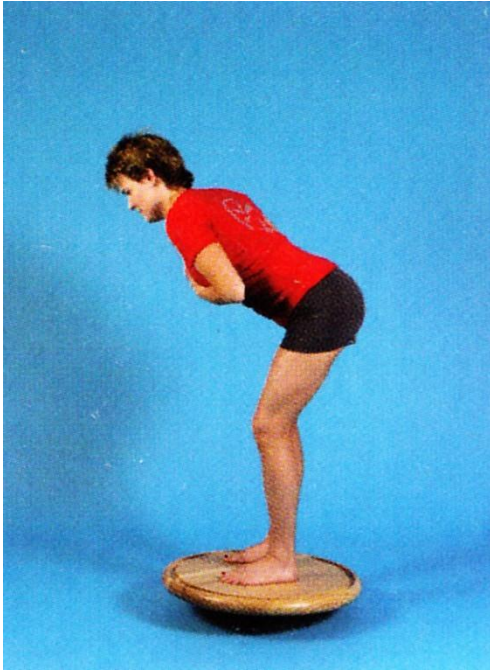


Abb.:19; Vor-/ Rückrotieren, Normspur. Quelle: ebd.:135

Werte nach der ersten Sequenz: O ₂ / HF	99%/96/min
--	------------

Übungseinheit 2: 5 min Schrittstellung Tandemstand linkes Bein vor
 5 min Schrittstellung Tandemstand rechtes Bein vor
 Gleichgewichtstraining mit Hubfreier Brustkorbtrotation, s. Abb. 16

Werte nach der Behandlung:	
Borg-Skala:	16
O ₂ -Sättigung:	98%
Herzfrequenz:	77/min

Diese Übungseinheiten stellten keine zu hohen Anforderungen an die Patientin. Ihre Aufgabe bestand darin, die KLA während des Rotierens stabil zu halten und bei der Vor- und Rückrotation, trotz der Veränderung des Lastarmes, die Gleichgewichtsreaktion abzufangen und muskulär zu beantworten. Durch diese Anforderungen geriet die Patientin an ihre Belastungsgrenze. Nach der Behandlung gab sie leichten Drehschwindel und Schmerz in der LBH-Region an.

Intervention 15

Werte vor der Behandlung:

Borg-Skala:	14
O ₂ -Sättigung:	89%
Herzfrequenz:	102/min

Kreisel ohne Unterlagerung

Übungseinheit 1: 10 min Stehen auf dem Kreisel in Normspur

Gleichgewichtstraining; Wiederholung der Übung Hubfreie

Brustkorbtrotation mit Vor- und Rück rotieren, siehe Abb. 19 und die

Übung „Griff zu den Sternen“, siehe Abb. 20

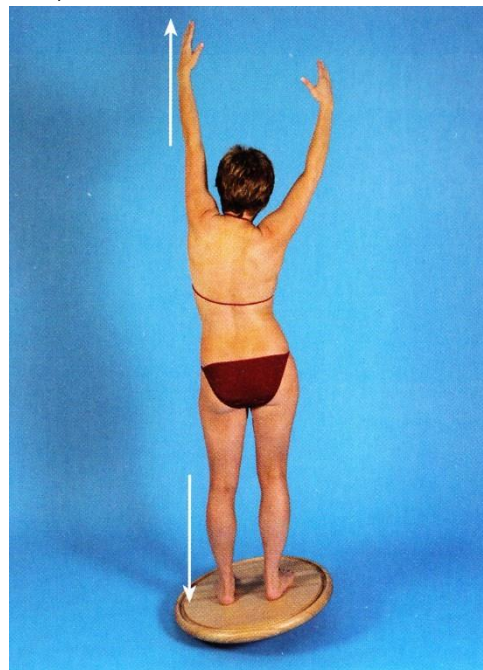
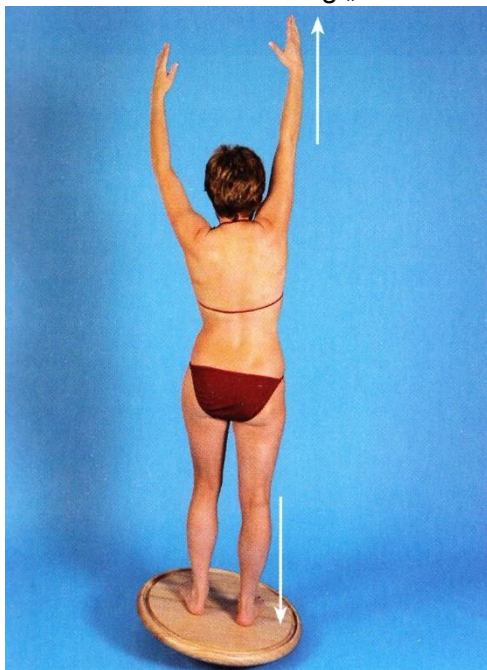


Abb.:20: Griff zu den Sternen. Quelle:ebd.:139

Werte nach der ersten Sequenz: O₂ / HF

95%/105/min

Übungseinheit 2: 5 min Schrittstellung Tandemstand linkes Bein vor
5 min Schrittstellung Tandemstand rechtes Bein vor
Gleichgewichtstraining; Gewichtverlagerung vor/rück und das
vorgestellte Bein hat nur noch Fersenkontakt, siehe Abb. 21

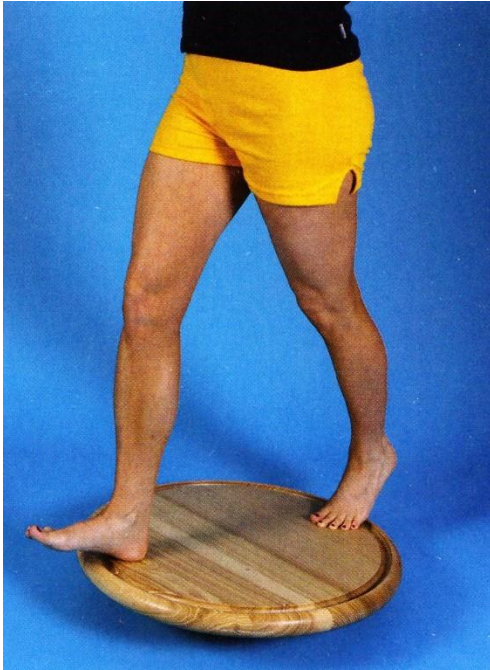


Abb.:21: Tandemstand, Schrittstellung, Schrittvergrößerung. Quelle: ebd.:105

Werte nach der Behandlung:

Borg-Skala:	16
O ₂ -Sättigung:	98%
Herzfrequenz:	95/min

In der Intervention 14 wurden die Anforderungen an die Patientin gesteigert. Durch die Kombination mehrerer Übungen wurde das sensomotorische System der Patientin weiter gefordert, der Focus wurde auf Koordination und die Mobilisation der Hüftgelenke gelegt.

Zielwirkung war die Mobilisation der Lateralflexion der LWS bds., was eine differenzierte segmentale Stabilisationsleistung der Muskulatur ermöglicht.

Die Behandlungseinheit war für die Patientin anspruchsvoller als die vorangegangenen. Sie hatte Mühe die Aufrichtung der KLA zu erhalten. Bei der Übung „Griff zu den Sternen“ musste sie die Bewegung wiederholt unterbrechen, um die Gleichgewichtsreaktionen anzufangen und auf diese reagieren zu können. Wiederum gab sie einen Schmerz und Ermüdung in der Wadenmuskulatur beidseits an.

Intervention 16

Werte vor der Behandlung:

Borg-Skala:	12
O ₂ -Sättigung:	98%

Herzfrequenz:

77/min

Kreisel ohne Unterlagerung

Übungseinheit 1: 10 min Stehen auf dem Kreisel mit + Spurbreite
Gleichgewichtstraining; in Verbindung mit Bücktraining,
Aufheben eines Gegenstandes vom Boden, siehe Abb. 22

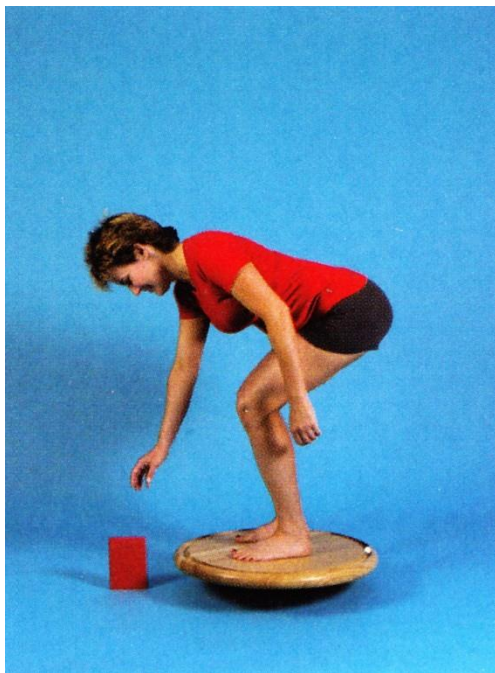


Abb.:22: Bücktraining Quelle: ebd.:131

Werte nach der ersten Sequenz: O₂ / HF
99%/97/min

Übungseinheit 2: 5 min Schrittstellung Tandemstand linkes Bein vor
5 min Schrittstellung Tandemstand rechtes Bein vor
Gleichgewichtstraining; in dieser Ausgangsstellung
mit der Murmel kreisen, vgl. Abb. 12

Werte nach der Behandlung:

Borg-Skala: 15

O₂-Sättigung: 98%

Herzfrequenz: 106/min

Das Ziel der ersten Übungseinheit ist das differenzierte Bücken unter erschwerten Gleichgewichtsverhältnissen zu verbessern und die Stabilisationsfähigkeit der Beinmuskulatur unter Belastung zu erhöhen. Da die Patientin sich nur unter zu

Hilfenahme der Arme bücken kann, war diese Übung eine große Herausforderung an ihr sensomotorisches System und ihre Gleichgewichtsfähigkeit. Die dynamische Stabilisation der BWS wird gefordert und die *Mm.ischiocrurales* wird im exzentrischen arbeiten intensiver angesprochen.

Die Patientin hatte große Mühe die KLA bei dieser Übung stabil und dabei in der horizontalen Ebene zu halten. Hierbei die Gleichgewichtsreaktionen zu kontrollieren, war die größte Herausforderung. Die Kontrolle der Schrittstellung gelang der Patientin gut. Durch die besonders geforderte exzentrische Anspannung des *M. quadrizeps*, gelang die Patientin an ihre Belastungsgrenze.

Intervention 17

Werte vor der Behandlung:

Borg-Skala:	12
O ₂ -Sättigung:	99%
Herzfrequenz:	78/min

Kreisel ohne Unterlagerung

Übungseinheit 1: 10 min Stehen auf dem Kreisel in Normspur

Gleichgewichtstraining mit der Übung „Libelle“, langsames
Übungstempo, siehe Abb. 23

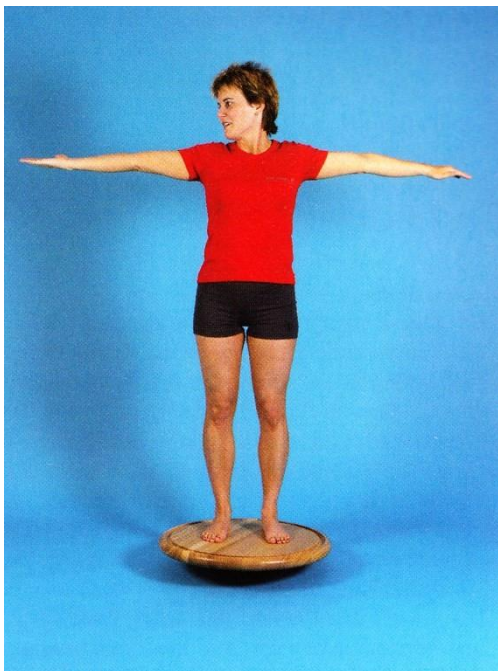
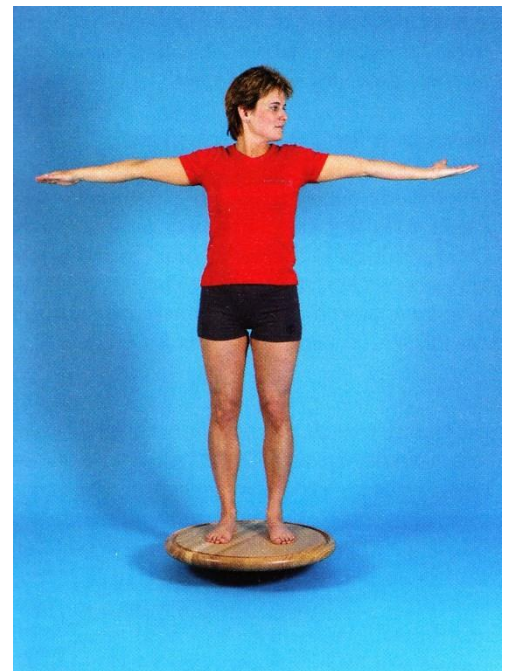


Abb. 23: Die Libelle. Quelle: ebd.:141



Werte nach der ersten Sequenz: O ₂ / HF	98 %/114/min
--	--------------

Übungseinheit 2: 5 min Schrittstellung Tandemstand linkes Bein vor
5 min Schrittstellung Tandemstand rechtes Bein vor
Gleichgewichtstraining; der vordere und der hintere Fuß schauen
über den Kreiselrand hinaus, siehe Abb. 21

Werte nach der Behandlung:	
Borg-Skala:	18
O ₂ -Sättigung:	97%
Herzfrequenz:	118/min

Das Trainingsziel bei der Übung „Die Libelle“ erweiterte sich auf den CTÜ, über eine gesteigerte Mobilisation in diesen Bereich und auf das Schultergelenk mit der die Rotatorenmanschette aktiviert wird.

Die beiden Übungseinheiten der 17. Intervention stellten wiederum große Anforderung, nicht nur an die gesamte Muskulatur, sondern auch an das gesamte Vestibularsystem der Patientin. Die Herzfrequenz und der Wert der der Borg-Skala erhöhten sich, im Vergleich zu den vorangegangenen Interventionen. Die Patientin motivierte sich trotz erreichter Belastungsgrenze die Übung fortzusetzen. Das Stehen im Tandemstand mit der verringerten Kontaktfläche konnte nur unter großer Anstrengung labil gehalten werden. Durch die erhöhte Anstrengung kam zu einem anspannungsbedingtem Schmerz in den *Mm.gastrocnemii*.

Intervention 18

Werte vor der Behandlung:	
Borg-Skala:	12
O ₂ -Sättigung:	97%
Herzfrequenz:	81/min

Kreisel ohne Unterlagerung

Übungseinheit 1: 10 min Stehen auf dem Kreisel in Normspur
Gleichgewichtstraining durch zwei Übungen im Wechsel
„Griff nach den Sternen“ Abb. 20 und „Die Libelle“ Abb. 23

Werte nach der ersten Sequenz: O ₂ / HF	99%/94/min
--	------------

Übungseinheit 2: 5 min Schrittstellung Tandemstand linkes Bein vor
5 min Schrittstellung Tandemstand rechtes Bein vor
Gleichgewichtstraining; vordere Bein steht am Kreiselrand, üben mit der Murrel, siehe Abb. 21 und Abb. 12

Werte nach der Behandlung:	
Borg-Skala:	18
O ₂ -Sättigung:	99%
Herzfrequenz:	104/min

Trotz der erhöhten Schwierigkeiten für die Patientin in der 17. Intervention, wurden die muskulären und sensomotorischen Anforderungen durch einen fließenden Wechsel zwischen mehreren Übungen kontinuierlich erhöht. Auf die verschiedenen Übungsintervalle konnte die Patientin gut antworten und diese sicher umsetzen.

Durch den Wechsel auf die Übungssequenzen der ersten Intervention, erhöhte sich der Spannungszustand in der LBH-Region, der muskulär ausreichend beantwortet werden konnte. Sie fühlte sich sicherer, besonders im Tandemstand, erreichte aber wieder ihre konditionelle Belastungsgrenze, was aber dem Trainingswillen der Patientin keinen Abbruch gab. Der Stand auf dem Kreisel war stabiler und sie glied die Gleichgewichtsreaktionen gut aus.

Intervention 19

Werte vor der Behandlung:	
Borg-Skala:	12
O ₂ -Sättigung:	98%
Herzfrequenz:	74/min

Kreisel ohne Unterlagerung

Übungseinheit 1: 10 min Stehen auf dem Kreisel in Normspur
Gleichgewichtstraining; Hanteln abwechselnd rechts/links vor und zurück. Abb. 25 und Hanteln auf Schulterhöhe rechts/links. Abb. 24, im Wechsel.

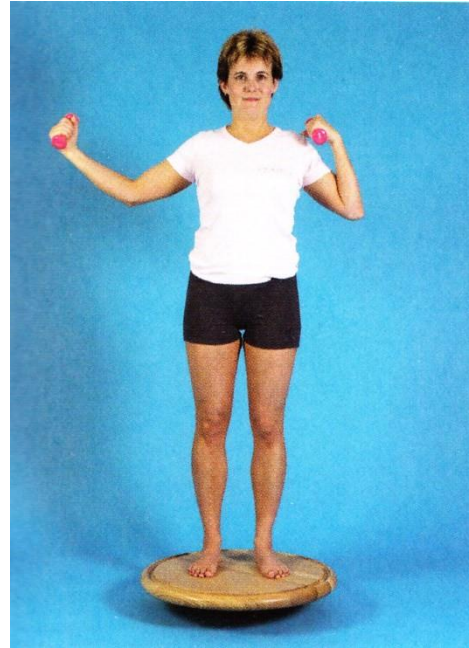
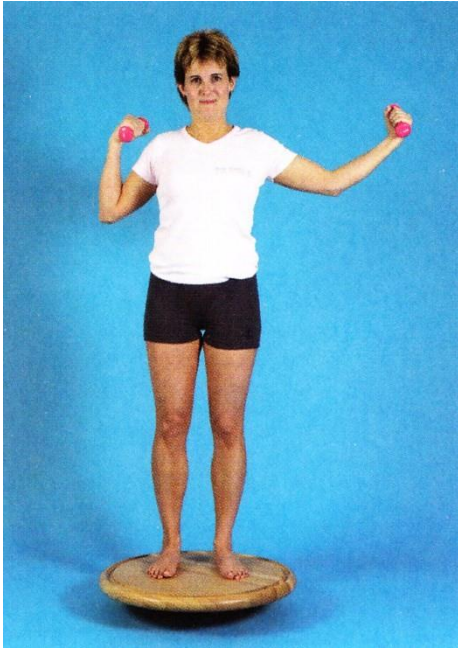


Abb.:24: Hanteln auf Schulterhöhe rechts / links. Quelle: ebd.:155

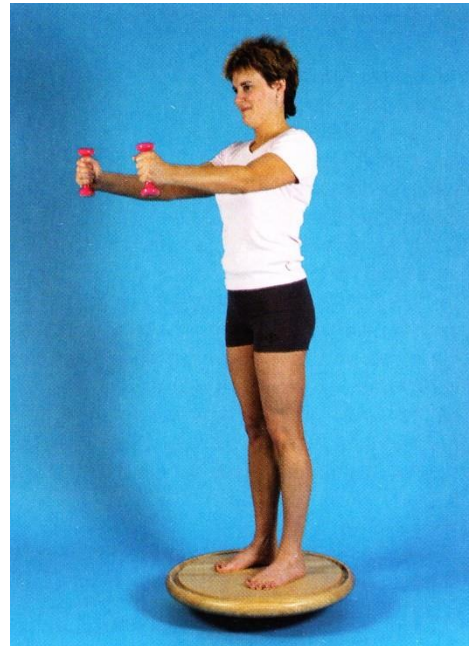
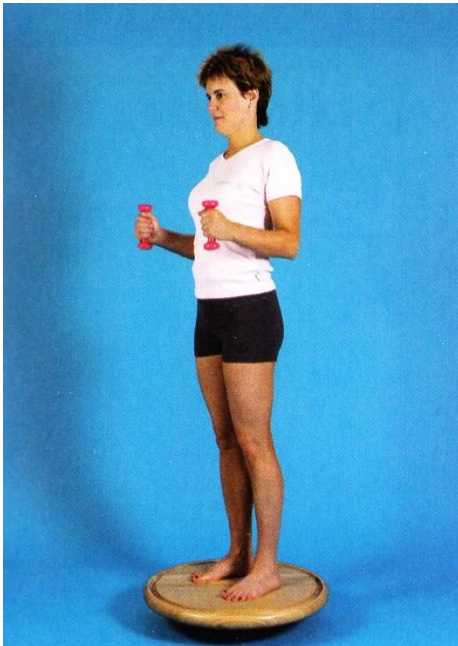


Abb.:25: Hanteln vor und zurück. Quelle: ebd.:147

Werte nach der ersten Sequenz: O_2 / HF	99%/88/min
---	------------

Übungseinheit 2: 5 min Schrittstellung Tandemstand, im Wechsel rechtes und linkes Bein vor
 Gleichgewichtstraining; siehe Übungseinheit 1
 5 min Standwaage vor und zurück, siehe Abb. 26

Werte nach der Behandlung:

Borg-Skala:	17
O ₂ -Sättigung:	98%
Herzfrequenz:	95/min

In der ersten Übungseinheit lag das Trainingsziel für die Patientin bei der Aktivierung der dorsalen Muskulatur durch Forcierung der lumbosacralen Verankerung und der extensorischen- dynamischen BWS-Aktivität unter wechselnder Belastung, welche im Hinblick auf die ADL-Belastungen ausgerichtet waren.

Besonders in der zweiten Übungseinheit hatte die Patientin vermehrt mit Gleichreaktionen zu kämpfen. Die Einordnung und Stabilisierung der KLA fiel ihr unter den Bedingungen der „Standwaage“ und deren differenzierten Gleichgewichtsreaktionen sehr schwer. Mehrmals konnte sie den Bewegungsauftrag nicht erfüllen und er musste neu instruiert werden. Trotz der großen Schwierigkeiten brach sie die Übung nicht ab. Trotz Erreichen der Belastungsgrenze, wollte die Patientin die Übung fortsetzen. Die Standwaage vor konnte sie nicht bis zum Ende trainieren. Die Hände vor der Brust zu kreuzen, war koordinativ zu anspruchsvoll.

Intervention 20

Werte vor der Behandlung:	
Borg-Skala:	12
O ₂ -Sättigung:	96%
Herzfrequenz:	67/min

Kreisel ohne Unterlagerung

Übungseinheit 1: 10 min Stehen auf dem Kreisel in Normspur
Gleichgewichtstraining; mit geschlossenen Augen, auf Kommando

Werte nach der ersten Sequenz: O ₂ / HF	97%/137/min
--	-------------

Übungseinheit 2: 10 min Stehen auf dem Kreisel
Gleichgewichtstraining mit der Übung Standwaage vor / zurück und Standwaage rechts / links. siehe Abb. 26

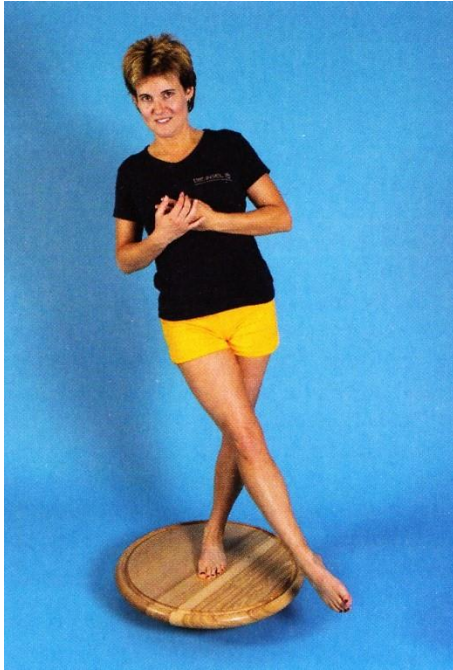


Abb.:26: Standwaage rechts / links. Quelle: ebd.:123

Werte nach der Behandlung:

Borg-Skala:	18
O2-Sättigung:	98%
Herzfrequenz:	115/min

Durch das Schließen der Augen wurde eine ganz neue Herausforderung an das sensomotorische System der Patientin gestellt. Diese letzte Intervention war die Schwierigste für die Patientin. Die Ermüdungsgrenze wurde in beiden Übungseinheiten schnell erreicht. Aufgrund der am Kraftlimit arbeitenden Muskulatur, kam zu größeren nur schwer zu kontrollierenden Gleichgewichtsreaktionen der Patientin. Durch die erhöhte Atemtätigkeit kam es zu einer starken Herz-Kreislauf-Belastung sowie leichten Schwindel.

3. Teil – Ergebnisse der Studie

3.1 Messungen und Resultate

Die Messungen wurden in Kontrollwerte und Ergebniswerte gegliedert.

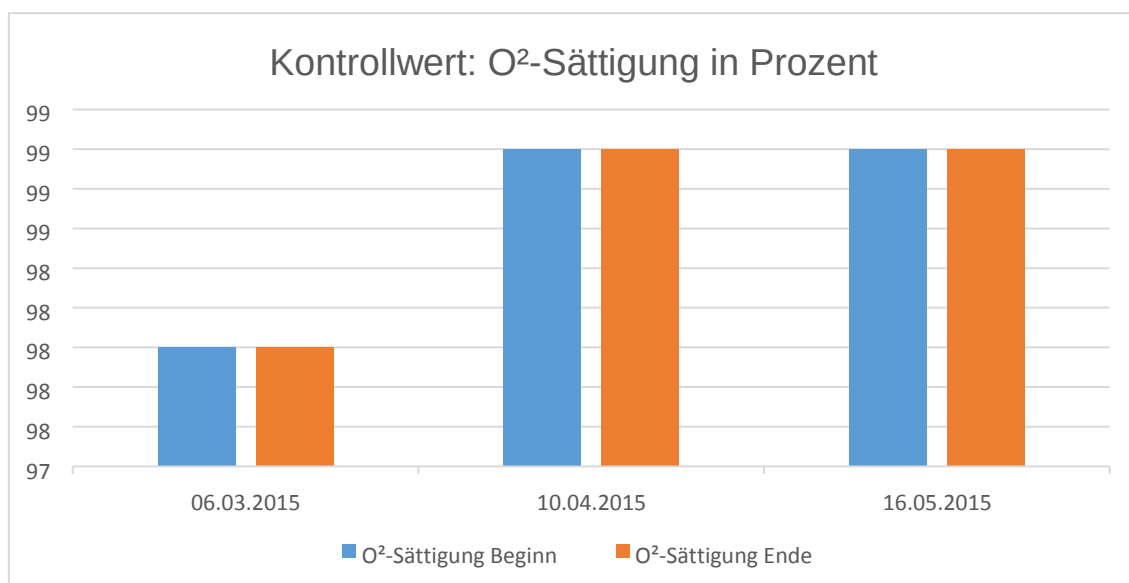
Die Kontrollwerte stellten zu jedem Zeitpunkt sicher, dass das durch die Krankheit vorgeschädigte Herz-Kreislauf-System, durch das Training und die Tests nicht überproportional strapaziert wurde.

Die Ergebniswerte beschreiben den Leistungszuwachs durch die angewandte Therapiemethode.

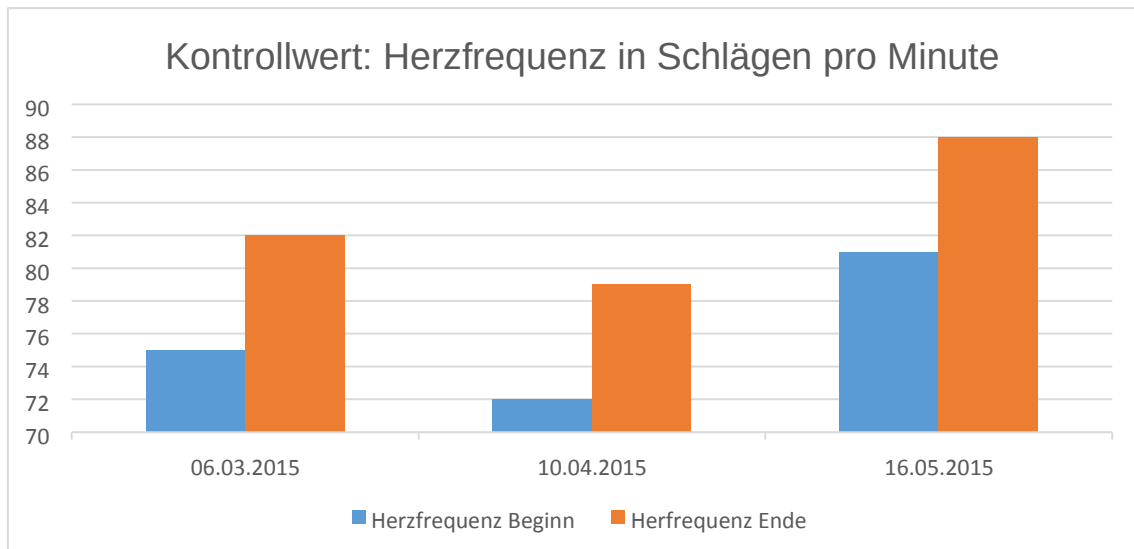
3.1.1 Diagramme und Auswertung der Testergebnisse des Timed-up-and-go-Tests

Dieser Test dient der Einschätzung der Patientin, zur Bestimmung ihrer Mobilität und Sturzgefährdung, wie unter Punkt 1.2.4.1 beschrieben. Die Patientin wurde dreimal, einen Tag vor dem 6-Minuten-Gehtest, in der Praxis getestet.

Zur Beurteilung der Gleichgewichtsfähigkeit bei dieser Probandin gibt es zwei Kontrollwerte und einen Ergebniswert, welche jeweils durch Diagramme dargestellt werden.

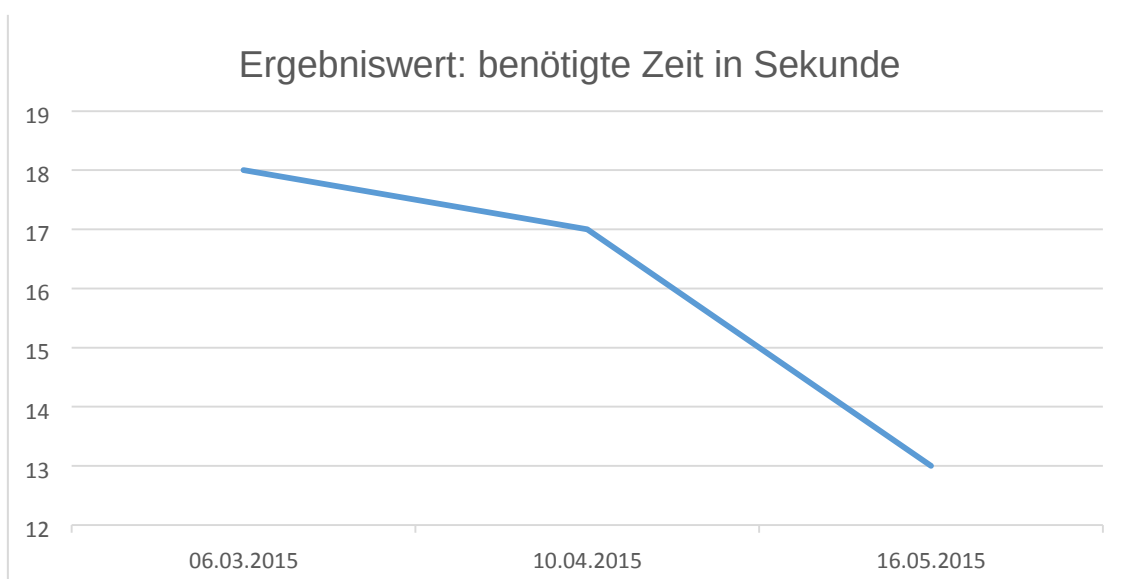


Die O²-Sättigung, gemessen durch ein Pulsoxymeter (siehe Abb. 5), zeigt die Messwerte an den einzelnen Testtagen. Es gibt keine relevanten Abweichungen. Diese Kontrollmessung zeigt keine Abweichungen, welche durch die bei der Patientin diagnostizierte Linksherzinsuffizienz hätten auftreten können. Die Patientin gab keine belastungsbedingte Atemnot oder eine Leistungsminderung in der Muskulatur an.



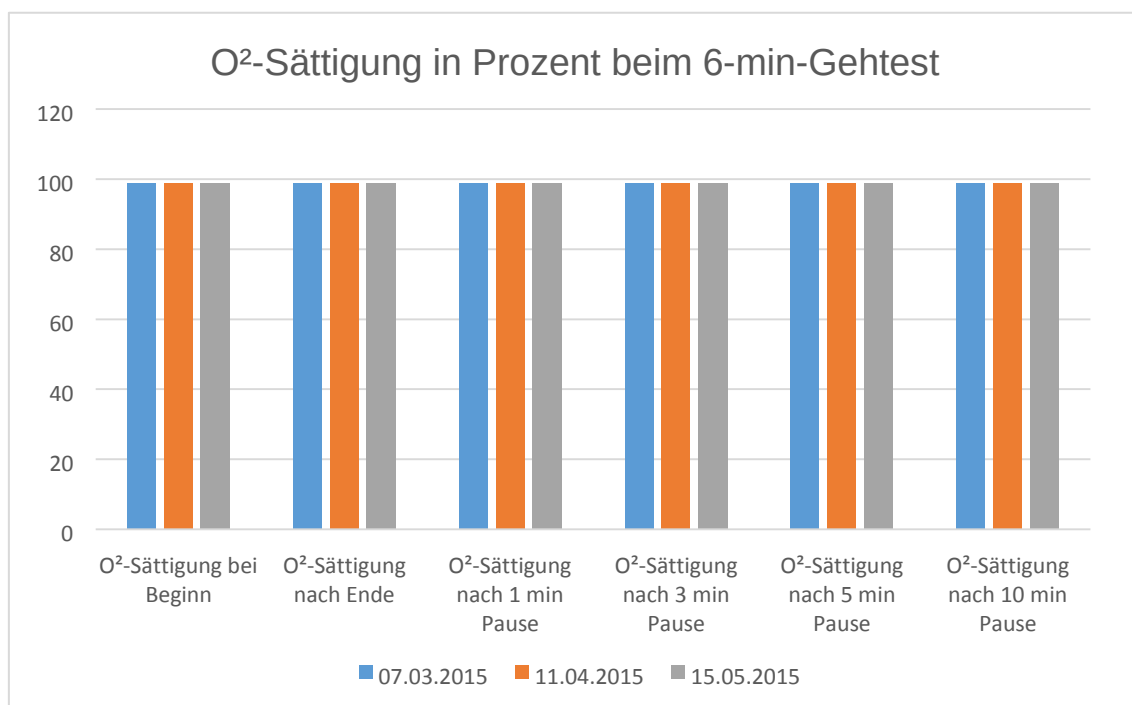
Auch die Herzfrequenz verhielt sich bei diesem Test ähnlich. Es gab keine signifikanten Schwankungen bei diesen Werten, sie waren zudem abhängig von der Tagesform. Zu messen war ein leichter Anstieg der Pulsfrequenz nach der Belastung über die DreiMeter-Wegstrecke, an allen drei Testtagen stieg diese um sieben Schläge pro Minute an.

Die Werte der ersten beiden Diagramme zeigen die Ergebnisse der Kontrollmessungen für die Belastung des Herz-Kreislauf-Systems. Da die, bei dieser Erkrankung entstandenen Rhythmusstörungen und die gesenkte Herztätigkeit sich bei der Patientin negativ auf das Ergebnis auswirken könnten und einen Abbruch der Belastung zur Folge gehabt hätten, wurden diese Testwerte ständig kontrolliert. Die gemessenen Daten blieben kontinuierlich und lagen im Rahmen der Erwartungen.

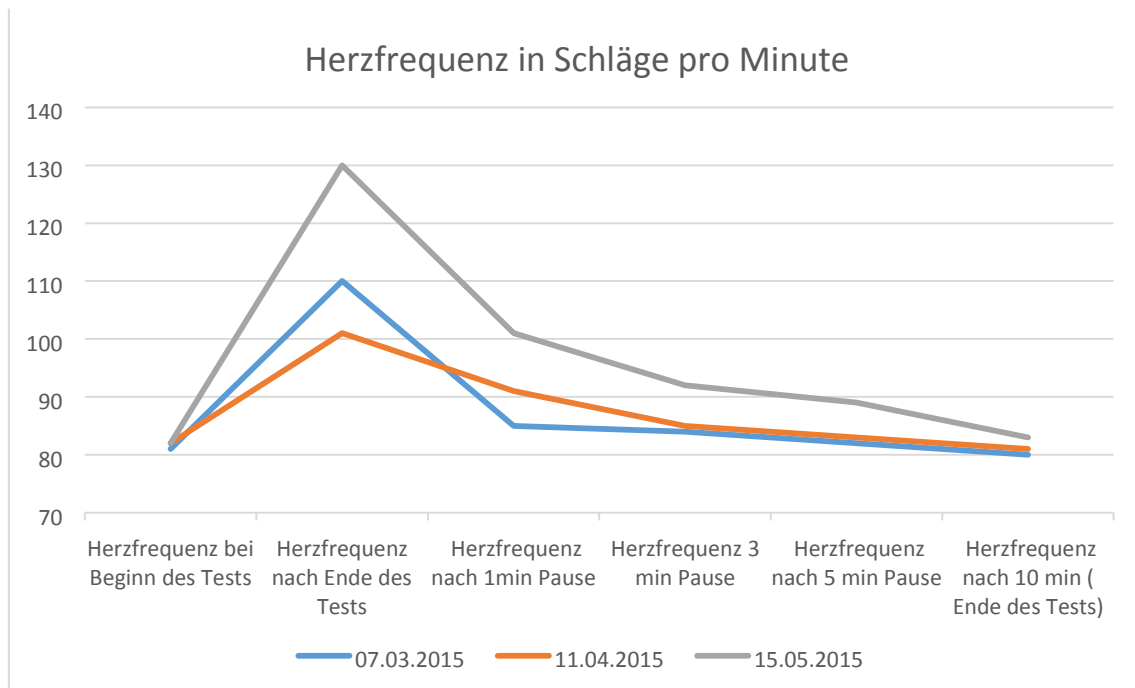


Ein positives Testergebnis ist auch bei der für den Test benötigten Zeit zu verzeichnen. Die Ergebnismessung bei diesem Diagramm verzeichnet eine Reduzierung der benötigten Zeit. Die benötigte Zeitdauer verkürzte sich zwischen dem ersten und letzten Testtag um 5 Sekunden. Bei der Betrachtung des Testzeitraumes konnte durch dieses Training eine signifikante Leistungssteigerung um 27,8 Prozent gemessen werden. Diese Steigerung resultiert auf die erhöhte Ausdauerfähigkeit der Beinmuskulatur der Patientin, welche auf das Training zurückzuführen ist. Nach Stufeneinteilung (Punkt 1.2.4.1) befinden sich Startwert und Endwert in der gleichen Stufe, signifikant für den Trainingserfolg ist aber, dass sich der Startwert mit 18 Sekunden an der Grenze zur nächst schlechteren Stufe befindet. Durch das Training konnte der Ergebniswert mit 12 Sekunden positiv in Richtung der nächst besseren und normalen Stufe gesteigert werden.

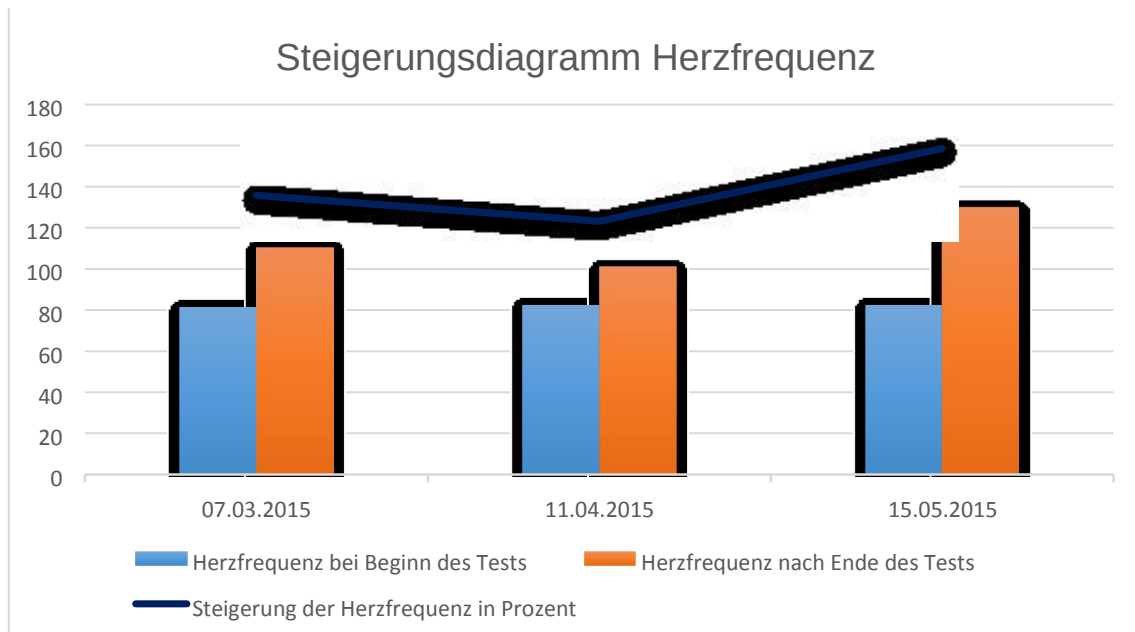
3.1.2 Diagramme und Auswertung der Testergebnisse des 6-Minuten-Gehtest



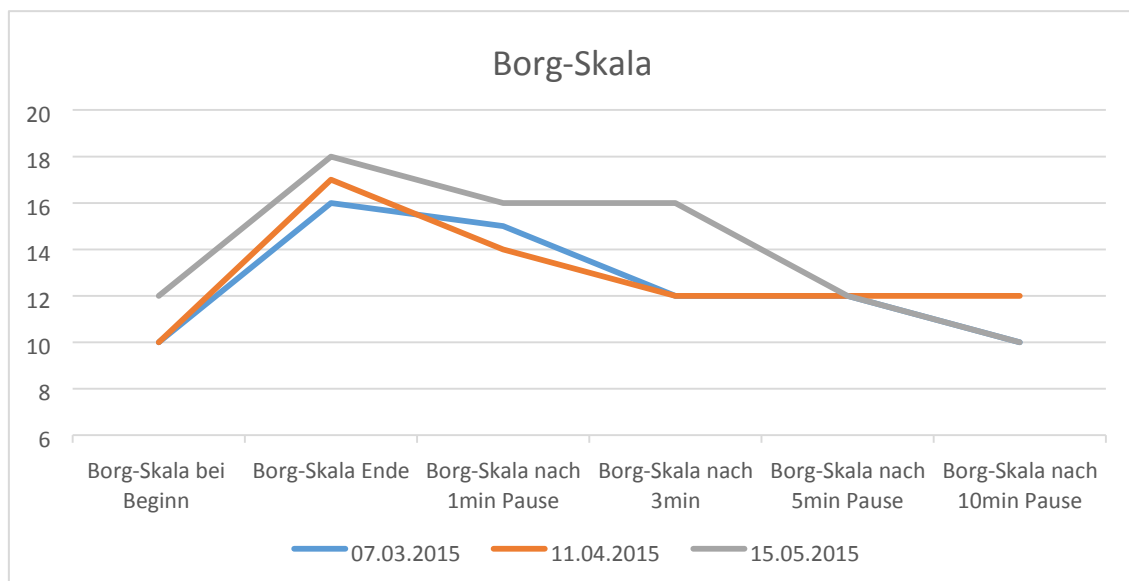
Auch bei diesem Test gab es zu keiner Zeit Schwankungen bei der O²-Sättigung, alle Testwerte, in jeder der drei Vergleichsmessungen, an jedem der drei Testtage, wiesen eine gleichbleibende Sättigung von 99 Prozent aus. Diese Werte wurden mit dem Pulsoxymeter protokolliert. Alle zeitversetzten Testwerte wiesen das gleiche Ergebnis aus. Wie schon bei dem Timed-up-and-go-Testdiagramm für die O²-Sättigung, handelt es sich auch hier um ein Kontrollwert für das Herz-Kreislauf-System. Nach der höchsten Belastung am Ende des Tests gibt es keine abweichenden Werte.



Bei diesen gemessenen Werten der Herzfrequenz zeigte sich von Testtag zu Testtag ein fast identisches Bild. Je nach Tagesform der Patientin, ergab sich zu Beginn der Messung, an allen Tagen, ein Messwert zwischen 81 und 82 Schlägen pro Minute. Diese Frequenz stieg am Ende der Intervention (Belastung) an allen Tagen im Vergleich zum Ausgangswert deutlich an, hier ergaben sich normale Messwerte zwischen 101 bis 130 Schlägen pro Minute. Das nachfolgende Diagramm zeigt die Steigerung, aber auch den erholungsbedingten Abfall dieser Herzfrequenzen im Verlauf der Testperiode. Die prozentualen Steigerungen liegen zwischen 35 Prozent und 58 Prozent der Schlagfrequenzen, nach der Belastung durch den 6-Minuten-Gehtest in der Sporthalle. Bereits nach einer Minute Pause und der darauffolgenden nächsten Messung, fielen die Werte wieder annähernd in den Normalbereich (siehe Herzfrequenz nach 1 Minute, oberes Diagramm). Ein weiterer Abfall der Herzfrequenzwerte ergab sich nach einer Pause von 3 Minuten und 5 Minuten nach der Messung. Nach 10 Minuten Pause fiel die Messung beim ersten und zweiten Wert sogar unter die Startfrequenz zu Beginn des Tests.



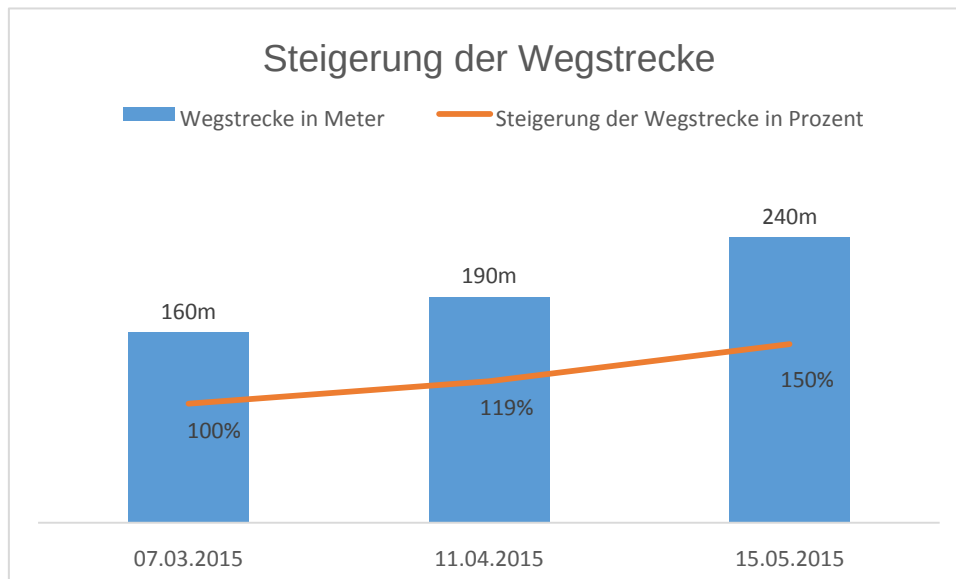
Die Bewertung des persönlichen Belastungsempfindens beim 6-Minuten-Gehtest, durch die Borg-Skala, wurde von der Patientin auf Nachfrage sofort beantwortet.



Auch bei der Borg-Skala (Punkt 1.2.4.4) wurde die größte Steigerung, im Vergleich zum Ausgangswert, direkt nach dem Ende des Gehtestes, über die Aussage der Patientin ermittelt (siehe Borg-Skala nach Ende der Belastung). Diese Ergebnisse fallen in der Messphase über den skalierten Erholungszeitraum wiederum kontinuierlich ab. Die Probandin gibt am letzten Testtag, nach der 10-minütigen Pause, einen Skalenwert unter dem Ausgangsniveau an. Diese Angabe der Werte ist eine rein subjektive Bewertung der Patientin ihres allgemeinen Anstrengungs- und Belastungsempfinden. Diese Angaben

sind Kontrollwerte zur Einschätzung des Allgemeinzustandes der Probandin während des 6-Minuten-Gehtests.

Ergebnisdiagramm für die Steigerung der Wegstrecke



Dieses Ergebnisdiagramm der 6-Minuten-Gehtests zeigt ein positives Ergebnis. Die Wegstrecke verlängerte sich vom ersten Testlauf zum dritten Testlauf, um insgesamt 80 Meter. Dieser Wert entspricht einer Steigerung von 50 Prozent vom Ausgangswert, auf den Wert der erreichten Wegstrecke. Es ist ein kontinuierlicher Anstieg der Steigerung der Wegstrecke durch die zwanzig Trainingssequenzen auf dem Kreisel zu erkennen. Der größte Sprung erfolgte zwischen dem zweiten und dritten Testlauf. Hier erhöhte sich die Wegstrecke um fünfzig Meter.

Die nach in Punkt 1.2.4.2 als relevant zu bezeichnende Steigerung von 35 Meter bzw. 54 Metern wurde, mit der angewendeten Trainingsmethode und dem Ergebniswert mit einer Steigerung von 80 Metern, deutlich übertroffen.

3.2 Zusammengefasste Auswertungen der messbaren Ergebnisse

Die bei der Patientin diagnostizierte PROMM 2 Krankheit wurde seit 10 Jahren mit den gängigen therapeutischen Mitteln behandelt, die krankheitsbedingten Einschränkungen verstärkten sich jedoch zunehmend.

Durch das zielgerichtete Kreiseltraining mit dem Bertram-Kreisel konnten die Defizite in der stabilisierenden Muskulatur reduziert werden. In bisherigen analytischen Verfahren galt z.B. eine Verbesserung der Wegstrecke um 35 Meter und oder 54 Meter als relevant zu bezeichnende Verbesserung, welche durch die in dieser Studie angewandte

Trainingsmethode mit 80 Meter sogar übertroffen wurde. Bei dem gesamten Training wurde bewusst nicht auf Lauftraining oder andere Muskelaufbauübungen, mit und an Kraftgewichten gesetzt. Ziel war es aufzuzeigen, dass die durch den Kreisel speziell sensomotorisch angesteuerten Muskelgruppen angesprochen und gekräftigt werden können, um die Ausdauer durch dieses Training zu steigern.

Auch beim Timed-up-and-go-Test konnten die Leistungswerte gesteigert werden, am Ende der Behandlung befand sich die Patientin mit 12 Sekunden. am Rand der Stufe „selbstständig, mobil, nicht gefährdet“. Unter Betrachtung des relativ kurzen Behandlungszeitraums ist dies ein beachtlicher Erfolg zur Rehabilitation der symptomatischen Einschränkungen von PROMM 2.

Mit dem Bertram-Kreisel-Training konnte nicht nur eine Stagnierung der fortschreitenden Einschränkungen, sondern auch eine Steigerung der Leistungsfähigkeit erreicht werden. Der Trainingszeitraum wurde bewusst im Standard zu anderen verschriebenen therapeutischen Maßnahmen gewählt, um aufzuzeigen, dass hier keine Mehrkosten für die Träger entstehen und trotzdem das Hauptziel der Leistungssteigerung erreicht wird und die Anforderungen des täglichen Lebens selbstständiger bewältigt werden können. An der Patientin konnte bewiesen werden, dass der Bertram-Kreisel aufgrund seiner bereits benannten Eigenschaften, bei der Behandlung von PROMM 2, zielführender in der Rehabilitation ist, als die bisher bei der Patientin angewandten Methoden.

Eine Verschlechterung der verwendeten Kontrollwerte trat nicht auf, so dass diese Trainingsmethode auch für Patienten geeignet ist, die bereits unter PROMM 2 bedingten Herz- Kreislauf-Problemen leiden.

3.3 Die subjektive Wahrnehmung der Therapieergebnisse durch die Patientin

Am Anfang des Trainingsprogrammes bestand seitens der Patientin Skepsis, ob sie diese zwanzig Trainingseinheiten und die Tests überhaupt bis zum Ende bewältigen könne. Die ersten Behandlungseinheiten waren für sie sehr anstrengend und oft mit längeren Pausen verbunden. Die Leistungsfähigkeit war abhängig von ihrer Tagesform und der Tageszeit. Mit fortlaufender, kontinuierlicher Anwendung der Übungseinheiten stellte die Patientin eine positive Verbesserung bezüglich ihrer muskulären Einschränkungen und Ausdauerdefizite fest. Sie gab an, länger bei den Tätigkeiten im Haushalt stehen und kurze Wege allein bewältigen zu können, was eine Entlastung für ihr Umfeld und eine Steigerung ihrer Lebensqualität bedeutet. Unabhängig von den Messverfahren, nutzte die Patientin den Weg zur Praxis als eigenen Leistungsindikator. Hierbei stellte sie eine kontinuierliche Zeitersparnis und sinkende Anstrengung fest. Der Bertram-Kreisel als neues Trainingsgerät hatte auf die Probandin auch eine

psychologische Wirkung. Das Kreiseltraining erweckt im Prinzip das spielerische Lernen und brachte der Patientin mehr Selbstvertrauen. Im Vergleich zum Training mit Gewichten, muss man bei einer Überbeanspruchung das Gewicht verringern, was das Leistungsdefizit direkt deutlich macht. Beim Kreisel hingegen, übt man ohne eine direkt sichtbare Leistungsklassifizierung, was im Unterbewusstsein den Versuch einer eigenen Leistungsbewertung unterbindet und somit als nicht bewusstes Training empfunden wird. Trotz der hohen Beanspruchung zu Beginn, fühlte die Patientin sich mit dem Bertram-Kreisel als Trainingsgerät wohl und steigerte zunehmend ihre Leistung, ohne dabei zu merken, dass es sich hierbei um ein Training handelt, welches ihre bisherige physische Leistungsfähigkeit stark beanspruchte.

3.4 Diskussion

Die messbare Verlängerung der Wegstrecke ohne eine Mehrbelastung für das Herz-Kreislauf-System ist das Ergebnis dieser Einzelfallstudie. Dieses Resultat wurde ohne ein Lauftraining oder eine Gangschule erreicht. Die Effektivität des Gleichgewichtstrainings mit dem Bertram-Kreisel konnte aufgrund von Patientenmangel, nur in Form dieser Einzelfallstudie bewiesen werden. Der in den Ergebniswerten der Patientin, vom einem effektiven andauernden Training abhängige, nachgewiesene Ausdauer- und Leistungszuwachs um 50 Prozent, ist mehr als aussagekräftig. (...)

„Krankengymnastik und eine am Symptom orientierte Behandlung mit dem Ziel die Beeinträchtigung zu mildern ist aber möglich.“ (...) (Kress ,Schoser 2010:5)

Es gilt diese These an mehreren Probanden zu beweisen, da in anderen Studien meist nur ein Krafttraining und selten ein reines Gleichgewichtstraining durchgeführt wurde. In diesen Studien von Dorfner et. al. (2015) und Schröter/Kottmann (2012) wurden die Probandengruppen mit den unterschiedlichen Diagnosen der Myotonien gemischt bewertet und es ergaben sich keine signifikanten Unterschiede bei den Therapieergebnissen, die ausschließlich auf Behandlungstechniken mit Krafttraining basierten. Auch bei anderen Veröffentlichungen sind es zwar größere Patientengruppen, aber mit unterschiedlichen Diagnosen, die hier positive Ergebnisse bei der Kraftentwicklung in der Muskulatur hervorbringen. Keine dieser oben aufgeführten Studien befasst sich mit der Ausdauerfähigkeit und der Verlängerung der Wegstrecke. Selbst unter stationären Bedingungen durchgeführte Studien zeigen nur, „Die Notwendigkeit einer krankengymnastischen Behandlung ist unumstritten. Nicht eindeutig ist jedoch, auf welche Art dies geschehen soll. Das ein Zugewinn an Muskelkraft möglich ist zeigte sich in einzelnen Studien.“ (Böhme, Arnold 2004:1) Nach Rücksprache mit dem Chefarzt Dr. med. C. Schröter, der Neurologischen Abteilung der Klinik Hoher Meißner, im März

2016, sind auch ihm keine Studien über die Kraftbeeinflussung bei PROMM 2 bekannt. Durch die Seltenheit der Erkrankung machen die Diagnosen der neuromuskulären Erkrankungen einen geringen Anteil, von nur 4 Prozent bei den Leistungen der medizinischen Rehabilitation aus. Die Einschätzung der körperlichen Leistungsfähigkeit, für Patienten mit neurologischen Erkrankungen, ist auch seitens der Rentenkassen sehr schwierig. Wegen der geringen Verbreitung und der individuellen Kompensation sind spezifische Assessments in der Begutachtung nur wenig von Bedeutung. Laut OsholtCorsten und Schröter 2012 wurde im Juli 2010 eine Leitlinie entwickelt, um Schädigungen von Strukturen und Beeinträchtigungen von Aktivitäten und sozialmedizinische Gegebenheiten einschätzen zu können.

Bei der Einschätzung von Schneider-Gold/Koch (2003) sind die therapeutischen Möglichkeiten bei diesen Erkrankungen sehr beschränkt und die krankengymnastische Therapie ist wichtig, um dem muskulären Abbau entgegen zu wirken.

„Bei den sporadisch auftretenden und den hereditären degenerativen neuromuskulären Erkrankungen gibt es trotz wesentlicher Fortschritte in der molekulargenetischen Therapieforschung bislang keine kausalen Behandlungsmöglichkeiten. Umso wichtiger sind die konventionellen Therapieoptionen, insbesondere Physiotherapie, Ergotherapie und Logopädie. Dass Patienten mit neuromuskulären Erkrankungen von Training und physiotherapeutischen Behandlungsprogrammen profitieren, wird in der Literatur allgemein akzeptiert. Allerdings handelte es sich bei den Studien meist um kleine Gruppen von Patienten, oft mit verschiedenen neuromuskulären Erkrankungen.“ (Schröter, Kottmann 2012:70)

Die Einzelfallstudie kann für die Einschätzung der ADL verwertbare Ergebnisse und Ansätze aufzeigen, wie ein Training effektiver, ohne größeren Aufwand gestaltet werden könnte und dabei die schwierigen Begleiterkrankungen nicht zur Unterbrechung oder zum Ende der Therapie führen. Die Kombination dieses Trainings in der therapeutischen Behandlung und einem speziell auf die Defizite der Patientin ausgerichteten Hausübungsprogramm, eventuell mit einem ähnlichem Therapiegerät, würden eine Nachhaltigkeit der Studienergebnisse zur Folge haben.

3.5 Ausblick

Im Hinblick auf den Leistungsstand der Patientin würde ein weiterführendes Training mit dem Kreisel einen weiteren Schritt in die Selbstständigkeit und Unabhängigkeit von ihrer Umwelt bedeuten.

Weiterführend wäre es möglich, das Ergebnis zu steigern. Hypothetisch ist bei kontinuierlicher Weiterführung des Trainings, in Kombination mit einem abgestimmten Hausübungsprogramm, auf den Zeitraum eines Jahres betrachtet, eine allein zurücklegbare Wegstrecke von ca. 500 Meter und die Einstufung im Timed-Up-and-Go-Test auf unter 10 Sekunden und somit die Rückkehr der Patientin in ein Leben, in dem sie die Alltagsaufgaben selbstständig erledigen kann, möglich.

Die angenommene Leistungssteigerung, bezogen auf die Ergebniswerte der Studie, um nochmals 50 Prozent und somit auf 500 Meter zu steigern, ist realistisch, da hierfür der vierfache Behandlungszeitraum angesetzt wird. Eine weiterführende Behandlung würde das Ergebnis festigen und evtl. noch weiter steigern. Nach Festigung der Ergebnisse im Behandlungszeitraum über ein Jahr, könnte der Patient die Übungen selbstständig mit dem Trainingsgerät durchführen.

Rückblickend auf die in der Vergangenheit angewandten Therapiemaßnahmen, im Vergleich zum Erfolg des Kreiseltrainings, wäre auch eine geringere Kostenbelastung für den Träger anzunehmen.

Ein Erhalt der stabilisierenden Rumpf- und Beinmuskulatur durch dieses Training hätte zudem eine Sturzprophylaxe zur Folge, welche die Patientin, trotz der Diagnose PROMM 2, bis ins hohe Alter schützt.

Aufgrund der in der Studie erzielten Therapieerfolge an der Probandin, hat sich der Bertram-Kreisel als geeignetes Gerät zu Behandlung der durch PROMM 2 diagnostizierten Symptome erwiesen. Nach eingehender Betrachtung ist die These zutreffend, dass die Symptome, welche durch PROMM 2 verursacht werden, durch das Training mit dem Bertram-Kreisel, abgeschwächt und positiv beeinflusst werden können. Eine Therapieergänzung für den Erhalt der Gleichgewichtsfähigkeit wäre eine verbesserte Anbahnung der Afferenzen über die Propriozeptoren der HWS, des ISG und des Fußes über FBL-Techniken, z.B. Zentrierung der WS, Mobilisation des ISG durch therapeutische Übungen oder die Verschraubung des Fußes.

4. Teil – Verzeichnisse und Anlagen

I. Literaturverzeichnis

Bertram A	Umsetzen der aktuellen Kenntnisse über das motorische Lernen in den therapeutischen Alltag: Vortrag:31.Tagung d. Bobath-Therapeuten Dt.e.V. 2008
Bertram A	Funktionelle Bewegungslehre: Ein Schlüssel zu neuroaktiven motorischen Lernen Verlag-moderneslernen Dortmund ; Praxis Physiotherapie1/2008
Bertram A	Kreiseltraining bei Funktionsstörungen der LBH-Region; Physiotherapie med.; Thieme Verlag 3/10
Bertram A / Laube W	Sensomotorische Koordination Thieme Stuttgart 2008
Bildungswerk Physio-Akademie des ZVK g GmbH	Handbuch Standardisierte Ergebnismessung in der Physiotherapiepraxis; Hensel Kommunikation Weinheim2006
Böhme P / Arnold CR	Muskeldystrophie vom Gliedergürteltyp Therapieergebnisse unter stationären Bedingungen Akt Neurol 2004;31:1 Thieme Verlag Stuttgart
Borg G	Psychophysical bases of perceived exertion; Medical and Science in Sport and Exercise 1982, 14(5); S.371-381 Deutsches Ärzteblatt 2004; 101: A1016-1021 (Heft 15)
Bürge E / Spirgi-Gantert I	FBL Klein-Vogelbach Functional Kinetics Ballübungen, Springer Verlag Berlin Heidelberg 2013
Dorfner S, Schupp W ,Jung M	Auswirkungen von Sporttherapie bei Erwachsenen mit Myopathien und Erkrankungen am neuromuskulären Übergang Systematischer Literaturreview 2015 Neurol Rehabil ;21(1):5-12 Hippocampus Verlag 2015
Drenckhahn D	(Hrsg.): Anatomie Band 1.Urban & Fischer, München

2008

- Erb W
Über die juvenile Form der progressiven Muskelatrophie und ihre Beziehung zur sogenannten Pseudohypertrophie der Muskeln Dt.Archiv klin Medizin Bd.XXXIV;1884
Dystrophia muscularis progressiva. Klinische und pathologisch-anatomische Studien. Dt Z Nervenheilkunde 1891;1:13-94 und 173-261
- Finsterer J ,
Rudnik-Schöneborn S
Myotone Dystrophien: Klinik, Pathogenese, Diagnostik und Therapie; Thieme Stuttgart 2015 Fortschr Neurol Psychiatr 2015; 83:9-17
- Fitts PM
Perceptual-motor skills learning. In: A.W. Melton (Hrsg.), Categories of human learning. New York: Academic Press 1964: S.243-285
- Fitts P M, Posner M I
Human performance. Belmont, CA: Books/Cole 1967
- Guyatt GH
The 6-Minute Walk. A new measure of exercise Capacity in patients with chronic heart failure. Canadian Medical Association Journal; Vol 132; 919-923
- Handball Marketing GmbH
Internationale Handball-Regeln; DHB-Ressort Recht Stand 2013; S.3
- Harper P
Myotone Dystrophie, Die Fakten; Books on Demand GmbH, Norderstedt 2004; S.14
- Hirtz P et al
Bewegungskompetenzen Gleichgewicht. Schorndorf: Hofmann; 2000
- Hossner E-J, Künzel S
Motorisches Lernen. In Heinz Mechling / Jörg Munzert: Handbuch Bewegungswissenschaften-

- Bewegungslehre 2003;S.131
- Hüter-Becker A Das neue Denkmodell in der Physiotherapie: Band 1
1997 Thieme Verlag: Stuttgart
- Johnson NE, Heatwole CR Teaching video neuroimages:Trapezius myotonia
Percussion sign in myotonic dystrophy type2:
Neurology 2013;80:251-262
- Kadlec D, Gröger D Wann sage ich was? Physiopraxis Thieme Verlag
2016, 3:S.27-31
- Keller K Nadelelektromyographische Untersuchung zur
Analyse motorischer Einheiten bei nichtentzündlichen
Myopathien; Dissertation an der Med. Fakultät Halle
2011
- Klein-Vogelbach S Gangschulung zur Funktionellen Bewegungslehre;
Springer 1995
- Kress W, Schosser B Myotone Dystrophie Typ 2 Proximale Myotone
Myopathie (PROMM) Rickerische Erkrankung; DGM
Deutsche Gesellschaft für Muskelkranke e.V.
5/2010 München
- Laube W Physiologie, Leistungsphysiologie, Pathophysiologie
und Trainingslehre. In: Hüter-Becker A., Dölken M
(Hrsg.).Biomechanik, Bewegungslehre,
Leistungsphysiologie, Trainingslehre. Stuttgart
Thieme Verlag:2004
- Sensorik, Sensomotorisches System und
Alterungsprozess. In: van den Berg F, Wulf D,(Hrsg.).
Angewandte Physiologie, Bd. VI: Der alte Mensch.

Stuttgart: Thieme: 2007

- Löllgren H. Das Anstrengungsempfinden (RPE, Borg-Skala); Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin 2004, Jahrgang 55, Nr.11:299-300
- Marek E.M. et al Effizienz als neuer Parameter zur Objektivierung der körperlichen Leistungsfähigkeit mittels 6-Minuten-Gehtest, Rehabilitation 2011;50:118-126
- Meinel K, Schnabel G Bewegungslehre-Sportmotorik: Abriss einer Theorie der sportlichen Motorik unter pädagogischen Aspekt. 9. Auflage Berlin: Sportverlag; 1998. 8. Auflage Volkseigener Verlag Berlin 1987 10. Auflage München: Südwest Verlag 2006
- Mülly K. Vom Gleichgewicht beim Skifahren. In:SSV-Jahrbuch. Bern: Gut&Co; 1933: 21-24
- Moxley RT, Udd B, Ricker K 54th ENMC International Workshop: PROMM (Proximal myotonic myopathies) and other proximal Myopathies syndroms. Neuromusc Disord 8:508-518
- Nitsch J Sport psychology: fundamental aspects.“Sport Science In Germany. Springer Berlin Heidelberg, 1992

- Ostholt-Corsten M, Schröter C Neuromuskuläre Erkrankungen-Sozialmedizin und Rehabilitation; Neurol Rehabil 2012;18(1)
Hippocampusverlag 2012
- Physio- Akademie gGmbH Handbuch Standardisierte Ergebnismessung in der Physiotherapiepraxis 2006
- Podsiadlo /Richardson The Timed up and go, a test of basic functional mobility for frail elderly persons; Journal of the American Geriatrics Society 1991
- Puhan MA et al Interpretation of treatment changes in 6-minute walk distance with COPD. Eur Respir J 2008; 32:637-643
- Redelmeier DA et al Interpreting small differences in functional status: the six minutes walk test in chronic lung disease patients. Am J Respir Crit Care Med 1997; 155:1278-1282
- Ricker K, Koch MC, Lehmann-Horn F, et al Proximal myotonic myopathy: a new dominant disorder with myotonia, muscle weakness and cataracts. Neurology 1994; 44:1448-1452
Proximal myotonic myopathie: clinical features of a Multisystem disorder similar to myotonic dystrophy. Arch Neurol 1995 52: 25-31
- Schneider-Gold Ch, Koch M C Multisystemische myotone Myopathien: Curschmann-Steinert-Erkrankung und proximale Myotone Myopathie (PROMM/Ricker-Syndrom) 2003: ARCIS Verlag GmbH München; Jahrgang 7
- Schröter,C , Kottmann,T Rehabilitation bei neuromuskulären Erkrankungen, Neuro Rehabil 2012;18(1): 70-78 Hippocampus Verlag 2012
- Schücker L, Hagemann N, The effect of attentional focus on running economy.

Strauss B,Völker K	Journal Sports Sciene 2009,27
Suppé B	FBL Klein-Vogelbach Functional Kinetics, Die Grundlagen; Springer Heidelberg 2007
Suokas KI, Haanpää M, Kautianinen H et al.	Pain in patients with myotonic dystrophy type2:a Postal survey in Finnland. Muscle Nerv 2012;45: 70-74
Udd B, Krahe R	The myotonic dystrophies:molecular, clinical, and therapeutic challenges. Lancet Neurol 2012; 11:891-905
Vance J, Wulf G, Töllner T, McNevin N, Mercer J	EMG activity as a function of the performer`s focus of attention. Journal of Motor Behavior 2004,36
Wulf G.	Aufmerksamkeit und motorisches Lernen: Urban & Fischer Verlag München 2004
Zachry T, Wulf G, Mercer J, Bezodis N,	Inceasend movement accuracy and reduced EMG activity as the result of adopting an external focus of Attention. Brain Res Bull 2005,67
Ziers St.	Muskelerkrankungen Thieme Stuttgart 2014

II. Abbildungsverzeichnis

- Abbildung 1 Histopathology of Myotonic Dystrophie Typ 2: Wikipedia, User Marvin 101, Own Work 2010;
https://de.wikipedia.org/wiki/Myotone_Dystrophie_Typ_2#/media/File:DM2_Histopathology.jpg
(abgerufen am 15.06.2016)
- Abbildung 2 Zeichnung zu beiden Unterstützungsflächen:
Sensomotorische Koordination Bertram/Laube Thieme
Stuttgart 2008:S:3
- Abbildung 3 Patientin vor dem Test: eigenes Foto
- Abbildung 4 Außenlinie des Handballfeldes: eigenes Foto
- Abbildung 5 Puloxymeter: eigenes Foto
- Abbildung 6 Borg-Skala, modifiziert von Dickhut und Löllgrien 1996,
Karlardthans unter: http://images.google.de/imgres?imgurl=https://upload.wikimedia.org/wikipedia/de/thumb/7/79/Borg_modif.png/220pxBorg_modif.png&imgrefurl=https://de.wikipedia.org/wiki/Belastungsempfinden&h=143&w=220&tbnid=zJjZz_Qpuy5bUM:&tbnh=90&tbnw=138&docid=8Q1U2EynE1f7JM&client=firefox-b&usq=__n5zcSQrQRiab-4SxhcmSURcLcRI=&sa=X&ved=0ahUKEwiBk_yz5dLOAhXHDsAKHd_5AZQQ9QEIIDAA (abgerufen am 21.08.2016)
- Abbildung 7 Die sensomotorischen Beanspruchungsformen:
Sensomotorische Koordination Bertram/Laube Thieme
Stuttgart 2008:S.7
- Abbildung 8 Kreisel mit Unterlagerung (Gewichtsmatte): eigenes Foto
- Abbildung 9 + 10 Basis Normspur: Sensomotorische Koordination

Bertram/Laube Thieme Stuttgart 2008:S.85 ;Abb. 5.1c+d

Abbildung 11	Basis Breitspur: Abb.5.3; ebd.:S.89
Abbildung 12	Murmel kreisen, Breitspur: Abb. 5.6; ebd.:S.95
Abbildung 13	Hubfreie Brustkorbrootation: Abb. 5.2.1. a + b;ebd:S.125
Abbildung 14	Fahrstuhl, Breitspur: Abb. 5.15 a; ebd.:S.113
Abbildung 15	Schaukellift, Normspur:Abb5.13 a +b;ebd.:S.109
Abbildung 16	Buckelpiste, Variante Breitspur: Abb.5.14 d;ebd:S.111
Abbildung 17	Segmentmurmeln, Breitspur: Abb.5.7;ebd:S.97
Abbildung 18	Tandemstand, Schrittstellung: Abb.5.11 a;ebd:S.105
Abbildung 19	Vor-/ Rückrotieren, Normspur: Abb.5.26 g;ebd:S.135
Abbildung 20	Griff zu den Sternen: Abb.5.28 a + b:ebd.;S.139
Abbildung 21	Tandemstand, Schrittstellung: Abb.5.11 c: ebd.;S.105
Abbildung 22	Bücktraining: Abb.5.24 e:ebd.;S.131
Abbildung 23	Die Libelle: Abb.5.29 b +c:ebd.;S141
Abbildung 24	Hanteln auf Schulterhöhe rechts/links: Abb.5.36 c + d: ebd.;S.155
Abbildung 25	Hanteln vor/rück: Abb.5.32 a +c:ebd.:S.147
Abbildung 26	Standwaage recht/links: Abb.5.20 b + c:ebd.;S.123

III. Tabellenverzeichnis

Tabelle 1

Charakteristika von DM 1 und DM 2
Myotone Dystrophien: Klinik, Pathogenese, Diagnostik
und Therapie; Finsterer, Rudnik-Schöneborn, Fortschr
Neurol Psychiatr 2015;83:S.10

Tabelle 2

Gegenüberstellung der Instruktion für das Üben mit
dem internen und externen Focus , eigene Darstellung

IV. Einverständniserklärung der Probandin

Einverständniserklärung zu Studienteilnahme

Ob ein Kreiseltraining zur Steigerung der
Ausdauerfähigkeit beim Gehen bei Patienten mit
Proximaler Myotoner Myopathie (PROMM 2) eingesetzt werden kann

Proband : *M. Rummel*

Geburtsdatum : *17.4.39*

Probandennummer : *1*

Vermerke zum Aufklärungsgespräch :

Schriftliche Einwilligung

1. Alle Fragen zu dieser vorgesehenen Studie wurden von der Studienleiterin, Frau Heike Hanemann, zu meiner Zufriedenheit beantwortet.
2. Ich bin über Wesen, Bedeutung und Dauer dieser Studie aufgeklärt worden, habe die Probandenaufklärung vollständig gelesen und verstanden und hatte genügend Zeit für meine Entscheidung.
3. Ich bin damit einverstanden, dass meine Daten, die im Rahmen der Studie erhoben werden, in anonymisierter Form aufgezeichnet und zur wissenschaftlichen Auswertung verwandt werden. Ich bin weiter damit einverstanden, dass Aufzeichnungen von Daten anonymisiert weiter gegeben werden dürfen.
4. Ich bin darauf hingewiesen worden, dass alle Daten der ärztlichen und therapeutischen Schweigepflicht unterliegen und die wissenschaftliche Auswertung anonym erfolgt.

Hiermit gebe ich mein Einverständnis für die Teilnahme an dieser Studie unter dem Vorbehalt, jederzeit- auch ohne Angabe von Gründen-zurücktreten zu können.

Eine Kopie der Probandeninformation und – einverständniserklärung ist mir ausgehändigt worden.

<i>alle H. den 1.3.2015</i>	<i>Hanemann</i>	<i>alle H. den 1.3.2015</i>	<i>Rummel</i>
Ort, Datum und Unterschrift der		Ort, Datum und Unterschrift	
der Studienleiterin		des Studienteilnehmers	

V. Nutzungsvereinbarung für die Sporthalle

Stadt Calbe (Saale)

DIE ROLANDSTADT AM SAALEBOGEN

Der Bürgermeister

Stadtverwaltung Calbe (Saale), Markt 18, 39240 Calbe (Saale)



Frau
Heike Hanemann
Schlossstraße 83 a
39240 Calbe (Saale)

Weitere Dienstgebäude:

Rathaus II
Bauverwaltung
Telefon: (03 92 91) 49 89 11
Telefax: (03 92 91) 56 510
Einwohnermeldeamt/Bürgerbüro
Telefon: (03 92 91) 49 89 20
Telefax: (03 92 91) 49 89 23
Schlossstraße 3
39240 Calbe (Saale)

Ihre Nachricht vom	Bearbeitet von	Telefon	Aktenzeichen	Datum
	Frau Daniel	039291/56440		18.02.2015

Baubetriebshof
Telefon: (03 92 91) 26 05
Telefax: (03 92 91) 20 19
Fabrikgasse 7
39240 Calbe (Saale)

Nutzung der Hegersporthalle im Rahmen Ihrer Masterstudie während einer Trainingseinheit der TSG Calbe e. V.

Sehr geehrte Frau Hanemann,

mit Schreiben vom 30.01.2015 beantragen Sie die Nutzung der Hegersporthalle im Rahmen Ihrer Masterstudie während einer Trainingseinheit der TSG Calbe e. V.. Die Studie bezieht sich auf Muskeltraining mit einem Kreisel und die Messung einer Wegstrecke.

Die Stadt Calbe (Saale) bestätigt die gebührenfreie Nutzung der Hegersporthalle für die o. g. Messungen während einer Trainingseinheit der TSG Calbe e. V..

Die Hallenordnung ist für Sie bindend. Sie haben den Anweisungen des Hallenwartes Folge zu leisten.

Nähere organisatorische Regelungen sprechen Sie bitte mit dem Hallenwart ab.

Mit freundlichem Gruß
im Auftrag

Bartels
Amtsleiterin Haupt- und Personalamt

Internet: <http://www.Calbe.de>
e-mail: stadt@calbe.de
Telefon: (03 92 91) 563
Telefax: (03 92 91) 565 00

Sprechzeiten:

Dienstag:
9.00 - 12.00 und 13.00 - 18.00 Uhr
Donnerstag:
9.00 - 12.00 und 13.00 - 16.00 Uhr
und nach Vereinbarung

Bankverbindungen:

Salzlandsparkasse
BLZ 800 555 00 Kto 310 111 331
IBAN DE67 8005 5500 0310 1113 31
BIC NOLADE21SES
Volksbank
BLZ 810 932 74 Kto 201 80 20
IBAN DE15 8109 3274 0002 0180 20
BIC GENODEF1MD1
Gläubiger-ID
DE 02 ZZZ0 0000 0667 66



VI. Danksagung

An dieser Stelle möchte ich mich bei all denjenigen bedanken, die mich während der Anfertigung dieser Masterarbeit unterstützt und motiviert haben.

Zuerst gebührt mein Dank meinen Mentoren Irene Spirgi-Gantert und Prof. Dr. med. Niklaus F.Friederich, die meine Masterarbeit betreut und begutachtet haben. Für die hilfreichen Anregungen und konstruktive Kritik bei der Erstellung der Arbeit möchte ich mich herzlich bedanken. Auch einen großen Dank an Andreas Bertram, dem anderen Studiengangleiter für seine Ideen bei den Inhalten des Studiengangs.

Ebenfalls möchte ich mich bei meiner Kommilitonen und Freundin Odette Eisenträger bedanken, die mir mit viel Geduld, Interesse und Hilfsbereitschaft zur Seite gestanden hat. Bedanken möchte ich mich für die zahlreichen Ideen und Debatten, die maßgeblich zu dieser Masterarbeit beigetragen haben.

Ein besonderer Dank gilt meiner Probandin meiner Arbeit und ihrem Mann, ohne die diese nicht hätte entstehen können. Mein Dank gilt ihrer Informationsbereitschaft, ihrer Antworten auf meine Fragen und ihr Wille zum Durchhalten bei den Interventionen.

Meinen Freunden Doris Müller und Torsten Müller danke ich besonders, da ohne ihren Rückhalt und ihre Hilfe, dieses Studium und die Arbeit niemals organisatorisch hätte angehen können. Ein Dank für die Unterstützung an das Team der „Hegersporthalle“, die ich für meine Arbeit nutzen durfte.

Anschließend möchte ich mich bei meiner Mutter bedanken, die mich bei diesem Studium, in allen Belangen unterstützt hat und ein großer Dank an M.Mirowske, für die Unterstützung in der digitalen Erstellung der Arbeit.

VII. Eidesstattliche Erklärung

Genthin, 19.07.2016

Eidesstattliche Erklärung

„Ich bezeuge mit meiner Unterschrift, dass meine Angaben über die bei der Abfassung meiner Arbeit benützten Hilfsmittel sowie über die mir zuteil gewordene Hilfe in jeder Hinsicht der Wahrheit entsprechen und vollständig sind. Ich habe das Merkblatt zu Plagiat und Betrug vom 22. Februar gelesen und bin mir den Konsequenzen eines solchen Handels bewusst.“

Heike Haumann

Dretzel, den 19.07.16