

Vergleich der Effektivität von rehabilitativen
Trainingsformen im Wasser zu herkömmlichen Maßnahmen
bei Patienten mit Low Back Pain

Dissertation

zur Erlangung des akademischen Grades
Doktor der Naturwissenschaft (Dr. rer. nat.)
in der Wissenschaftsdisziplin Sportbiologie

eingereicht an der
Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät
der Universität Potsdam

von
Uwe Schlünz
geboren am 26.09.1965 in Wismar

Potsdam, im Oktober 2002

Ausgegeben vom Institut für Sportmedizin und Prävention der Universität Potsdam

Meinen lieben Eltern in Dankbarkeit gewidmet

Abkürzungsverzeichnis	III
Verzeichnis der Abbildungen und Tabellen	IV
1. Einführung	1
2. Der chronische lumbale Rückenschmerz – Low Back Pain	3
2.1. Die klinische Einordnung des Low Back Pain	3
2.2. Sozialmedizinische Aspekte	5
2.3. Möglichkeiten und Ziele therapeutischer Maßnahmen	8
3. Die Aqual Trainingstherapie	11
3.1. Historische Einführung	11
3.2. Physikalische Eigenschaften des Wassers	12
3.3. Vorteile der aqualen Behandlung bei Rückenschmerzen.	16
4. Problem- und Zielstellung	20
5. Probanden und Methoden	23
5.1. Probanden	23
5.2. Durchführung	24
5.3. Untersuchungsmethodik	25
5.3.1. Messung der Kraft	25
5.3.2. Schmerzintensität	31
5.3.3. Funktionseinschränkung	31
5.3.4. Manueller kybernetischer Muskeltest	31
5.4. Datenanalyse	33
6. Trainingsinhalte der Versuchsgruppen	34
6.1. Versuchsgruppe Rückengymnastik	34
6.2. Versuchsgruppe Aquajogging	35
6.3. Versuchsgruppe Aquarücken	37
6.4. Versuchsgruppe Wassertrainingsgerät	38

7.	Ergebnisse	44
7.1.	Ergebnisse der Maximalkraftmessung	44
7.2.	Rumpfflexoren	45
7.3.	Rumpfextensoren	48
7.4.	Zug - und Druckkraft	51
7.5.	Hüftextensoren	55
7.6.	Trainingshäufigkeit nach T 2	58
7.7.	Vergleich der Gruppen vor und nach dem Training	59
7.8.	Kraftverhältnis Extension / Flexion	62
7.9.	Schmerzintensität	64
7.10.	Funktionseinschränkungen	66
7.11.	Ergebnisse der manuellen kybernetischen Muskeltestung	68
7.12.	Verteilung der Funktionsstörungen	72
7.13.	Korrelationen zwischen Kraftentwicklung, Schmerz und Funktionseinschränkung	76
7.14.	Zusammenfassung der Ergebnisse	78
8.	Diskussion und Schlussfolgerungen	81
9.	Literaturverzeichnis	84

Anhang

Thesen

Abkürzungsverzeichnis

ARO	=	Außenrotation
AU	=	Arbeitsunfähigkeit
BWS	=	Brustwirbelsäule
Dru	=	Druckkraft
EBG	=	Ellbogengelenk
Ext	=	Extension
Flex	=	Flexion
Haflä	=	Handfläche
Hüli	=	Hüftstrecker links
Hüre	=	Hüftstrecker rechts
HWS	=	Halswirbelsäule
IRO	=	Innenrotation
LBH	=	Lenden - Becken - Hüfte - Region
Li	=	Links
LWS	=	Lendenwirbelsäule
M	=	Muskel
Re	=	Rechts
Rückw	=	rückwärts
Schugür	=	Schultergürtel
Seitw	=	Seitwärts
UA	=	Unterarm
Vorw	=	vorwärts
Zu	=	Zugkraft

Verzeichnis der Abbildungen und Tabellen

Abb. 2.1	Glasgow – Illness – Modell	8
Abb. 3.1	Prozentuale Entlastung im schulertiefen Wasser	14
Abb. 5.1	Testgerät Back-Check (Fa. DR WOLFF)	27
Abb. 5.2	Einstellung der Vertikalen am Back-Check	28
Abb. 5.3	Positionierung der Messaufnehmer A und B	28
Abb. 5.4	Kraftmessung der Flexion	29
Abb. 5.5	Kraftmessung der Extension	29
Abb. 5.6	Zug des Oberkörpers gegen Messaufnehmer B	30
Abb. 5.7	Druck des Oberkörpers gegen den Messaufnehmer A	30
Abb. 5.8	Druck des Oberschenkels gegen den Messaufnehmer B	31
Abb. 6.1	Flexion und Extension mit Wassertrainingsgerät – Prototyp	39
Abb. 6.2	Seitenansicht Prototyp mit Bezeichnungen	41
Abb. 7.1	Mittelwerte der Maximalkraft –Rumpfflexion (Nm) differenziert nach Testzeitpunkten	45
Abb. 7.2	Mittelwerte der Maximalkraft – Rumpfflexion (Nm) differenziert nach Testzeitpunkten in der Gruppe Aquajogging	46
Abb. 7.3	Mittelwerte der Maximalkraft – Rumpfflexion (Nm) differenziert nach Testzeitpunkten in der Gruppe Aquarücken	46
Abb. 7.4	Mittelwerte der Maximalkraft – Rumpfflexion (Nm) differenziert nach Testzeitpunkten in der Gruppe Aquagerät	47
Abb. 7.5	Mittelwerte der Maximalkraft – Rumpfflexion (Nm) differenziert nach Testzeitpunkten in der Gruppe Rückengymnastik	48
Abb. 7.6	Mittelwerte der Maximalkraft –Rumpfextension (Nm) differenziert nach Testzeitpunkten in der Kontrollgruppe	49
Abb. 7.7	Mittelwerte der Maximalkraft –Rumpfextension (Nm) differenziert nach Testzeitpunkten in der Gruppe Aquajogging	49
Abb. 7.8	Mittelwerte der Maximalkraft –Rumpfextension (Nm) differenziert nach Testzeitpunkten in der Gruppe Aquarücken	50
Abb. 7.9	Mittelwerte der Maximalkraft –Rumpfextension (Nm) differenziert nach Testzeitpunkten in der Gruppe Aquagerät	51
Abb. 7.10	Mittelwerte der Maximalkraft –Rumpfextension (Nm) differenziert nach Testzeitpunkten in der Gruppe Rückengymnastik	51
Abb. 7.11	Mittelwerte von Zug- und Druckkraft differenziert nach Testzeitpunkten in der Kontrollgruppe	52

Abb. 7.12	Mittelwerte von Zug- und Druckkraft differenziert nach Testzeitpunkten in der Gruppe Aquajogging	53
Abb. 7.13	Mittelwerte von Zug- und Druckkraft differenziert nach Testzeitpunkten in der Gruppe Aquarücken	54
Abb. 7.14	Mittelwerte von Zug- und Druckkraft differenziert nach Testzeitpunkten in der Gruppe Aquagerät	54
Abb. 7.15	Mittelwerte von Zug- und Druckkraft differenziert nach Testzeitpunkten in der Gruppe Rückengymnastik	55
Abb. 7.16	Mittelwerte der Hüftextensorenkraft differenziert nach Testzeitpunkten in der Kontrollgruppe	56
Abb. 7.17	Mittelwerte der Hüftextensorenkraft differenziert nach Testzeitpunkten in der Gruppe Aquajogging	56
Abb. 7.18	Mittelwerte der Hüftextensorenkraft differenziert nach Testzeitpunkten in der Gruppe Aquarücken	57
Abb. 7.19	Mittelwerte der Hüftextensorenkraft differenziert nach Testzeitpunkten in der Gruppe Aquagerät	58
Abb. 7.20	Mittelwerte der Hüftextensorenkraft differenziert nach Testzeitpunkten in der Gruppe Rückengymnastik	58
Abb. 7.21	Prozentuale Teilnahme der Probanden an nachfolgenden Trainingsmaßnahmen differenziert nach Gruppen	59
Abb. 7.22	Verbesserung der Maximalkraft von Rumpfflexion nach 6 Wochen Training	60
Abb. 7.23	Verbesserung der Maximalkraft von Rumpfextension nach 6 Wochen Training	60
Abb. 7.24	Verbesserung der maximalen Zugkraft nach 6 Wochen Training	61
Abb. 7.25	Verbesserung der maximalen Druckkraft nach 6 Wochen Training	62
Abb. 7.26	Verbesserung der Maximalkraft der Hüftstrecker nach 6 Wochen Training	62
Abb. 7.27	Kraftverhältnis zwischen Rumpfextension und – flexion (Quotient Ex : Flex) differenziert nach Testzeitpunkten und Untersuchungsgruppen	63
Abb. 7.28	Entwicklung der Schmerzintensität anhand der visuellen Analogskala differenziert nach Testzeitpunkt und Untersuchungsgruppen	65
Abb. 7.29	Entwicklung der Funktionseinschränkungen im täglichen Leben (0 = keine Einschränkungen → 45 = maximale Einschränkung) differenziert nach Testzeitpunkt und Untersuchungsgruppen	67
Abb. 7.30	Funktionsstörungen aufgeteilt nach gestörten und nichtgestörten Muskeln in Gruppe 1 differenziert nach Testzeitpunkten	68

Abb. 7.31	Funktionsstörungen aufgeteilt nach gestörten und nichtgestörten Muskeln in Gruppe 2 differenziert nach Testzeitpunkten	69
Abb. 7.32	Funktionsstörungen aufgeteilt nach gestörten und nichtgestörten Muskeln in Gruppe 3 differenziert nach Testzeitpunkten	70
Abb. 7.33	Funktionsstörungen aufgeteilt nach gestörten und nichtgestörten Muskeln in Gruppe 4 differenziert nach Testzeitpunkten	71
Abb. 7.34	Funktionsstörungen aufgeteilt nach gestörten und nichtgestörten Muskeln in Gruppe 5 differenziert nach Testzeitpunkten	71
Abb. 7.35	Prozentuale Funktionsstörungen differenziert nach Muskelgruppen bei der Kontrollgruppe	72
Abb. 7.36	Prozentuale Funktionsstörungen differenziert nach Muskelgruppen bei der Gruppe Aquajogging	73
Abb. 7.37	Prozentuale Funktionsstörungen differenziert nach Muskelgruppen bei der Gruppe Aquarücken	74
Abb. 7.38	Prozentuale Funktionsstörungen differenziert nach Muskelgruppen bei der Gruppe Aquagerät	75
Abb. 7.39	Prozentuale Funktionsstörungen differenziert nach Muskelgruppen bei der Gruppe Rückengymnastik	76
Tab. 2.1	Einteilung der Lumbalgie nach Chronizität und Schmerzlokalisierung (nach DELBRÜCK)	3
Tab. 2.2	Einheitliche Definition des Arbeitskreises „Degenerative Wirbelsäulenerkrankungen“ (nach DELBRÜCK)	4
Tab. 2.3	Ätiologie des Kreuzschmerzes (nach DELBRÜCK)	5
Tab. 5.1	Charakteristik und Schmerzdauer aller Probanden (n = 80)	23
Tab. 5.2	Angaben über den Schmerzbereich vor Beginn der Studie	24
Tab. 5.3	Darstellung der räumlichen Gegebenheiten	24
Tab. 7.1	Quotienten Extension / Flexion	64
Tab. 7.2	Vergleich der Ergebnisse Kraftverhältnis Extension : Flexion mit anderen Autoren	64
Tab. 7.3	Übersicht der erfassten Daten des Kybernetischen Muskeltest differenziert nach Gruppen (Signifikanzwerte in Bezug auf T1; Mc Nemar - Test)	68
Tab. 7.4	Korrelationen zwischen Kraft, Schmerz und Funktionseinschränkung nach 6 Wochen (T2) und nach 4 Monaten (T3)	77

1. Einführung

Das Volksleiden „Rückenbeschwerden“ in der industrialisierten Gesellschaft ist trotz medizinischer Forschung und neuesten vielfältigen Therapieansätzen weiter gewachsen.

Erkrankungen der Wirbelsäule und damit verbundenen Rückenschmerzen stellen eine der häufigsten Ursachen für Arbeits-, Berufs- und Erwerbsunfähigkeit dar.

27,4 % aller Arbeitsunfähigkeitstage wurden im Jahr 1999 durch Muskel- und Skeletterkrankungen verursacht [9]. Innerhalb der muskuloskeletalen Erkrankungen haben die Rückenleiden, die sogenannten Dorsopathien, quantitativ die größte Bedeutung.

Die Arbeitsunfähigkeitstage je Krankheitsfall bei der Einzeldiagnose „Intervertebrale Diskopathien (ICD 722)“ rangiert im Jahr 1999 ganz oben auf Platz 1 mit 45,7 Ausfalltagen je Fall. Differenziert nach Geschlecht sind es bei den Frauen 49,4 und bei den Männern 44,2 Arbeitsunfähigkeitstage je Fall [9].

Das Bundesministerium für Arbeit und Sozialordnung „Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit 1999“ weist folgende Daten nach: 1999 waren 34,2 Millionen Bürgerinnen und Bürger erwerbstätig. Durchschnittlich betrug die Arbeitsunfähigkeit 14 Tage pro Arbeitnehmer. 1999 fielen 1,3 Millionen ausgefallene Erwerbsjahre an. Muskel- und Skeletterkrankungen (Dorsopathien) für den Bereich der gesetzlichen Krankenversicherung betrug 1999 127,6 Mio. AU – Tage. Die Kosten für den Produktionsausfall betrug 21,3 Milliarden DM und der Ausfall an Bruttowertschöpfung betrug 34,5 Mrd. DM. [77]

Die Kosten für die Behandlung von Rückenschmerzen stehen immer mehr in Diskrepanz zu den begrenzten finanziellen Mitteln für das Gesundheitswesen. Daraus entwickelt sich eindeutig die Forderung nach einer individuellen Bedarfserkennung des Kranken mit einer anschließenden, zielorientierten und effektiven Gesundheitsleistung. Der Stellenwert von präventiven und rehabilitativen Leistungen in unserer demographischen Gesellschaftsentwicklung hat langfristig gesehen einen großen Nutzen in Bezug auf Gesundheitseffekte und Krankheitskostensparnisse.

Ergebnisse einer dreijährigen Studie der AOK-Niedersachsen zeigen, dass ambulante Rückenschulkkurse mittel- und langfristig die Lebensqualität der Teilnehmer verbessern und zu einer Reduktion der Arbeitsunfähigkeit führen. Mit Hilfe von Rückenprogrammen wurden

Nettoeinsparungen bei den Leistungsausgaben erzielt. Die Einsparungen durch das Präventionsprogramm „Rückenschule“ zeigten sich volkswirtschaftlich in einem return on investment (ROI) von 3,2:1. Pro Kursteilnehmer wurden für den Kostenblock „Krankengeld“ Minderausgaben in Höhe von 1.295,- DM errechnet [38].

Weitere Untersuchungen ermutigen zu der Annahme, dass aktive Programme, je früher sie eingesetzt werden, positiv auf die Senkung von Kosten für die Gesellschaft wirken. [87, 35, 84, 66].

Die Ursachen von Rückenerkrankungen sind in einem komplexen Zusammenspiel von verschiedenen Belastungsfaktoren zu sehen. Genannt seien hier die Wirkung von arbeitsbedingten (Arbeitsumgebung, physische und psychische Belastungen), außerbetrieblichen (familiäre Belastungen, Isolation, Umweltbelastungen, mangelnde Regenerationsmöglichkeiten) und persönlichkeitsbedingten Faktoren.

Bei der Ätiologie von chronischen Rückenschmerzen können in unserer technisierten Arbeitswelt, den exogenen chronisch - mechanischen Körperbeanspruchungen keine bedeutende Rolle mehr zugeordnet werden.

Um Kostenexpansionen zu begrenzen, gewinnt eine frühzeitige und aktive Behandlung zunehmend an Bedeutung, bei der insbesondere eine Stärkung der wirbelsäulenstabilisierenden Muskulatur angestrebt wird. Die medizinische Trainingstherapie im Allgemeinen ist daher ein wichtiger Bestandteil bei der Bekämpfung von Rückenleiden.

Speziell die Auswirkungen der Trainingstherapie im Wasser bei Rückenleiden soll in dieser Schrift Mittelpunkt sein.

Die Arbeit soll einen Beitrag zur Fortentwicklung der Rehabilitationskonzepte für Rückenpatienten leisten. Bevor näher auf die Zielstellung eingegangen wird, kommt es im theoretischen Teil zu näheren Ausführungen dieser Thematik.

2. Der chronische lumbale Rückenschmerz – Low Back Pain

2.1 Die klinische Einordnung und strukturelle Ursachen des Low Back Pain

Mit den Begriffen „Lumbalgie“ und „Kreuzschmerz“ wird ein Symptom zum Krankheitsbild und damit die ursachenbezogene Differenzierung erstmals verlassen. Dies hat eine umfangreiche und teils synonyme Terminologie (Lumbalgie, Lumbago, Kreuzschmerz, Hexenschuss, akute Ischialgie, chronische Lumboischialgie, Bandscheibenleiden etc.) in der Praxis zur Folge. Vordergründig kommt es auch aufgrund der zahlreiche Differenzierungen zu einer eher simplen Einteilung nach Chronizität und Schmerzlokalisierung.

Tab. 2.1: Einteilung der Lumbalgie nach Chronizität und Schmerzlokalisierung (nach DELBRÜCK [23])

<p><u>a) Einteilung nach der zeitlichen Ausprägung</u></p> <ul style="list-style-type: none">➤ Akuter Kreuzschmerz (akut)➤ Rezidivierender Kreuzschmerz (subakut)➤ Chronischer Kreuzschmerz (chronisch)
<p><u>b) Einteilung nach der Schmerzlokalisierung</u></p> <ul style="list-style-type: none">➤ Kreuzschmerz „low back pain“➤ Kreuzschmerz mit:<ul style="list-style-type: none">▪ Pseudoradikulärer Ausstrahlung▪ Radikulärer Ausstrahlung (“low back pain with scitic radiation”)

Eine Differenzierung zwischen akuten und chronischen Schmerzen kann aufgrund unterschiedlicher Literatur nicht genau angegeben werden. aber die Empirischen Befunde nach KESSLER et al [48] deuten darauf hin, dass mehr als 2 Monate andauernde Schmerzen, spätestens nach 6 Monaten als chronisch angesehen werden können.

Die verschiedenen diagnostisch verwendeten Begriffe, die das Phänomen „Kreuzschmerz“ beinhalten, wurden vom Arbeitskreis „Degenerative Wirbelsäulenerkrankungen“ einheitlich definiert:

Tab. 2.2: Einheitliche Definition des Arbeitskreises „Degenerative Wirbelsäulenerkrankungen“ (nach DELBRÜCK [23])

Lumbalsyndrom (= Lendenwirbelsyndrom, lumbales Bandscheibensyndrom) ➤ Beschwerden durch degenerative Veränderungen der Lendenwirbelsäule
Lokales Lumbalsyndrom (= Lumbalgie, Kreuzschmerzen) ➤ Auf die Lumbosakralregion beschränkte Beschwerden beim Lumbalsyndrom
Lumbago (= akutes Lumbalsyndrom, Hexenschuß) ➤ Akute Form des lokalen Lumbalsyndroms
Pseudoradikuläres Lumbalsyndrom (=Facettensyndrom) ➤ Von den lumbalen Wirbelgelenken und Bändern ins Bein ausstrahlende Schmerzen, ohne segmentale Ausstrahlung
Radikuläres Lumbalsyndrom (= lumbales radikuläres Syndrom) ➤ Lumbalsyndrom mit segmentaler Ausstrahlung ins Bein
Ischialgie (= Ischias, Lumboischialgie, unteres radikuläres Lumbalsyndrom) ➤ Lumbales Wurzelsyndrom mit Beteiligung der Wurzel L4 bis S2
Oberes radikuläres Lumbalsyndrom (= Femoralisneuralgie) ➤ Lumbales Wurzelsyndrom unter Beteiligung der Wurzeln L1 bis L4
Kaudasyndrom ➤ Lumbosakrales Querschnittssyndrom

Für die Rehabilitation von Wirbelsäulenerkrankungen reduziert sich diese Modifikationsvielfalt auf wenige therapeutisch relevante Gruppen. Die Behandlungskonzepte orientieren sich nicht nur an der Ursache, sondern vor allem am Symptom Schmerz, seiner Chronizität, und vor allem an den klinisch objektivierbaren Funktionsdefiziten.

Die strukturellen Ursachen des Low Back Pain werden anhand des Bewegungssegmentes nach JUNGHANN [47] dargestellt. Die Beziehungen von Bewegungssegment mit den Inhaltsgebilden des Rückenmarks, insbesondere zu den neuralen Strukturen, machen eine Schmerzauslösung verständlich.

Nur in seltenen Fällen können genaue Ursachen über die Entstehung von Rückenschmerzen gemacht werden. Bei Untersuchungen von PESECHKIAN et al [65] konnten sich 84% der Patienten das Auftreten ihrer Beschwerden nicht erklären. In bezug auf die Bedeutung von

Lebensereignissen, sogenannten Aktualkonflikten zeigte sich, dass 92% in den letzten 5 -10 Jahren Ereignisse im Sinne von Life Events durchgemacht hatten. Allein 63% der Aktualkonflikte fanden vor dem erstmaligen Auftreten von Beschwerden statt. Die Krankheitsursachen des Kreuzschmerzes sollen im Folgenden vereinfacht dargestellt werden.

Tab. 2.3: Ätiologie des Kreuzschmerzes (nach DELBRÜCK [23])

- | |
|--|
| <ol style="list-style-type: none">1. direkt am Bewegungssegment (einschließlich Traumen, Entzündungen und Tumoren)
→ orthopädische Krankheitsbilder2. neuraler Strukturen (primäre und sekundäre spinale Enge, Entzündungen, Tumoren)
→ neurologisch – orthopädische Krankheitsbilder3. ferngeleitet von anderen Organen (referred pain)
→ internistische, angiologische, urologische, gynokologische Erkrankungen4. im psychischen Bereich
→ psychosomatische Krankheitsbilder |
|--|

Ursachen für eine Chronifizierung von Rückenschmerzen können als multifaktoriell angesehen werden. Psychosoziale Risikofaktoren wie Arbeitsunzufriedenheit stellen einen größeren Risikofaktor für die Chronifizierung von unkomplizierten Rückenschmerzen der Lendenwirbelsäule dar als im Röntgenbild erkennbare Veränderungen. Bestätigt wird dies auch in einer neueren Untersuchung von ANDERSON [3], der eine klare Assoziation zwischen Rückenschmerzen, und Depression bzw. Angsterkrankungen, chronischer Unzufriedenheit mit der Arbeit, und geringer Selbsteinschätzung festgestellt.

2.2. Sozialmedizinische Aspekte

In den westlichen Industrienationen sind Schmerzen im unteren Rücken die häufigste Begründung für das Aufsuchen einer physiotherapeutischen Praxis, und hinter grippalen Infekten der zweithäufigste Grund, einen Arzt aufzusuchen [54, 46].

Der Rückenschmerz stellt eine typische Zivilisationskrankheit des 20. Jahrhunderts dar. Der gegenwärtige Lebensstil und die Lebensgewohnheiten, wie Bewegungsmangel, stehen im Widerspruch zur biologischen Natur des Menschen [36]. Bewegungsmangel zum einen, denn fast die Hälfte aller Erwerbstätigen arbeiten ganztags sitzend, Überlastung beruflicher

und/oder sportlicher Kausalität stehen gegensätzlich im Zusammenhang mit Rückenschmerzen [41].

Die außerordentliche wirtschaftliche Bedeutung des lumbalen Wirbelsäulensyndroms (Low Back Pain) wird durch Untersuchungen in England und der Schweiz betont. Jährlich gehen etwa 13,2 Millionen Arbeitstage wegen lumbo - vertebraler Beschwerden verloren. Eine gute Übereinstimmung, prozentual an der Bevölkerungszahl gemessen, zeigt sich in der Schweiz, wo der Verlust 1,5 Millionen Arbeitstage beträgt [16].

RASPE et al [69] stellen fest, dass Rückenschmerzen in Deutschland mit Abstand die häufigste Volkskrankheit sind und dass statistisch jeder Versicherte in der gesetzlichen Krankenversicherung pro Jahr drei Tage wegen Rückenschmerzen krank geschrieben ist. Damit gehen in Deutschland jährlich etwa 60.000 Erwerbstätigkeitsjahre verloren. Auch bei der Frühberentung und den stationären Rehabilitationsmaßnahmen nehmen Rückenschmerzen als Ursache mit zirka 20 Prozent eine einsame Spitzenstellung ein. Allein in Deutschland werden die direkten und indirekten Kosten (medizinische Behandlung einerseits und Arbeitsunfähigkeit andererseits) auf jährlich etwa 20 Milliarden Euro geschätzt. Besonders die chronischen Formen des Rückenschmerzes sind für diese Situation verantwortlich. Etwa 10% der Personen mit Rückenschmerzen sind davon bedroht an lang anhaltenden oder häufig wiederkehrenden Rückenschmerzen zu erkranken. Die Chronifizierung, die nur bei etwa 4% liegt, verursacht aber fast 80% der Gesamtkosten des Krankheitsbildes Rückenschmerz. Die Heilungsrate innerhalb von 2 Wochen wird mit 70% und die Rezidivquote akuter Rückenschmerzen mit etwa 40 bis 50% angegeben [23].

Bereits bei jungen Menschen sind Rückenschmerzen weiter verbreitet als jede andere Erkrankung: 80,5% der Männer und sogar 85,5% der Frauen zwischen 25 und 34 Jahren gaben an, schon einmal unter Rückenschmerzen gelitten zu haben.

Die höchste Rate an Neuerkrankungen liegt dabei in der Altersgruppe von 30 bis 39 Jahren. In diesem Alter werden auch die meisten operativen Eingriffe durchgeführt [37].

Frauen sind nach den Ergebnissen von DECK et al [22] gering häufiger von Rückenschmerzen betroffen als Männer und es zeigt sich eine für Rückenschmerzen typische Altersabhängigkeit, bei der ein Ansteigen der Häufigkeit bis ins fünfte Lebensjahrzehnt und ein Rückgang im höheren Lebensalter zu beobachten ist. Der Rückgang von Rückenschmerzen in höheren

Altersgruppen könnte mit den stark zunehmenden morphologischen Veränderungen der Wirbelsäule eine rein biomechanische Erklärung sein.

Die Untersuchungen lassen weiter vermuten, dass sich in den Folgejahren nach einer ersten Rückenschmerzepisode mit gewisser Regelmäßigkeit weitere Episoden einstellen, dass es sich bei Rückenschmerzen also häufig um ein wiederkehrendes, wenn nicht gar chronisches Problem handelt. Unter den Befragten der Studie mit aktuellen Rückenschmerzen war der Anteil von Personen mit Schmerzen in weiteren Körperregionen 2-bis 6-fach höher als in der Gruppen der Befragten ohne aktuelle Rückenschmerzen. Darüber hinaus klagen Rückenschmerzbelastete signifikant häufiger über drei weitere schmerzhaft Körperregionen.

Schmerz ist das Hauptproblem bei 99% aller Patienten mit Rückenproblemen. 85% der Wirbelsäulenbeschwerden sind unspezifisch, das heißt, es bestehen Rückenbeschwerden ohne spezifisch identifizierbare anatomische oder neurophysiologische verursachende Faktoren. Die westlichen Industrienationen erleben eine epidemische Zunahme invalidisierender unspezifischer Erkrankungen [86, 63].

Präventionsmaßnahmen, therapeutische Interventionen und auch epidemiologische Studien, die lediglich das Symptom Rückenschmerzen fokussieren, können deshalb nur einen kleinen Problemausschnitt erfassen.

Heute steht das Problem Rückenschmerzen in der gesundheitspolitischen Diskussion mit an führender Stelle. Rückenschmerzen sind in der Regel rekurrent oder chronisch. Die aktuelle Prävalenz von Rückenschmerzen liegt bundesweit sicher zwischen 30 und 40 %.

Glasgow Illness Model

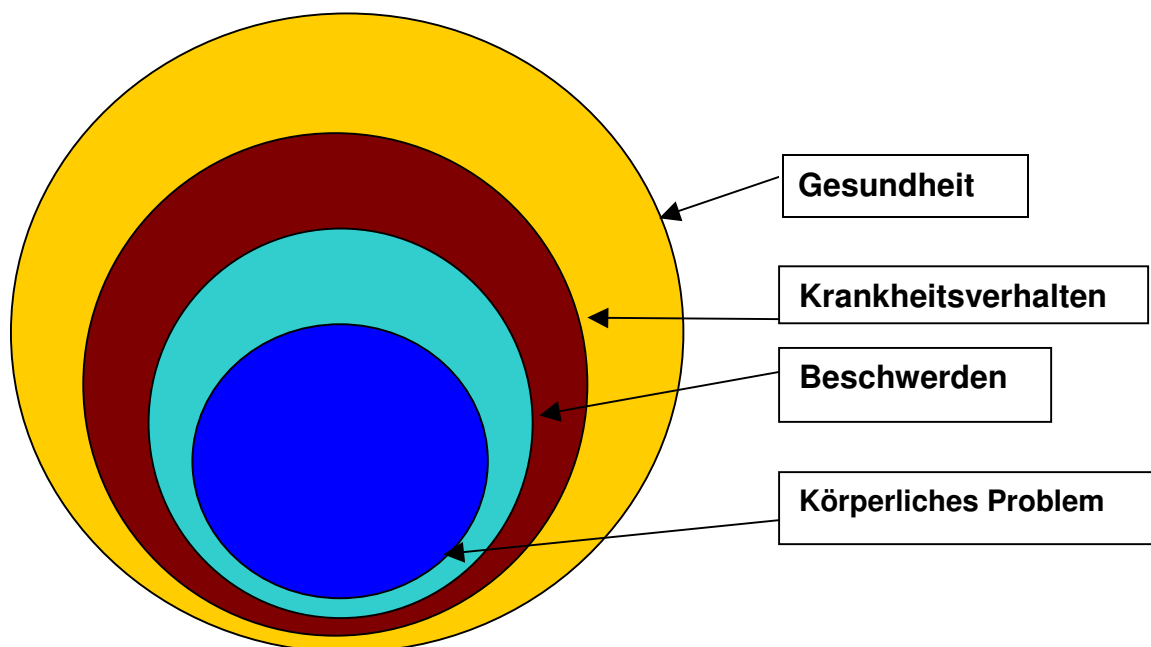


Abb.2.1: Das Glasgow – Illness - Modell zeigt die zwiebelschalenartige Gruppierung der Problembereiche „soziale Beziehungen“, „psychischer Stress“ und „Krankheitsverhalten“ um das ursprüngliche somatische Problem (nach WADDELL [85])

Die Rückenschmerzproblematik ist als umfassenderes Syndrom aufzufassen, und in sämtliche Maßnahmen diagnostischer oder therapeutischer Art zu beachten. Besonders bei Rückenschmerzen mit hohem Schweregrad erscheint es sinnvoll die Ebene der kognitiven und emotionalen Reaktionen in die Therapie mit einzubeziehen [69, 22, 40].

2.3. Möglichkeiten und Ziele therapeutischer Maßnahmen

Die Meinungen über die richtigen Therapieformen bei chronischen Rückenschmerzen sind kontrovers.

Es steht eine Vielzahl von Therapien zur Verfügung. Häufig angewandte Therapiemaßnahmen sind: Bettruhe, Injektionen, Wärmetherapie, Massage, Extensionsbehandlung (Schlingentisch), Krankengymnastik, Bestrahlung, Medikametöse Applikation, Kuranwendung, chiropraktische Behandlung, Akkupunktur, Wassergymnastik, Walking, Psychotherapie, Feldenkrais, Autogenes Training und Qi Gong.

Um der Thematik der Arbeit gerecht zu werden, soll im Folgenden hauptsächlich der Trainingszustand als Parameter für eine Verbesserung des Gesundheitszustandes von Rückenpatienten angenommen werden.

Aussagen von ROY et al [74] bestätigen, dass bei Rückenpatienten die passiven Gewebsstrukturen der Wirbelsäule mit zunehmender muskulärer Insuffizienz vermehrt belastet werden. Das Bewegungsverhalten und der Trainingszustand als wichtigste Faktoren bei der Entstehung und Chronifizierung von Rückenschmerzen, unterstreichen die Bedeutung der medizinischen Kräftigungstherapie.

Die allgemeine Bedeutung eines gezielten Muskeltrainings innerhalb der Therapie bei Rückenschmerzpatienten beschreiben NELSON et al. [60] sowie HILDEBRANDT et al. [40], die eine deutliche Verringerung oder Beseitigung der Rückenbeschwerden sowie eine Reduzierung der Arbeitsunfähigkeit nachwiesen.

In langjährigen Untersuchungen stellte DENNER [25] fest, dass sich eine Steigerung der Muskelkraft und Muskelleistungsfähigkeit per se in mehr als 93% aller Fälle positiv auf das vorhandene Beschwerdebild auswirkt. Die Ergebnisse seines Aufbauprogramms führten zu einer breitbandspektralen Kostenreduktion. Im Vergleich zum letzten Quartal vor dem Training reduzieren sich die Arztbesuche, die Inanspruchnahme von physikalischen und krankengymnastischen Therapiemaßnahmen sowie der Medikamentengebrauch jeweils um deutlich mehr als 50%.

Diese und viele weitere Studien betonen die Bedeutung einer aktiven Bewegungstherapeutischen Anwendungspalette an.

Folgende Behandlungsziele sollten nach LEGGETT et al [55] bei der Behandlung von Rückenpatienten im Vordergrund stehen:

- Vergrößerung der isometrischen Kraft
- Vergrößerung der dynamischen Kraft und Ausdauer
- Verringerung der subjektiven Schmerzbewertung
- Verbesserung funktioneller Aktivitäten des täglichen Lebens
- Geringe Kosten für die Gesellschaft
- Kostenersparnis durch Reduktion der Anzahl diagnostischer Techniken
- Minimierung unwirksamer Operationen
- Unverzögliche Wiederherstellung der Arbeitsfähigkeit

Zur Erreichung dieser Zielsetzungen sind sowohl das aktive apparativ gestützte Training der Rumpfmuskulatur, als auch die Form der Rückengymnastik ohne Geräte und deren Kombination, effiziente Lösungsansätze [39].

Alternativ und ergänzend stehen die aktiven Trainingsformen im Wasser zur Diskussion. Die aquale Therapie und deren Grundlagen sollen im folgenden Kapitel näher erläutert werden.

3. Die Aqualie Trainingstherapie

3.1. Historische Einführung

„Aus Wasser ist alles und ins Wasser kehrt alles zurück“ (Thales von Milet, um 624-543 v.Chr.).

Der vorwissenschaftliche Ursprung von Badeanwendungen reicht bis etwa 2000 v. Chr. Zurück. Bereits im Altertum wurden sportliche Handlungen für die Erhaltung und Wiedererlangung der Gesundheit genutzt [79].

Überlieferungen der Griechen berichten von gymnastischen Wasserspielen mutiger Männer. Wichtiger Bestandteil der öffentlichen Bildungsstätten (Gymnasien) war der Schwimmteich (Kolymbethra).

Das Badewesen gelangte auch bei den Römern zu einer hohen Ausprägung. Man badete im Tiber und es wurden Bassins für Kaltbäder geschaffen. Schließlich entstanden großartige, bis zu 70 Meter lange beheizbare Schwimmbecken als Thermen [78].

Heute ist der Vers „sanus per aquam“ ein immer noch aktueller Begriff, der nicht nur in der Therapie benutzt wird. Über Jahrhunderte wurde die Heilkraft des Wassers weitervermittelt und seit altersher sind Thermalquellen als wichtige Heilfaktoren bekannt.

Einige historische Ansätze sollen als Rückblick hier angeführt werden.

Dazu stellte Goethe fest: „Das Wasser ist ein freundliches Element für den, der damit bekannt ist und es zu behandeln weiß“.

Oronzio de Bernadi befruchtete die methodische Entwicklung durch seine physikalischen Erkenntnisse, die er in seinem Werk „Vollständiger Lehrbegriff der Schwimmkunst“, auf neue Versuche über die spezifische Schwere des menschliche Körpers begründet“ (1774) zusammenfasste.

Die wohl bekanntesten Verfechter der Wasser - Heilbehandlung sind Sebastian Kneipp (1821–1897) nach dem die Kneipptherapie benannt wurde und Vinzenz Priessnitz (1799-1851).

Naturwissenschaftlich stammt von Kneipp der noch heute gültige Ausspruch: „Die Anwendung hat sich dem Menschen, nicht der Mensch der Anwendung anzupassen“

Auch die deutschen Ärzte Hoffmann und Basedow wiesen im Zeitalter der Aufklärung auf die gesundheitsfördernden Potenzen des Schwimmens hin.

Diese Forderung ruft noch heute zur Weiterentwicklung von neuen Behandlungskonzepten und neuen Therapiegeräten auf [11].

Das natürliche Heilmittel Wasser wirkt, wie auch alle anderen Heilmittel grundsätzlich in zweifacher Hinsicht: über thermische, mechanische und/oder chemische Soforteffekte. Darüber hinaus kann die wiederholte Anwendung als Reizserie durch eine sogenannte Reiz-Reaktionstherapie mit tiefgreifenden zyklisch ablaufenden Umschaltungen des neurohumeralen und vegetativ-endokrinen Systems, die eine Verbesserung adaptativer Leistungen und Verbesserung der Widerstandskraft hervorrufen [7].

3.2. Physikalische Eigenschaften des Wassers

Bei Bewegungen im Wasser ergeben sich gegenüber Übungen an Land einige signifikante Unterschiede. Diese aus den Eigenschaften des Wassers folgenden Tatsachen sollen daher eingehender erläutert werden.

Dichte

Das Maß für die Stoffkonstante, Dichte, ist im Wasser 1 kg/dm^3 und 720 mal dichter als Luft (Ketelhut et al 1997). Die Dichte eines menschlichen Körpers ist abhängig von den verschiedenen Körpergeweben. Er ist kein homogener Körper und somit sind die einzelnen Körperabschnitte unterschiedlich schwer, sie haben differenzierte Dichten: Fett = $0,900 \text{ g/cm}^3$, Muskeln = $1,060 \text{ g/cm}^3$, Gehirn = $1,040 \text{ g/cm}^3$, Knochen = $1,5569 \text{ g/cm}^3$. Bei der Zusammensetzung eines Körpers aus unterschiedlich schweren Strukturen mit verschiedenen Dichten spricht man von der mittleren Dichte. Die mittlere Dichte errechnet sich aus dem Quotienten der Masse des gesamten Körpers und seinem Volumen.

Je nach Alter, Geschlecht und Konstitution schwankt die mittlere Dichte des Menschen. Daher haben schlanke, muskulöse Personen weniger Auftrieb als korpulentere Personen mit hohem Fettanteil und weniger Muskulatur. Ältere Menschen sind im Verhältnis leichter, da in der Regel die Muskelmasse, wie auch die Knochendichte mit dem Alter abnehmen. Auch die

Atmung beeinflusst die Dichte. So ist sie bei Einatmung zirka $0,994 - 0,99 \text{ g/cm}^3$, bei Ausatmung ca. $1,01-1,06 \text{ g/cm}^3$ [87].

Weitere Faktoren, die die Dichte beeinflussen, sind die Temperatur des Wassers und die Salzhaltigkeit. Je kälter die Temperatur, je größer die Dichte, bei 4°C beträgt die Dichte 1g/cm^3 .

Auftrieb

Als Eigenschaft des Wassers ist der Auftrieb eine Kraft, die der Erdanziehung entgegenwirkt. Sie wird als eine "scheinbare Gewichtsverminderung" spürbar. Diese Beobachtungen und Empfindungen funktionieren nach dem Archimedes-Prinzip. Archimedes, griechischer Mathematiker und Physiker, lebte vor mehr als 200 Jahren v. Chr. und untersuchte dieses Phänomen. Danach verliert ein Körper, der in eine Flüssigkeit eintaucht, scheinbar so viel an Gewicht, wie die von ihm verdrängte Flüssigkeit wiegt. Diese hydrostatische Grundregel gilt für jeden beliebig geformten Körper. Je größer das spezifische Gewicht des verdrängt werdenden Materials ist, desto größer ist der Auftrieb. Und je tiefer der menschliche Körper eintaucht, umso geringer wird die Belastung. Der Umgebungsdruck beim Eintauchen in das Wasser erhöht sich um 1 bar pro 10 Meter und demzufolge entspricht der Druckanstieg bei einer Eintauchtiefe von 10 cm $0,01 \text{ atü}$ [49].

Wenn nur noch der Kopf eines Menschen aus dem Wasser ragt, verringert sich sein Körpergewicht gegenüber an Land um ca. $9/10$, also auf $1/10$ des Körpergewichts [51]. Die Ergebnisse beziehen sich hierbei auf einen ruhenden Körper. Darum sollten bei Bewegungen im Wasser die durch Muskelkontraktion bedingten Belastungen wie Zug und Druck berücksichtigt werden.

Nach Untersuchungen von RÖDIG et al [72] wird das Restgewicht des Körpers bei unterschiedlichen Wassertiefen nachgewiesen: Dazu werden Probanden mittels Hebeeinrichtung stufenweise ins Wasser herabgelassen. Die Versuchspersonen stehen auf einer speziellen Leiter die mit Dehnungsmessstreifen zur Ermittlung der noch verbleibenden Gewichtskraft versehen ist. Die Messungen ergeben, dass beim Eintauchen des Körpers bis zum Bauchnabel das Körpergewicht nur noch zirka 50% beträgt (Abb. 4.1.) Dies kann als Anhaltspunkt zur Bestimmung einer Entlastung der Lendenwirbelsäule bei der Therapie im Wasser mit Rückenschmerzpatienten angesehen werden. Weitere Ergebnisse dieser Studie zeigen, dass der Unterschied zwischen Salz- und Süßwasser unwesentlich ist. Geschlechterspezifisch ist aller-

dings festzustellen, dass Frauen eine höhere Entlastung erfahren. Dies wird mit dem breiteren Becken und dem kleineren Brustkorb bei Frauen begründet.

Wasserwiderstand

Das Wasser hat einen ca. 14 mal größeren Reibungswiderstand als Luft, da die Dichte des Wassers größer ist als die der Luft. Je schneller ein Gegenstand durch das Wasser bewegt wird, umso größer wird der Reibungswiderstand; der Widerstand wächst im Quadrat zur Geschwindigkeit. Zum Beispiel wirken bei Bewegungen mit einer Geschwindigkeit bis zu 1 m x sec. (-1) geringere Kräfte als im Medium Luft. Diese Wirkung ist besonders in der Frühphase von Rehabilitationsübungen zu nutzen. Weiter wächst der Widerstand mit der Fläche, auf die er einwirken kann. So ist es leichter, eine geschlossene Faust durch das Wasser zu ziehen, als die offene Hand oder flächenvergrößernde Geräte. Der Wasserwiderstand ist durch Vergrößerung und Verkleinerung nahezu stufenlos zu dosieren. Ein gezieltes Krafttraining wird durch Variation der Bewegungsgeschwindigkeit und der zu verwendenden Widerstandsflächen möglich.

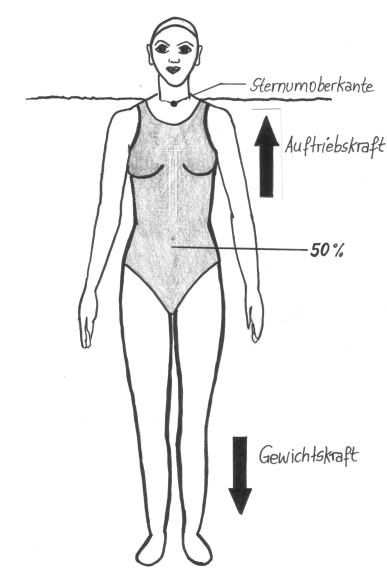


Abb. 3.1: Prozentuale Entlastung im schultertiefen Wasser

Hydrostatischer Druck

Da das spezifische Gewicht des Wassers höher ist als das der Luft, ist der Wasserdruck deutlich höher als der Luftdruck. Der hydrostatische Druck (Hydrostase) nimmt mit der Wassertiefe zu und ist von der Höhe der Wassersäule (h) und dem spezifischen Gewicht des Wasser (γ) abhängig. Nach GILLERT und RULFFS [32] lastet auf den Füßen eines stehenden Menschen im schultertiefen Wasser ein Druck von 0,098 – 0,147 bar. Auf die gesamte Körperoberfläche wirkt eine Kraft von 1200 kg. Der Druck wirkt insbesondere auf die Weichteile des Menschen, da der menschliche Organismus hoch wasserhaltig ist und die Hydrostase nach

dem Gesetz der allseitigen Druckfortpflanzung wirkt. Er beträgt an der Wasseroberfläche 1 bar und steigt mit jedem Meter um 0,1 bar. Als Folge des Wasserdrucks ergibt sich eine Umfangsverringung beim Eintauchen ins Wasser. Das macht am Thorax 1 bis 3,5 cm und am Bauch 2,5 bis 6,5 cm (nach Straußberger) aus. Weitere Auswirkungen hat der hydrostatische Druck auf das Herz. Er reduziert die Herzfrequenz um zirka 10 bis 20 Schläge/Min. Dies geschieht aufgrund der Anpassungsvorgänge hinsichtlich der wechselnden Druck- und Volumenbelastungen die auf das Herz einwirken. Der Druck bewirkt auch eine Änderung der proprio – und exterozeptiven Afferenzen, die jedoch vom Körper relativ schnell adaptiert und dann nicht mehr wahrgenommen werden [73].

Wassertemperatur

Beim Menschen wird das Gleichgewicht der Körpertemperatur durch zwei Regulationssysteme gesichert: eine wärmebildende chemische und eine wärmeabgebende physikalische Wärmeregulation. Nach den Prinzipien eines Regelkreises erfolgt die Thermoregulation mit seinem Zentrum im Hypothalamus. An Land erfolgt die Hauptwärmeabgabe über die Haut durch Strahlung, im Wasser dagegen übersteigt die Abgabe durch Konvektion die der Strahlung um ein mehrfaches. Um einen Wärmeverlust entgegen zu wirken bedient sich der Körper vasokonstriktorischer Reaktionen. Die Funktionsweise bei einem Temperaturgefälle zwischen Körper und Wasseroberfläche ist die, dass durch Abkühlung der Schale die Temperatur tiefer gelegener Schichten sinkt und der Kern immer weiter in das Körperinnere verlagert wird. Dadurch nehmen die Wärmetransportzahl, die innere Übergangsfläche und die Wärmeübergangszahl ab [90].

Der geringste Wärmeverlust lässt sich mit einer Temperaturdifferenz beim menschlichen Rumpf von 4 bis 6°C beobachten. Bei den Extremitäten kann diese Differenz bis zu 13°C betragen. Das hat zur Bedeutung, dass die vasokonstriktorischen Reaktionen der Körpermitte bei der Umgebungstemperatur von etwa 34°C im Wasser ihr Maximum erreicht haben.

In der Literatur wird eine optimale Temperatur für die Therapie im Wasser mit 32 – 36°C angegeben [86, 31, 15, 93].

Zu beachten ist in jedem Fall der Zusammenhang zwischen Belastungsintensität und Wassertemperatur. Bei größerer Belastung der Übenden sollte die Temperatur im Wasser niedriger sein, da sonst Probleme mit der Wärmeabgabe und dem Herz-Kreislaufsystem auftreten kön-

nen. Somit wirkt sich auch beim Tiefwasser –Aquajogging eine Temperatur von etwa 28°C günstiger auf diese höhere Herz-Kreislaufbelastung aus. Allerdings ist der Entspannungseffekt der Muskulatur dann nicht mehr so hoch wie im warmen Flachwasser.

Massagewirkung des Wassers

Die Bewegungsintensität im Wasser sorgt für einen Wechsel von Zunahme und Abnahme des Drucks, dementsprechend verändert sich auch der Reibungswiderstand und es entstehen viele kleine oder große Wasserzirkulationen am menschlichen Körper [93].

Durch ruhige und meditative Übungsausführungen können Streichungen, durch ein höheres Bewegungstempo können Reibungen und Knetungen erzielt werden.

Tiefergelegene Verhärtungen und Verspannungen, die die Funktionsfähigkeit und Dehnbarkeit der Muskeln einschränken, können abgebaut werden, der sogenannte Muskelkater bleibt selbst bei höheren Intensitäten aus.

3.3. Vorteile der aqualen Behandlung bei Rückenschmerzen

Vorteile ergeben sich aus der guten Stabilisierung der Patienten und dem erhöhten Trainingseffekt durch Beanspruchung vieler Muskelgruppen, sowie den fehlenden Belastungsspitzen für Gelenke und Bandapparat.

Nicht nur die warme Temperatur des Wassers bewirkt eine Detonisierung, sondern die Summe von Wärme, Druckreizen und Auftrieb. Mit der Regulierung der Temperatur kann entscheidend auf den Tonus des Patienten eingewirkt werden. Die Kombination von Temperatur und Bewegung bewirkt:

- Warme Temperatur und langsame Bewegung = detonisierend
- Kühlere Temperatur und schnelle Bewegung = tonisierend
- Sehr hohe Temperaturen wirken entspannend und über längeren Zeitraum erschöpfend

Ein großer Stellenwert der Wassertherapie in der Behandlung von chronischen Rückenerkrankungen besteht in der möglichen Schmerzlinderung. Dies hilft insbesondere bei der

Durchbrechung einer oft bestehenden Schmerzspirale aus hypertoner Muskelverspannung, Fehlhaltung und Irritation nervaler Strukturen und ermöglicht somit häufig weitergehende therapeutische Maßnahmen [80].

Die psychischen Wirkungsfaktoren werden beim Training im Wasser positiv beansprucht, so stellte CORDES [15] fest, dass Patienten im Wasser Bewegungsabläufe motorisch besser umsetzen können, die sie im Medium Luft nicht so gut nachvollziehen. Freudbetontes Üben und Bewegungsspiele sind im Wasser hervorragend umsetzbar und dienen der psychischen Auflockerung und Stimulierung.

Der Wasserwiderstand bewahrt die Gelenke vor Erschütterung und erlaubt ein dosiertes Muskeltraining. Zusätzlich wirkt warmes Wasser entspannend auf die Muskulatur und der geforderte Ausgleich zwischen Wasser – und Körpertemperatur regt gemeinsam mit der Bewegung im Wasser den Stoffwechsel des Übenden an. DIETZE [26] untersuchte die Wirkungsweise einer gezielten Wassergymnastik an Rheumatikern und stellt fest, dass eine Verbesserung der Alltagsmotorik, eine Verringerung der Schmerzen und die Reduzierung der Medikamenteneinnahme bei einer Übungshäufigkeit von einmal 45 Minuten wöchentlich möglich wird.

DALICHAU [17] weist in einer Studie zur Bedeutung des aqualen Funktionstraining in der Therapie von chronischen Rückenschmerzpatienten nach, dass sich in den Versuchsgruppen positive Korrelationen zwischen den Entwicklungen der Kriterien „Schmerz“ und „Rückenstreckmuskulatur“ von $r = 0,74$ bis $0,77$ herausstellen. Neben der Reduzierung der Schmerzintensität und der Einschränkungen der Alltagsaktivitäten werden in den Versuchsgruppen positive Veränderungen der Kraftverhältnisse von Rücken- und Bauchmuskulatur festgestellt. Es gilt: je größer der Anteil an aqualem Funktionstraining in den Versuchsgruppen ist, desto größer sind die positiven Veränderungen.

Signifikante Verbesserungen bei den Parametern Schmerzintensität, Beweglichkeit der Lendenwirbelsäule und der persönlichen Leistungsfähigkeit bei den wassertherapeutischen Anwendungen stellten ROBERTS und FREEMAN [71] fest.

MC ILLVEEN et al [57] beobachtet signifikante Reduktionen der Funktionseinschränkungen im täglichen Leben (nach Oswestry) bei der Wassertrainingsgruppe versus Kontrollgruppe. Nützliche Mittel zur Reduktion des Medikamentenkonsums und der Schmerzreduktion können nach KONRAD [52] bei den folgenden Anwendungen: Wassergymnastik, Unterwasser-

traktion und Unterwassermassage festgestellt werden. Zwischen diesen Gruppen wurden keine signifikanten Unterschiede beobachtet. Diese Ergebnisse bestätigen auch Untersuchungen von GUILLEMIN [34], die einen großen Effekt in kurzer Interventionszeit feststellten. Hingegen konnten bei längeren Trainingsanwendungen, nach 9 Monaten, lediglich kleinere Effekte beobachtet werden.

Viele weitere Versuche haben gezeigt, dass die Anwendung der Wassertherapie bei chronischen Rückenschmerzen eine geeignete Intervention ist. Die Anwendungen sind kostengünstig, psychisch motivierend und schmerzlindernd.

Allgemeiner Nutzen der Wassertherapie für die Kraft ist (nach BRUNNER [12]):

- Sowohl Rohkraft als auch lokale Krafftausdauer können gefördert werden
- Jede Bewegung im Wasser erfährt Widerstand, ob wir wollen oder nicht
- Wir kräftigen die Agonisten und Antagonisten mit derselben Übung und beugen so ist muskulären Dysbalancen vor
- Isokinetisches Krafttraining ist eine hocheffiziente Methode. Das Training im Wasser ist pseudo - isokinetisch, wir können nämlich den Widerstand durch die Veränderung der Ausführungsgeschwindigkeit ständig anpassen, haben aber dadurch keine konstante Bewegungsgeschwindigkeit
- Die Haltemuskulatur wird bei einer Vielzahl von Übungen immer ‚mittrainiert‘, z.B. bei jeder Bewegung im Raum (Laufen, Gehen) vor allem bei häufigen Richtungswechseln
- Hingegen sind Schnellkraft – und exzentrisches Krafttraining nicht so gut im Wasser trainierbar

Als Nachteilig wird in der Trainingstherapie von FROBÖSE [30] festgestellt, dass die über das Wasser realisierbaren Intensitäten zur Entwicklung höherer Kraftqualitäten in der Regel nicht ausreichen und somit nur begrenzte Mittel für ein Hypertrophie – oder Maximalkrafttraining zur Verfügung stehen.

Problematisch zeigt sich bei isolierten, schnellkräftigen Bewegungen die Fähigkeit der Stabilisierung der Gesamtkörperposition. Die nur mangelhafte Fixation beim Üben kann sich nachteilig in Form von Ausgleichbewegungen auswirken.

REISCHLE [70] stellt hierzu fest: beim Muskelaufbautraining und beim funktionalen Dehnen muss berücksichtigt werden, dass stützende Widerlager im Wasser eigentlich nicht gegeben sind. Es muss vielmehr vom Therapeuten mit materiellen Hilfen arrangiert werden.

In vielen Schwimmbädern und Rehabilitationseinrichtungen gibt es die Möglichkeit des Trainings im warmen Wasser, das von den Patienten subjektiv als wohltuend und schmerzlindernd reflektiert wird. Im Medium Wasser sind unterschiedliche Formen der Therapie möglich. Dazu zählen die Aquatrainingstherapie als Einzelbehandlung, das Gruppentraining in Form von Aquarücken, Aquafitness und Aquajogging, sowie die allgemeine Wassergymnastik.

4. Problem- und Zielstellung

Das Training im Wasser ist seit langer Zeit unter den Begriffen Wassergymnastik und Bewegungsbad in der Behandlung von Schadensbildern des orthopädischen Formenkreises bekannt. Darüber hinaus haben sich weitere Modifikationen der aqualen Trainingsform in den Bereichen Prävention, Fitness, Rehabilitation und Alterssport herausgebildet.

Zunehmend locken Fitnessprogramme eine immer größere Zahl von Jung und Alt, Schwimmern sowie Nichtschwimmern, aber auch Patienten mit akuten Verletzungen des Stütz- und Bewegungsapparates, oder mit chronischen Erkrankungen der Gelenke und der Wirbelsäule in die Schwimm- und Bewegungsbäder. Eine häufige ärztliche Empfehlung für Patienten mit Rückenschmerzen lautet: „Gehen Sie doch mal schwimmen oder nehmen Sie an einer Wassergymnastik teil, um sich zu bewegen ohne sich zu überlasten“. Wie ist diese Empfehlung zu bewerten, und wie können Programme für Rückenpatienten zielorientiert definiert werden?

Stellvertretend für die Vielfältigkeit von Trainingsformen im Wasser sollen nachfolgend einige aufgezählt werden: Aquafitness, Aquajogging, Aquarücken, Aquamotion, Aquasport, Tiefwasser-Power, Aqua-Box-Circuit, Aquaspinning, Aqua-Relaxation. Ferner werden bundesweit Gymnastikprogramme von Selbsthilfegruppen wie Rheumaliga und Kneipp-Verein angeboten.

Viele Autoren berichten über erfolgreiche Übungsprogramme im Wasser bei der Behandlung von Rückenpatienten, untermauern diese Aussage jedoch nicht mit vergleichbaren Messergebnissen [7, 32, 87].

Wissenschaftliche Untersuchungen über die Wirksamkeit alternativer Trainingsformen im Wasser mit dem Ziel, Kraftparameter zu steigern, bilden die Ausnahme.

Problematisch ist, dass kaum standardisierte Programme für die Gruppenbehandlung chronischer Rückenpatienten im Wasser existieren. Die Gestaltung der Trainingsinhalte obliegt demnach einer hohen Subjektivität durch den verantwortlichen Therapeuten.

Aktuelle Untersuchungen von DALICHAU [17] zeigen, dass bei einem hohen Anteil an aqualem Funktionstraining die positiven Veränderungen am größten sind und so das Bedürfnis sich noch intensiver mit der Trainingstherapie im Wasser zu beschäftigen, verstärken.

Neben den oben erwähnten aqualen Bewegungsformen ist auch das gerätegestützte Training im Wasser gewinnt zunehmend an Relevanz [61]. Im Vergleich zum Gerätetraining an Land weist das Gerätetraining im Wasser einige Vorteile für Rückenpatienten auf:

- Entlastung der Gelenkstrukturen
- Geringere Verletzungsgefahr
- Höherer Energieumsatz
- Höhere Schmerzreduktion

In verschiedenen Rehabilitationseinrichtungen und Schwimmbädern werden Geräte wie Wasserlaufbänder, Wasserfahrräder und Wasserstepper erfolgreich eingesetzt. STOMMEL [82] konnte mit einem Wasserlaufband im schulertiefen Becken positive Ergebnisse mit Hüftpatienten beobachten. Nach dem endgültigen Durchbruch des gerätegestützten Krafttrainings an Land stellt sich die Frage nach einer adäquaten Trainingsform im Wasser. Eine aktuelle wissenschaftliche Forderung soll hierzu von WÖRNLE [92] zitiert werden: „Die vielfältigen Einwirkungsmöglichkeiten des Mediums Wasser auf unseren Organismus, mit den Hauptfaktoren Auftrieb, Wasserwiderstand, Wärmeleitfähigkeit und hydrostatischer Druck, machen es vor allem für die Prävention und Rehabilitation wünschenswert, dass baldmöglichst leistungsfähige Geräte für ein Aufbautraining zur Verfügung stehen. Materialbedingte und technische Probleme ermöglichen bisher noch nicht den entscheidenden Durchbruch.“

Das Training im Wasser bietet für die Indikation Rückenschmerz interessante Ansatzpunkte. Ein Problem für eine effektive Kräftigung der Bauch- und Rückenmuskulatur bei freien Übungen im Wasser ist die ungenügende Stabilisation des Körpers, insbesondere des Beckens. Aus dieser Überlegung heraus entstand die Idee zur Entwicklung eines speziellen Gerätes. Ziel ist dabei die Kräftigung der Rumpfmuskulatur unter stabilisierten Bedingungen im schulertiefen Wasser.

Untersuchungsgegenstand dieser Studie ist es, festzustellen, ob ein neu entwickeltes Wassergerät gegenüber den herkömmlich angewandten Verfahren Vorteile mit sich bringt. Zunächst ist es Aufgabe zu prüfen, ob das neuartige Wassergerät bessere oder schnellere therapeutische Effekte erzielt, zudem soll geklärt werden, ob dadurch eine Kostenersparnis nachzuweisen ist, ob das Gerät bedienerfreundlich ist, und ob eine Anwendbarkeit bei Patienten, die nicht mit den anderen Belastungsformen behandelt werden können, möglich ist.

Ferner soll diese Arbeit, einen Beitrag zur Standardisierung von Trainingsmaßnahmen im Wasser bei der Behandlung von Rückenpatienten leisten.

Im Mittelpunkt steht die Kontrolle der Auswirkungen unterschiedlicher Trainingsformen auf die Kraftleistungsfähigkeit und den Schmerzgrad von Rückenpatienten. Subjektive Erhebungen können mit objektiven Evaluationen betrachtet und die Aussagekraft über die Wirkungsweise selektiver Trainingsformen genauer bestimmt werden.

5. Probanden und Methoden

5.1. Probanden

Insgesamt nahmen 80 weibliche Probanden freiwillig an der Studie teil. Als Rekrutierungsmaßnahme wurden Patienten der AOK Osterholz angeschrieben und Mitarbeiterinnen des Landkreises, sowie der Stadtverwaltung betrieblich informiert.

Bei den Versuchsgruppen handelt es sich um Frauen im Alter von 25 –45 Jahren mit chronischen Rückenschmerzen im LWS – Bereich (> 0,5 Jahre).

Alle 80 Probanden waren arbeitstätig und nahmen seit mindestens einem Jahr an keinerlei aktiven rehabilitativen Interventionsmaßnahmen teil.

Als „chronische Rückenpatienten“ gelten in der vorliegenden Studie untrainierte weibliche Personen, die bereits seit längerer Zeit unter regelmäßig bis ständig auftretenden Rückenschmerzen, hauptsächlich im Bereich der Lendenwirbelsäule, litten.

Ausschlusskriterien bildeten: radikuläre Syndrome, neurologische Ausfallerscheinungen, akute Entzündungsreaktionen und Spondylodesen beziehungsweise Ankylosen der Wirbelsäule, Spondylolisthesis, epileptische und andere Anfallsleiden, Querschnittslähmungen, akute Infekte und Entzündungen, Herzinsuffizienz, Hypertonie, akutes Asthma bronchiale, offene Wunden und ansteckende dermatologische Krankheiten.

Die Charakteristik dieses Probandenkollektivs zeigt Tabelle 5.1..

Tab 5.1. Charakteristik und Schmerzdauer aller Probanden (n=80)

	Alter (Jahre)	Körperhöhe (cm)	Körpermasse (kg)	Schmerzdauer (Jahre)
Mittelwert x	35,5	169,3	67,1	6,46
Standardabweichung	5,49	6,58	12,21	4,79

Der von den Probanden angegebene Schmerzbereich manifestierte sich hauptsächlich im Bereich der Lendenwirbelsäule und in der Kombination Lendenwirbelsäule / Halswirbelsäule (Tab. 5.2.).

Tab.5.2. Angaben über den Schmerzbereich vor Beginn der Studie

	Gruppe 1	Gruppe 2	Gruppe 3	Gruppe 4	Gruppe 5
LWS	3	8	5	8	9
LWS / HWS	8	8	7	5	5
LWS / HWS / BWS	1	2	3	2	2
LWS / BWS	1	1	1	1	0

Die Probandenanzahl und die räumlichen Bedingungen der einzelnen Untersuchungsgruppen werden in Tabelle 5.3. dargestellt.

Tab.5.3. Darstellung der räumlichen Gegebenheiten

	Gruppe 1	Gruppe 2	Gruppe 3	Gruppe 4	Gruppe 5
Anzahl	n = 13	n = 19	n= 16	n = 16	n = 16
Intervention		Aquajogging	Aquarücken	Wassergerät	Rückengymnastik
Raum		150 qm	50 qm	45 qm	90 qm
Temperatur		28°C	32°C	32°C	20°C

5.2. Durchführung

Zur Erhebung von persönlichen Angaben, wie anthropometrische Daten, Anamnese und therapeutische Interventionen, wurde ein Fragebogen mit offenen und geschlossenen Fragen verwendet. Die in der vorliegenden Untersuchung verwendeten Originalfragebögen sind im Anhang [I] einzusehen.

Nach einer genauen Prüfung und Auswahl der Versuchspersonen wurden diese in vier Versuchsgruppen und eine Kontrollgruppe verteilt.

Dies erfolgte durch Parallelisierung der Probanden nach Schmerzintensität auf eine gleiche Gruppenanzahl. Die Einteilung erfolgte nach den Schmerz - Intensitätsbereichen 1 bis 5 und 5 bis 10. Anschließend wurden die Testpersonen auf alle Gruppen randomisiert.

Die Probanden der Kontrollgruppe nahmen weder an den Trainingsformen, noch den physiotherapeutischen Maßnahmen teil. Erst nach Abschluss des Untersuchungszeitraumes erhielten sie die Möglichkeit an aktiven Trainingsformen teilzunehmen.

Der Trainingsinhalt in den Versuchsgruppen wurde so homogen wie möglich durch Abstimmung der Übungsausführung und Belastungsintensität- und umfang gestaltet.

Die Art der Übungsausführung hatte das Ziel zur Kräftigung und Mobilisation der Rumpfmuskulatur beizutragen.

Die Versuchsgruppen durchliefen ein Rückenfunktionstraining in der arbeitsfreien Zeit von 19.00 bis 20.00 Uhr. Es bestand aus 12 Trainingseinheiten und wurde im Allwetterbad von Osterholz –Scharmbeck (Niedersachsen) von wöchentlich 2 x 45 Minuten über 6 Wochen durchgeführt. Die Trainingskurse wurden von erfahrenen Physiotherapeuten, die jedoch nicht als Untersucher fungierten, geleitet.

Alle Trainingseinheiten wurden inhaltlich in drei Phasen unterteilt: Erwärmungsphase (Dauer: 10 min), Hauptteil (25 min) und Abwärmen / Stretching (10 min). Die Inhalte und Belastungsnormative wurden den Funktionseinschränkungen der Probanden individuell angepasst.

Alle Gruppenteilnehmer unterzogen sich einer standardisierten Testung zu Beginn (T1), bei Beendigung nach 6 Wochen (T2) und 4 Monate nach Ende der Trainingsmaßnahmen (T3). Die einzelnen Messvariablen werden im folgenden Abschnitt ausführlich erläutert.

Die Gesamtdauer der Testdurchführung und die Erhebung der zwei Fragebögen umfasste eine Dauer von 50 Minuten. Als Untersucher fungierten je ein fachlich qualifizierter Diplom-Sportlehrer und ein Sportphysiotherapeut.

5.3. Untersuchungsmethodik

5.3.1. Messung von Kraftformen

Zur Erfassung der statischen Kraft wird ein isometrisches Testverfahren eingesetzt.

Nach SOYKA [81] sind isometrische Tests gut vergleichbar. Sowohl die Bewegungsgeschwindigkeit (=0), als auch die Position sind reproduzierbar. Die Messvariable ist das Drehmoment oder die Kraft. Allerdings sind sie ähnlich wie isokinetische Tests relativ realitätsfremd, da im täglichen Ablauf kaum eine Bewegung mit einer konstanten Bewegungsgeschwindigkeit ausgeführt wird.

Zur Messung der isometrischen Maximalkraft diente ein am Institut für Prävention und Nachsorge in Köln entwickeltes Screening zur Messung der isometrischen Maximalkraft in aufrechter Körperposition. Dieses Kraftmesssystem wurde hinsichtlich der Hauptgütekriterien

bereits als positiv beurteilt und eignet sich somit für den Einsatz im Rahmen wissenschaftlicher Fragestellungen.

Insgesamt ergibt sich die Erkenntnis, dass der Einsatz des IPN - Back Checks sowohl in der Prävention als auch in der Rehabilitation weitreichenden Aufschluss über den Funktionszustand der wirbelsäulenumgebenden Muskulatur und adäquate therapeutische Maßnahmen liefern kann.

Nach einer experimentellen Quer- und Längsschnittuntersuchung an insgesamt 985 Rückengesunden und Patienten mit Rückenbeschwerden, wurde das System von der Firma Dr. Wolff technisch und optisch weiterentwickelt [62].

Durch den Einsatz mit dem Back Check -System konnte ferner aufgezeigt werden, dass im Rahmen der Rehabilitation von Rückenerkrankungen die Ergebnisse des Rückenscreenings zur Unterstützung der medizinischen Diagnostik sowie zur Ausrichtung der Therapiemaßnahmen und zu deren Verlaufskontrolle im Sinne der Qualitätssicherung erfolgreich eingesetzt werden können. Die Dauer des vorgenommenen Testablaufes beträgt etwa 12 Minuten.

Grundlegend unterstreichen BOURCHARD et al. [10] in ihrem Consensus Statement die zentrale Bedeutung speziell der Muskelkraft der Rumpfmuskulatur neben den Faktoren Körperzusammensetzung, Ausdauer, Beweglichkeit und Kraftausdauer.

Bei den Messungen wird die isometrische Kraft der Rumpfflexoren und Rumpfextensoren im aufrechten Stand (0-Grad-Position) am IPN - Back - Check gemessen. Beide Maximalkraftwerte können aufgrund des einheitlichen Ansatzpunktes des Kraftaufnehmers bei der Auswertung unmittelbar miteinander verglichen werden (Proportion).

Die jeweilige Zugkraft wird direkt vom Messsensor (Kraftmessdose) ermittelt, über einen Messverstärker in der Einheit Newtonmeter angezeigt und per Computer ausgewertet.

Es wurde bewusst eine Messposition im aufrechten Stand – also im geschlossenen System – gewählt, um insbesondere der natürlichen Haltungsform des Stütz- und Bewegungsapparates so nahe wie möglich zu kommen und einen entsprechenden Informationstransfer zu ermöglichen; gerade in bezug auf eine gute Vergleichbarkeit mit Alltagsbelastungen. Vorteile hinsichtlich der stehenden Körperposition werden von ANDERSEN et al. [2] hervorgehoben.

Unter dem Aspekt der Beibehaltung einer natürlichen Lendenlordose hält EGGLI [28] die stehende Position für günstig.

Zudem wird der Vorteil der Unabhängigkeit der Messergebnisse durch die Schwerkraft von THORSTENSON u. NILSSON [83] beschrieben.

SCHLÄCHTER [76] berichtet in eigenen Untersuchungen über eine leichte Handhabung, den einfachen Aufbau und eine schmerzfreie Messung bei den Testpersonen als Vorteile des Back-Check-Messgerätes.

vor der eigentlichen Messung absolviert der Proband eine Probemessung, um eine genaue Bewegungsvorstellung zu erhalten. Dieser Probendurchlauf wird mit halber Kraftanstrengung durchgeführt.

Nach Einnahme der standardisierten Ausgangsposition übt die Testperson einen Druck gegen die fixierte Polster Einheit über 5 bis 6 Sekunden mit maximaler Intensität aus. Die Probanden wurden angehalten die maximale Kraft nicht ruckartig, sondern fließend steigend umzusetzen. Grundsätzlich wurde die Messung der Rumpflexoren vor den -extensoren durchgeführt. Pro Testung hatte jeder Proband zwei Versuche, wobei der höhere Wert in die Ergebnisse einfließt.

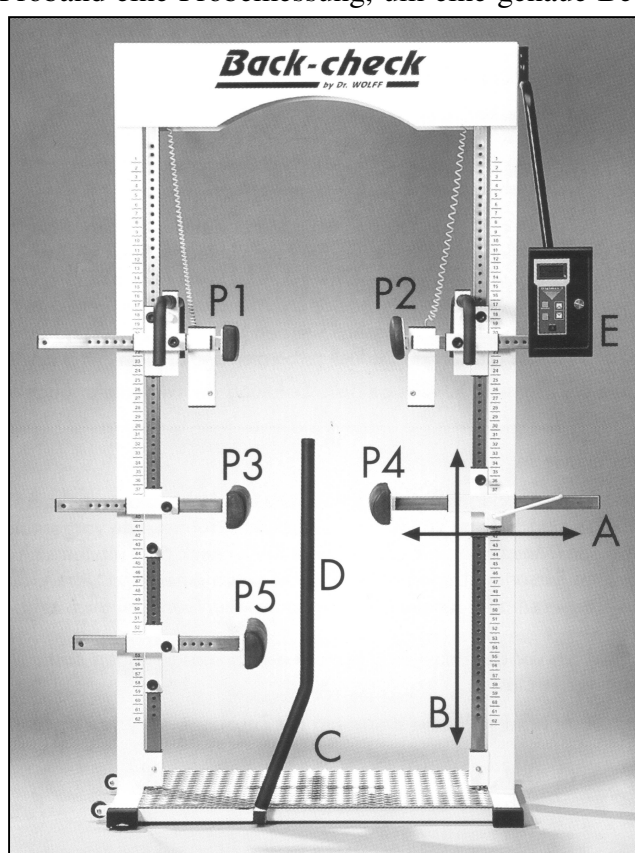


Abb. 5.1: Testgerät Back-Check (Fa. DR WOLFF)

5.3.1.1. Einstellung der Ausgangsposition im Stand

Beginnend erfolgt eine Einweisung und Erklärung des Testsystems durch den Untersucher.

Die Grundposition der Probanden wird mittels eines Lotes in die reproduzierbare Haltung gebracht. Die Füße werden parallel und mittig auf der Markierung der Bodenplatte ausgerichtet. Nachfolgend werden die Polster körpernah herangeführt und fixiert. Beginnend mit dem untersten Polster das an die leicht gebeugten Knie positioniert wird.

Dann wird das Becken ventral und dorsal festgestellt, dazu palpiert man die Spinae iliaca anterior superior und stellt daran das vordere Beckenpolster mittig ein. Auf derselben Höhe wird dann dorsal die Polstereinheit am Becken fixiert. Abschließend wird das obere Polster B (Messaufnehmer für Flexion) von vorn und mittig auf der Höhe des Brustbeines positioniert (Abb.5.2.). Das Polster A (Messaufnehmer für Extension) wird von hinten auf gleicher Höhe entsprechend mittig der Schulterblatthöhe angebracht.

In der Ausgangsposition dürfen Rücken und Brustbein keinen Kontakt zu den Messaufnehmern A und B haben.



Abb.5.2: Die Einstellung der Vertikalen am Messgerät Back – Check



Abb.5.3: Positionierung der Messaufnehmer A und B —rechts

5.3.1.2. Messung der isometrischen Flexions – und Extensionskraft des Rumpfes

Der Proband wird aufgefordert durch maximalen Einsatz der Bauchmuskulatur bei gleichzeitiger Ausatmung den Druck auf das Polster B über 5 bis 6 Sekunden auszuüben (Abb.5.3.).

Die Extensionsmessung erfolgt durch maximalen Druck beziehungsweise Einsatz der Rückenmuskulatur auf das Polster A (Abb.5.4.)

Für die Flexion und die Extension stehen zwei Versuche zur Verfügung.



Abb.5.4: Kraftmessung der Flexion durch Nach - Vornbeugen des Oberkörpers

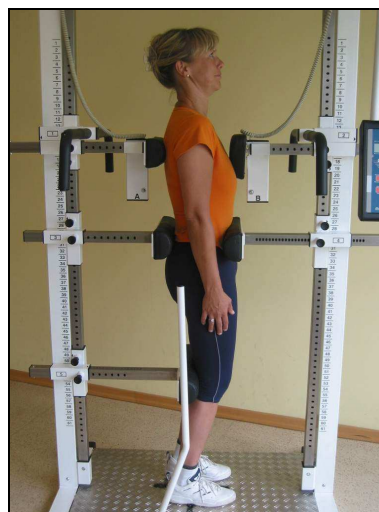


Abb.5.5: Kraftmessung der Extension durch Nach – Hintenbeugen des Oberkörpers

5.3.1.3. Messung der isometrischen Maximalkraft der Zug – und Druckkraft des Oberkörpers

Bei der Testung der Zugkraft kommt es zum Einsatz der Rücken-, - Schulter - und Armbeugemuskelatur. Der Griff über Polster B wird mit beiden Händen erfasst und nach Anspannung der oberen Rückenmuskulatur maximal am Bügel gezogen. Dabei wird das Brustbein gegen den Messaufnehmer B gedrückt (Abb.5.6.). Die Griffweite der Hände ist so zu wählen, dass ein rechter Winkel zwischen Ober- und Unterarm entsteht.

Beim Messen der Druckkraft kommt es zum Einsatz der Brust-Schulter- und Armstreckmuskulatur.

Nach Anspannung der Bauch- und Gesäßmuskulatur wird mit der gleichen Griffhaltung Druck gegen den Messaufnehmer A ausgeübt (Abb.5.7.).

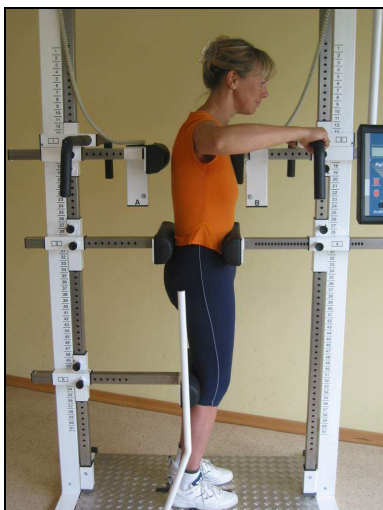


Abb.5.6: Zug des Oberkörpers gegen den Messaufnehmer B



Abb. 5.7: Druck des Oberkörpers gegen den Messaufnehmer A

5.3.1.4. Messung der isometrischen Maximalkraft der Hüftextensoren

Bei der Messung der Hüftextensoren wird ein angewinkeltes Bein nach hinten gegen den Messaufnehmer geführt. Bei dieser Testung ist eine optimale Fixierung des Beckens nicht möglich, weil der Proband geneigt ist, mit den Händen am vorderen Polster (Messaufnehmer A) zu drücken. Hier ist eine genaue Überprüfung der Handstellung und der gesamten Körperlotstellung von großer Bedeutung.

Zur Messung wird der Messaufnehmer B aus der oberen Gerätejustierung vollständig entfernt und in die untere Polstereinheit eingesetzt, um die untere Extremität zu messen. Die Testperson wird möglichst nah an den Messaufnehmer platziert, so dass dieser vertikal und mittig am hinteren Oberschenkel ansetzt. Der Krafteinsatz erfolgt in der Hüftnullstellung, also aus einer leichten Vordehnung für die Hyperextension des Hüftgelenks.



Abb.5.8: Druck des Oberschenkels gegen den Messaufnehmer B

5.3.2. Beurteilung der Schmerzintensität

Zur Evaluierung der Schmerzintensität wurde die visuelle Analogskala mit der Messeinheit von 0 cm (kein Schmerz) bis 10 cm (maximaler Schmerz) eingesetzt. Die visuelle Analogskala kann auf dem Fragebogen im Anhang eingesehen werden.

5.3.3. Bestimmung der Funktionseinschränkungen

Bei der Auswahl der Erhebungsbögen über Funktionseinschränkungen im täglichen Leben standen hierbei alternativ der Roland – Morris Disability Questionnaire oder der Oswestry Disability Questionnaire zur Verfügung.

Der Oswestry - Low Back - Pain Disability Questionnaire [29] fragt nach den Aktivitäten des täglichen Lebens und deren Beeinflussung durch Rückenschmerzen. Er soll auf Grund der Verhältnismäßigkeit bezüglich mittelmäßiger Schweregrad der Funktionseinschränkung, in dieser Studie praxisorientiert eingesetzt werden (siehe Anhang).

5.3.4. Manueller kybernetischer Muskeltest

In vielen Studien wurden die Muskelgruppen nach Kriterien Länge und Kraft beurteilt. Hierbei kommt es in den meisten Fällen zur Anwendung des Muskelfunktionstest nach JANDA [45].

In der vorliegenden Arbeit geht es um die Prüfung der muskulären Funktion als dynamische Größe, die grundsätzlich von den Systemen, die sie steuern, abhängig ist.

Der manuelle Muskeltest prüft die reaktive Kontraktionsfähigkeit bestimmter Muskeln. Ziel dieses Testverfahrens ist die Prüfung der Leistungsfähigkeit des sensomotorischen Systems.

Die Testdurchführung richtet sich nach den Vorgaben von GOODHEART [33], dem Begründer der Applied Kinesiology (AK), und unterscheidet sich von der Methodik nach JANDA [5, 6, 8].

Zur Bewertung wurden die gestörten Muskelgruppen mit der Ziffer null und die nichtgestörten Muskelgruppen mit der Ziffer eins gekennzeichnet.

Folgende Muskelgruppen wurden diesem Test unterzogen:

1. M. rectus femoris
2. M. hamstrings
3. M. trapezius pars ascendens
4. M. iliopsoas
5. M. glutaeus maximus
6. M. glutaeus medius
7. M. piriformis
8. M. ventrale Halsflexoren

Die genauen Testpositionen sind im Anhang [IV] dieser Schrift in Abbildungen dargestellt.

5.4. Datenanalyse

Zur Datenanalyse und Aufbereitung der Daten wurde das Statistikprogramm SPSS PC für Windows und das Kalkulationsprogramm Microsoft Excel eingesetzt.

Die Grundlage der statistischen Bearbeitung bildeten die gemessenen und berechneten Indices zur Bestimmung der Kraft, des manuellen Muskeltest, und folgende Daten der Anamnese.

Zur Prüfung auf Normalverteilung wurde der *Kolmogoroff – Smirnow* - Test angewendet. Bei den subjektiven Parametern Schmerz und Funktionseinschränkung und bei einzelnen objektiven Parametern der Kraft lagen keine Normalverteilung vor. Daher musste die Hypothese der Normalverteilung abgelehnt werden. Die Analyse erfolgte demnach über nichtparametrische Testverfahren. Dabei kam der *Wilcoxon -Test* für den Vergleich zweier abhängiger Stichproben zur Anwendung.

Bei zwei unabhängigen Stichproben wurde der *U-Test nach Mann und Whitney* gewählt [43, 13].

Beide Testverfahren sind Rangsummentests, welche untersuchen, ob die Verteilung zweier Stichproben gleich ist.

Bei der Auswertung der kategorialen Daten, in diesem Fall dichotomen Variablen, wurde beim Testen verbundener (abhängiger) Stichproben der *McNemar-4-Felder –Test* eingesetzt. [43, 13].

Im nächsten Schritt wurden Korrelationen zwischen den objektiven Ergebnissen und den subjektiven Kriterien ermittelt. Es folgte die Überprüfung der Stärke des Zusammenhangs zwischen der Anzahl der Muskelstörungen und den Ergebnissen von Kraft, Schmerz und Funktionseinschränkung. Zur Anwendung kam hierbei der *Spearman'sche Rang – Korrelationskoeffizient*.¹

Bei allen Tests wurde über ein Signifikanzniveau von $p < 0,05$ geprüft (* steht für $p < 0,05$ und ** für $p < 0,01$).

¹ Für die Unterstützung bei der statistischen Bearbeitung der Daten bedanke ich mich bei Herrn Dr. M. Schmidt (Institut f. Sportmedizin, Uni Potsdam) und bei Herrn Dr. N. Wessel (Institut f. Physik, Uni Potsdam).

6. Trainingsinhalte der Versuchsgruppe

Wie bereits erwähnt wurden die Probanden in folgende Gruppen mittels Verlosung eingeteilt:

1. Rückengymnastik
2. Aquajogging
3. Aquarücken
4. Wassertrainingsgerät

Im Folgenden sollen die Belastungsformen in diesen Gruppen näher beschrieben werden. Die Übungssammlungen können im Anhang (VII) eingesehen werden.

6.1. Versuchsgruppe Rückengymnastik

Das Training der Gruppe Rückengymnastik beinhaltet in erster Linie funktionelle Übungen zur Stärkung der Rumpfmuskulatur, Mobilisation der verkürzten Muskulatur und Detonisierung der verspannten Muskeln.

Zielsetzung

- Erlernen der Orientierung in Raum, Umgebung und am eigenen Körper, um ökonomisches Bewegungsverhalten zu entwickeln
- Kräftigung und Mobilisation der Rumpfmuskulatur, Harmonisierung des muskulären Gleichgewichts
- Schulung von Wahrnehmung und Kraftlenkung
- Verbesserung des neuromuskulären Zusammenspiels

Stundenaufbau:

- **Aufwärmen** – Anregung des Herz-Kreislaufsystems, Erhöhung des Muskelstoffwechsels, Voraktivierung der Muskelgruppen die trainiert werden sollen.
- **Hauptteil** – Kräftigung der Rumpfmuskulatur und einflussnehmender Muskelgruppen, Hemmung der zur Verkürzung neigenden Muskelgruppen
- **Abwärmen** – Übungen zur Normalisierung des Stoffwechsels, sowie Dehn- und Entspannungsübungen

Geräte / Hilfsmittel:

- Pezzyball
- Minihanteln
- Lordosekissen
- Gymnastikmatte
- Therapieband

6.2. Versuchsgruppe Aquajogging

Das Aquajogging im Tiefwasser erfolgte hinsichtlich der Lauftechnik in der aufrechten Körperhaltung in Anlehnung an die standardisierte „Suspendend Deep Water Running“ (SDWR) – Technik [27, 59, 50]. Das Gruppentraining fand im tiefen Wasser mit einer Temperatur von 28° Celsius statt.

Die Größe des Schwimmbeckens betrug etwa 6 x 25 Meter, somit 150 Quadratmeter.

Die Patienten liefen und bewegten sich im 180 cm tiefen Wasser mit Hilfe eines „Aquajoggers“, einem Schaumstoffgürtel. Dieser Gürtel verleiht dem Körper Auftrieb und führt zur Entlastung der Gelenke, so dass der Patient sich problemlos ohne Bodenkontakt fortbewegen kann.

Bewegungstechnisch gleicht das Joggen im Wasser fast identisch dem des Laufens an Land. Um jedoch gegen den Wasserwiderstand in eine Vorwärtsbewegung zu kommen, muss der Oberkörper leicht nach vorn gebracht werden, so wird der „Ballenlauf“ charakteristisch für das Laufen im Wasser [42, 89]. Abweichungen von dieser Technik führen zu Fehlern wie das „Radfahren“ durch eine zu senkrechte Haltung und das „Hundepaddeln“ aufgrund zu großer Vorlage. Eine schwache Neigung der Körperachse nach vorn stellt die ideale Position dar [68].

Die Armbewegung kann beim Aquajogging alternierend eingesetzt werden. Je nach Zielsetzung ist die Armbewegung und die Handhaltung belastungsdosierend mit alternativen Auftriebsmitteln einsetzbar.

Zielsetzung

- Kräftigung und Dehnung der gesamten Rumpfmuskulatur und der angegliederten Muskelgruppen.
- Koordinations- und Gleichgewichtstraining
- Haltungsbewusstsein
- Verbesserung der Stoffwechselaktivität

Aufwärmphase

- Leichtes Jogging auf der Stelle mit Armvariationen
- Abwechselnd li / re Arm vor dem Körper schieben
- Arme langsam / schnell zur Seite schieben
- Arme zu den Beinen drücken
- Arme öffnen (Haflä oben) mit vollem Bewegungsumfang und zurück (Haflä unten)
- Schultern rückw rollen, rauf und runter
- Abwechselnd re Hand zum li Knie li Hand zum re Knie

Hauptteil

- Vorw Joggen mit Armbewegungen in gerader Körperhaltung
- Hampelmann in senkrechter Haltung
- Vorw Joggen, Arme seitlich gestreckt
- Beine in Hockstellung, Brustarmzugbewegung der Arme vorw / rückw
- Vorw Joggen mit Armbewegungen (siehe 1)
- Seitenschwung im Wechsel, senkrechte Körperhaltung, re Bein zur li Hand, Beinschwung jeweils seitlich diagonal)
- Vorw. Joggen, Hände hinter dem Rücken fassen und Schulter zurück, Hände nach unten drücken
- Schere
- Vorw. Joggen mit Armbewegungen (siehe 1)
- Kniekippe, Hockstellung, Beine geschlossen, Kniespitzen zusammen, nach li und re kippen

Abwärmen

- Langsames Fahrradfahren in Rückenlage
- Langsamer Hampelmann in Rückenlage
- Langsames Fahrradfahren im Sitzen
- Seitlich strecken, beide Knie anziehen, Seiten wechseln

Stretching

- Schere – Halten – Hände zur Stabilisation benutzen
- Hampelmann – Halten – Hände zur Stabilisation benutzen
- Li. Arm seitlich strecken, dabei den Körper nach re. umdrehen

Steigerung der Belastungsintensität

- Bewegungsumfang vergrößern
- Erhöhung der Bewegungsgeschwindigkeit
- Steigerung der Bewegungsfrequenz
- Vergrößerung der Widerstandsflächen
- Einsatz von Geräten
- Kombination der vorgenannten Punkte

Bewegungsqualität

- Sollten die Teilnehmer eine gute Körperhaltung verlieren, so wird die Intensität verringert
- Die Teilnehmer sollen ihrem eigenen Niveau entsprechend arbeiten.
- Körperhaltung und Atmung sollen ständig kontrolliert werden.

Belastungsumfang

- Die Muskelkraftübungen werden jeweils mit 4-6 Sätzen zu je 8-12 Wiederholungen ausgeführt. Zwischen den Sätzen werden aktive Pausen eingefügt um eine Auskühlung durch die erhöhte Wärmeleitfähigkeit des Wassers zu vermeiden.

Hilfsmittel

- Auftriebsgürtel „Aquajogger“
- Hanteln
- Nudeln
- Bretter
- Handschuhe
- Bälle
- Musikanlage

6.3 Versuchsgruppe Aquarücken

Das Programm Aquarücken besteht inhaltlich aus einer Reihe von Übungen zur Verbesserung der Kraftfähigkeit, Koordination und Mobilisation der Rumpfmuskulatur und kann als Aquagymnastik im Flachwasser bezeichnet werden.

In der Gruppe Aquarücken wurde bei allen Probanden trotz Bodenkontakt der „Aquajogger“ als Gürtel zum Auftrieb benutzt. Hauptaufgabe ist eine höhere Entlastung vom Körpergewicht um etwa 6 kg vom Restgewicht [72]. Eine weitere Intention ist es den Aquajogger als Lumbal – Stützkorsett zu nutzen. Damit wird eine höhere Abdominalspannung und eine geringere Hypermobilität bewirkt [18].

Ziel:

- Kräftigung und Mobilisation der Rumpfmuskulatur unter Ausnutzung der entspannenden Wirkung des Wassers
- Wiedererlangung des muskulären Gleichgewichts, Mobilisation durch Dehnung
- Verbesserung der Bewegungsqualität
- Erlernen der korrekten Haltung
- Koordinations- und Gleichgewichtstraining

Stundenaufbau:

- **Aufwärmen** – Anregung des Herz-Kreislaufsystems, Erhöhung des Muskelstoffwechsels, Voraktivierung der Muskelgruppen, die trainiert werden sollen.
- **Hauptteil** – Kräftigung der Rumpfmuskulatur und einflussnehmender Muskelgruppen
- **Abwärmen** – Übungen zur Normalisierung des Stoffwechsels, sowie Dehn- und Entspannungsübungen [64]

Bewegungsqualität:

- Sicherung der richtigen Übungsausführung durch Korrektur, Veränderung des Wasserwiderstands / Intensität durch Änderung der Aufgabenstellung und Widerstandsflächen

Belastungsumfang:

- Belastungsumfang siehe Stundeninhalt. Zwischen den Sätzen werden aktive Pausen eingefügt um eine Auskühlung des Körpers, durch die erhöhte Wärmeleitfähigkeit des Wassers, zu vermeiden.

Geräte / Hilfsmittel:

- Aquagürtel
- Bretter
- Hanteln
- Pool-Nudeln: Grösse = 160 cm x 7 cm , Gewicht zirka 150 g, Auftrieb zirka 6 kg, Material: Polyäthylemnschaum [75]
- Neoprenhandschuhe
- Bälle

6.4. Versuchsgruppe Wassertrainingsgerät

Eine messbare Therapie zur Kräftigung der Rumpfmuskulatur im Wasser kann nur durch eine entsprechende technische Vorrichtung erfolgen. Hierdurch hat sich die Idee zur Entwicklung eines Trainingsgerätes im Wasser zur Stärkung der Bauch- und Rückenmuskulatur potenziert.

6.4.1. Beschreibung des neuen Wassertrainingsgerätes

Bei dem neuentwickelten und patentierten Wassertrainingsgerät² handelt es sich um eine technische Vorrichtung zur Durchführung von Flexions- und Extensionsbewegungen des menschlichen Rumpfes, mit dem die Bauch- und Rückenmuskulatur unter besonders günstigen physikalischen Bedingungen gekräftigt werden soll.

Allerdings stellten sich in der Entwicklung, durch die physikalischen Besonderheiten im Wasser, auch einige technische Probleme dar. Das sind zum einen die Wellenentwicklung und zum anderen das Eintauchen des Kopfes unter Wasser bei entsprechenden Bewegungswinkeln.

Die Wellenbildung kann durch eine spezielle, im Folgenden näher beschriebene, Widerstandsgebung minimiert werden. So findet lediglich Wellentätigkeit durch eigene Körperbewegung statt, nicht aber durch zusätzliche Widerstandsflächen.

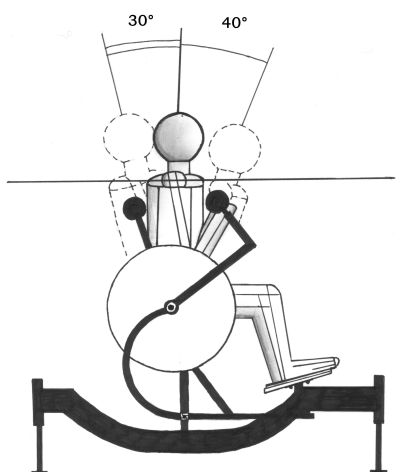


Abb.6.1: Flexion und Extension mit Wassertrainingsgerät - Prototyp

Durch eine entsprechende Sitzhöhenverstellkonstruktion wird eine Flexions- und Extensionsbewegung des Rumpfes jeweils bis etwa 40° beziehungsweise 30° möglich gemacht, ohne dabei mit dem Kopf unter Wasser zu geraten.

Neu ist die spezielle Sitzkonstruktion, die eine Flexionsbewegung mit dem Kopf über Wasser und dem Rumpf unter Wasser möglich macht. Der Übende sitzt auf dem Gerät und setzt beide

² Patentanmeldung „Wassertrainingsgerät mit Höhenausgleich“ – PCT / EP 02/07962

Füße auf eine Fußplatte mit 90° gebeugten Kniegelenken. Mit den Händen hält sich der Trainierende in Schulterhöhe an speziellen Griffen fest. Zur Fixierung des Oberkörpers wird im Schulter-Brust-Bereich eine Polsterung angesetzt. In derselben Höhe ist am Rücken (Schulterblätter) ein Polster justiert.

Die Rumpfextensions- und -flexionsbewegungen können durch entsprechende Lochpositionen in ihrem Winkel begrenzt werden, um auch kleinere Bewegungsabläufe kontrolliert zu ermöglichen. Die Variation der Winkeleinstellung (Range - Limit) der Widerstandspolsterung bringt mehrere Vorteile mit sich. Einerseits wird ein kleinerer Bewegungsaus Schlag (20 bis 30°) beim Üben, gerade mit akuten Beschwerdebildern ermöglicht, zum anderen können isometrische Kraftmessungen in verschiedenen Winkelpositionen erfolgen.

Die Widerstandsgröße ist stufenförmig und separat für Flexion und Extension durch einen speziellen, und nachfolgend beschriebenen, Bremsmechanismus einstellbar. Im unteren Bereich, an den Kufen, ist horizontal beidseitig ein Vierkantrohr angebracht. Durch dieses Rohr läuft ein Riemen. Die Enden der Rohre sind mit geschlitzten Scheiben verschlossen. Auf dem Riemen sind zwei Blechplatten (eine oben, eine unten) befestigt. Diese Platten trennen das Rohr in zwei Kammern. Wird nun die Bewegungseinheit nach vorne oder hinten gefahren, baut sich im Rohr ein Druck auf, welcher die Bewegung bremst. Am Rohr befindet sich vorne und hinten eine Bohrung mit einem angeschlossenen Schlauch. Dieser Schlauch wird in die Trommel geführt und endet auf einem Kugelhahn. Mittels dieses Hahnes, kann man den Wasserdurchfluss und damit die benötigte Kraft regulieren.

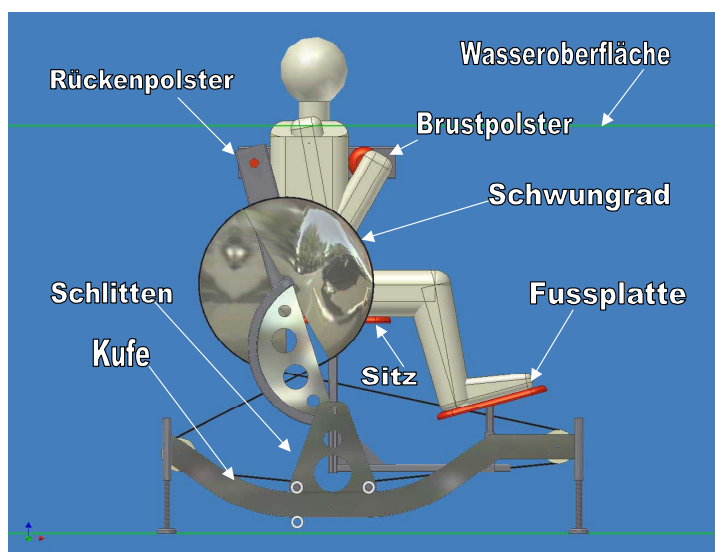


Abb. 6.2: Seitenansicht Prototyp mit Bezeichnungen

Weitere apparative Voraussetzungen sind:

- höhenverstellbarer Sitz für achsengerechte Positionierung
- höhenverstellbare Fußplatten zur Anpassung an die Unterschenkellänge
- verstellbarer Beckengurt
- dorsales Stützpolster für Becken

6.4.2. Trainingsinhalt der Versuchsgruppe Wassertrainingsgerät

Die Trainingseinheit in dieser Gruppe ist ähnlich wie ein Krafttraining an Land aufgebaut. Zur Erwärmung werden Übungen im brusttiefen Wasser ausgeführt und eine Stabilisierung der Rumpfmuskulatur durch Koordinationsübungen angebahnt. Im Hauptteil der Trainingseinheit erfolgt zunächst die Kräftigung der Rumpfmuskulatur, in der Reihenfolge: Rückenstrecker und Bauchmuskulatur. Am Ende der Trainingseinheit erfolgt eine Lockerung in vertikaler und horizontaler Haltung sowie Dehnungsübungen.

Zielsetzung

- Kräftigung und Mobilisierung der Rumpfmuskulatur
- Verbesserung der intramuskulären Koordination
- Verbesserung der Stoffwechselaktivität
- Reduzierung der Schmerzen

Stundenaufbau

- Aufwärmphase
- Hauptteil
- Abwärmen / Stretching

Aufwärmphase

- Gehen im aufrechten Gang, vorw, seitw, rückw, langsam, schnell,
- Vorfußlaufen unter Teilentlastung (Pool-Nudeln)
- Gehen mit Armseitwärtsbewegungen und Schwimmbrettern
- Auf – und Abbewegung mit Aquastep

Hauptteil

Lumbal / thoracale Extensionsbewegung gegen Widerstand

- Ausgangsposition Sitzend in 90° Hüftwinkel, 80° Kniewinkel
- Ausmaß der Bewegung: 30° Extension, 40° Flexion
- Belastungsumfang: 1 Satz mit 20 Wiederholungen (50% Intensität)
- 6 Sätze mit 8 – 12 Wiederholungen (80% Intensität)
- Kontrollierte Ausatmung bei der Kraftanstrengung in die Extension

Lumbal / thoracale Flexionsbewegung gegen Widerstand

- Ausgangsposition Sitzend in 90° Hüftwinkel, 80° Kniewinkel
- Ausmaß der Bewegung: 30° Extension, 40° Flexion
- Ausmaß der Bewegung s.o.
- 1 Satz mit 20 Wiederholungen
- 6 Sätze mit 8 – 12 Wiederholungen
- Kontrollierte Ausatmung bei Widerstandsüberwindung in die Flexion

Abwärmen / Stretching

- Gehen mit Kniehub
- Gehen auf Zehenspitzen
- Gehen mit Gestreckten Knien "Robotergang"
- Entlastungsübung in Rückenlage mit Pool-Nudel und Aquagürtel
- Dehnung der seitlichen Rumpfmuskulatur im Stand (1x je 30 sec)
- Dehnung der unteren Extremitäten (1x je 30 sec)
- Dehnung der ventralen Rumpfmuskulatur im Stand (1x je 30 sec)
- Dehnung der dorsalen Muskelkette im Stand (1x je 30 sec)
- Auswertung der Trainingseinheit

Hilfsmittel

- Schwimmbrett
- Pool-Nudel
- Aquahantel
- Aquastep
- Aquagürtel

7. Ergebnisse

Im Anhang (XXVIII) werden die Mittelwertdaten der objektiv erfassten Daten in tabellarischer Form dargestellt. Die Entwicklung über alle drei Testzeitpunkte, der auf Maximalkraft getesteten Muskelgruppen, werden in Grafiken wiedergegeben.

Zur Übersicht der kurzfristigen Auswirkungen durchgeführter Trainingsmaßnahmen in den einzelnen Versuchsgruppen, werden Grafiken zum Vergleich gezeigt.

Danach erfolgt die Berechnung der Kraftverhältnisse zwischen Rumpfextensoren und – flexoren als Aussagekriterium des muskulären Gleichgewichts. Zur besseren Übersicht wird das Verhältnis von Extension und Flexion mit Ergebnissen anderer Untersuchungen verglichen.

Es folgen die Ergebnisse der subjektiv erfassten Daten Schmerzintensität und Funktionseinschränkung. Die Verläufe der Entwicklung in den einzelnen Gruppen während der Studie wird in Liniendiagrammen dargestellt.

Anschließend werden die Ergebnisse der manuellen kybernetischen Muskeltestung in grafischer Form über alle Testzeitpunkte differenziert nach Gruppen dargestellt.

Ferner wird aufgezeigt in welcher Häufigkeit Funktionsstörungen der einzelnen Muskeln getestet wurden.

Abschließend sollen die ermittelten Korrelationen zwischen Kraftentwicklung und Schmerzreduktion, sowie Funktionseinschränkung deutlich gemacht und die Ergebnisse zusammengefasst dargestellt werden.

7.1. Ergebnisse der Maximalkraftmessung

Die Ergebnisdaten der untersuchten Messvariablen sind in Tabelle 1 im Anhang und in den folgenden Abbildungen dargestellt.

7.2. Kraftentwicklung der Rumpfflexoren

Gruppe 1 = Kontrollgruppe

In Gruppe 1 konnte über den gesamten Untersuchungszeitraum keine bedeutenden Veränderungen ($p \geq 0,05$) der Kraftmessungen beobachtet werden. Das Niveau stieg nach dem ersten Testzeitraum geringfügig um durchschnittlich 3,9% zu und veränderte sich auch nach 4 Monaten (Abb.7.1) nicht mehr.

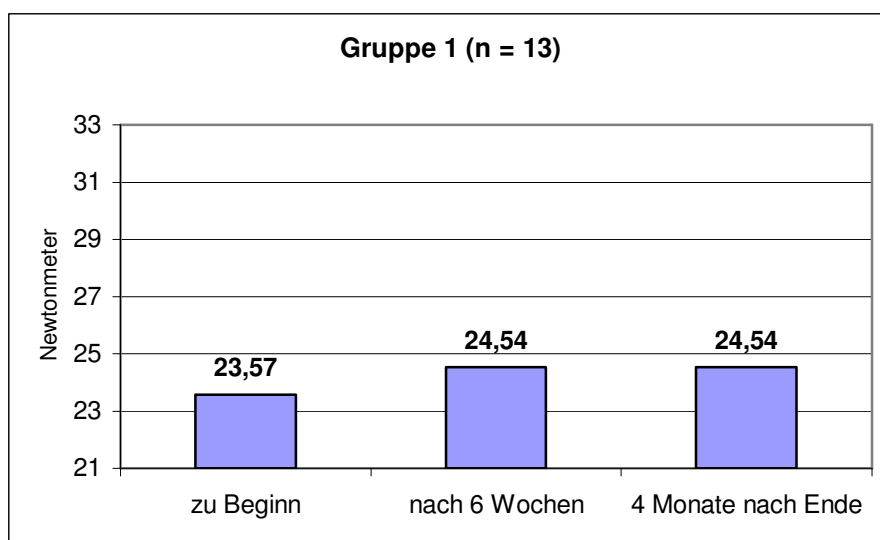


Abb. 7.1: Mittelwerte der Maximalkraft –Rumpfflexion (Nm) differenziert nach Testzeitpunkten

Gruppe 2 = Aquajogging

In Gruppe 2 konnten nach Trainingsende signifikante Steigerungen der Mittelwerte in der Flexorenkraft beobachtet werden. Die Kraft stieg um 16,7% signifikant ($p < 0,01$) auf den Wert von 31,89 ($\pm 6,3$) Nm an. Wie in Abbildung 7.2. zu sehen ist, konnten diese Verbesserungen im Testzeitpunkt 3 noch leicht um 2,4% ansteigen.

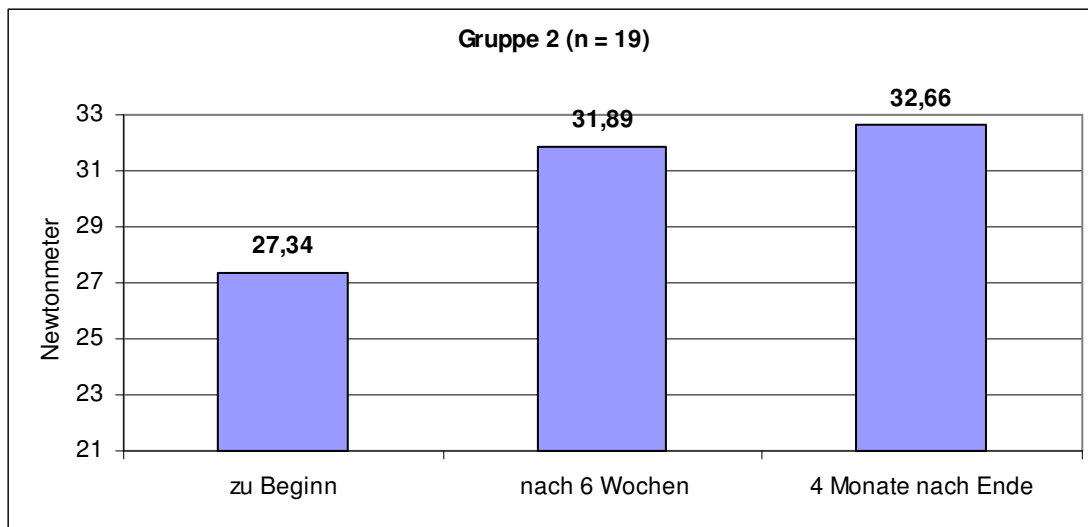


Abb. 7.2: Mittelwerte der Maximalkraft – Rumpfflexion (Nm) differenziert nach Testzeitpunkten in der Gruppe Aquajogging

Gruppe 3 = Aquarücken

In der Gruppe 3 stieg die Kraft der Flexoren nach der Trainingsintervention im Wasser bedeutend ($p < 0,01$) um 30,8% an und erreichte einen Mittelwert von 30,25 Nm ($\pm 7,9$) zum Testzeitpunkt 2. Nach 4 Monaten flachte diese Steigerung mit einem Wert von 29,25 Nm ($\pm 10,2$) um -3,3% geringfügig ab.

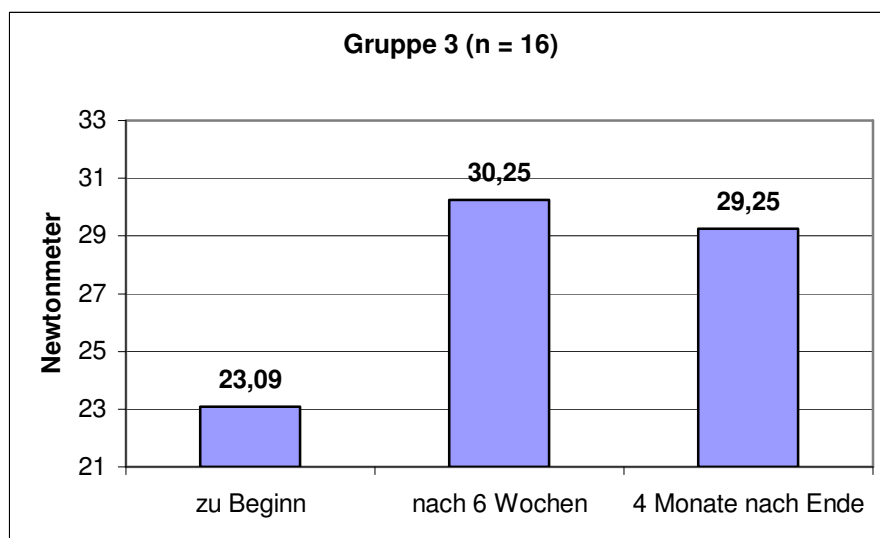


Abb. 7.3: Mittelwerte der Maximalkraft – Rumpfflexion (Nm) differenziert nach Testzeitpunkten in der Gruppe Aquajogging

Gruppe 4 = Aquagerät

Mit 21,25 Nm ($\pm 7,6$) war das Ausgangsniveau der Flexorenkraft in der Gruppe 4 am niedrigsten. Zum Testzeitraum 2 konnte eine hohe Steigerung ($p < 0,01$) von 27% der Flexorenkraft beobachtet werden. Jedoch reduzierte sich diese Verbesserung im mittelfristigen Zeitraum wieder um -21,6%. Dieser Rückgang der Messwerte entspricht etwa den Ausgangswerten vor Beginn der Untersuchung.

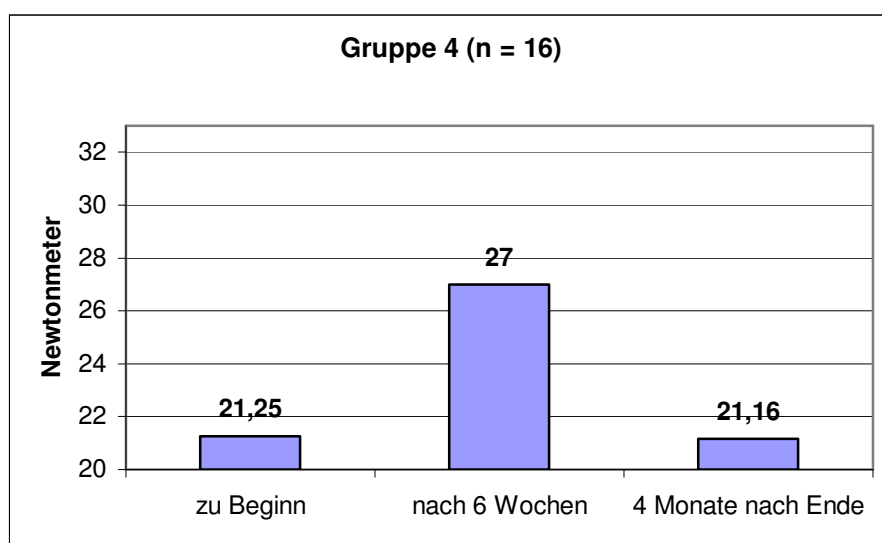


Abb. 7.4: Mittelwerte der Maximalkraft – Rumpfflexion (Nm) differenziert nach Testzeitpunkten in der Gruppe Aquagerät

Gruppe 5 = Rückengymnastik

Statistisch signifikante Steigerungen der Flexorenkraft wurden in der Gruppe 5 beobachtet. Von Beginn der Studie bis zum Zeitpunkt nach dem Training stieg die Kraft signifikant ($p < 0,01$) von 23,94 Nm ($\pm 5,9$) um 19,7% auf 28,66 Nm ($\pm 7,4$) an (Abb.7.5). Diese Verbesserungen manifestierten sich auch bei der 3. Messung nach 4 Monaten, der sich in einem Mittelwert von 28,88 Nm ($\pm 7,3$) widerspiegelte.

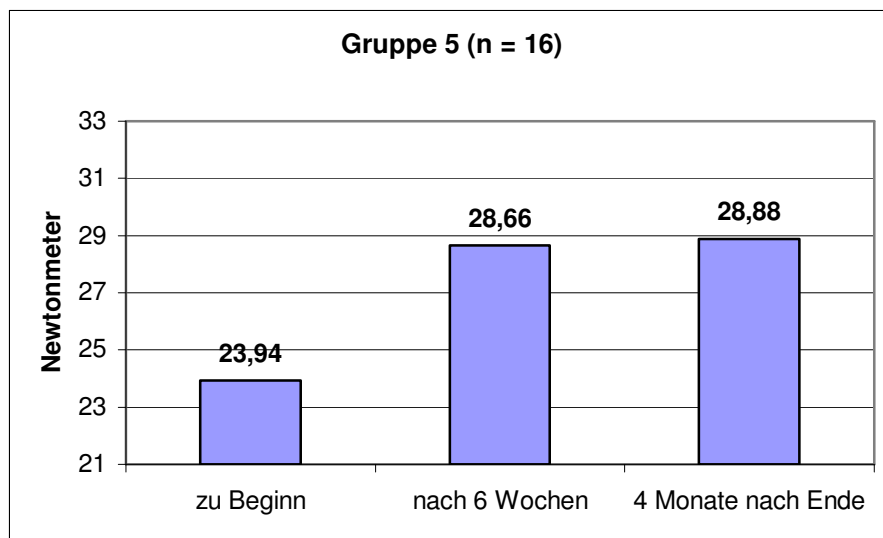


Abb. 7.5. Mittelwerte der Maximalkraft –Rumpfflexion (Nm) differenziert nach Testzeitpunkten in der Gruppe Rückengymnastik

7.3. Kraftentwicklung der Rumpfextensoren

Gruppe 1 = Kontrollgruppe

Die Extensorenkraft blieb mit jeweils 28,89 Nm im ersten Untersuchungszeitraum völlig identisch. Bei der Messung nach 4 Monaten fielen die Kraftwerte statistisch signifikant ($p < 0,01$) auf den Wert 26,00 Nm ($\pm 7,8$) ab und verschlechterten sich damit um durchschnittlich 10,0%.

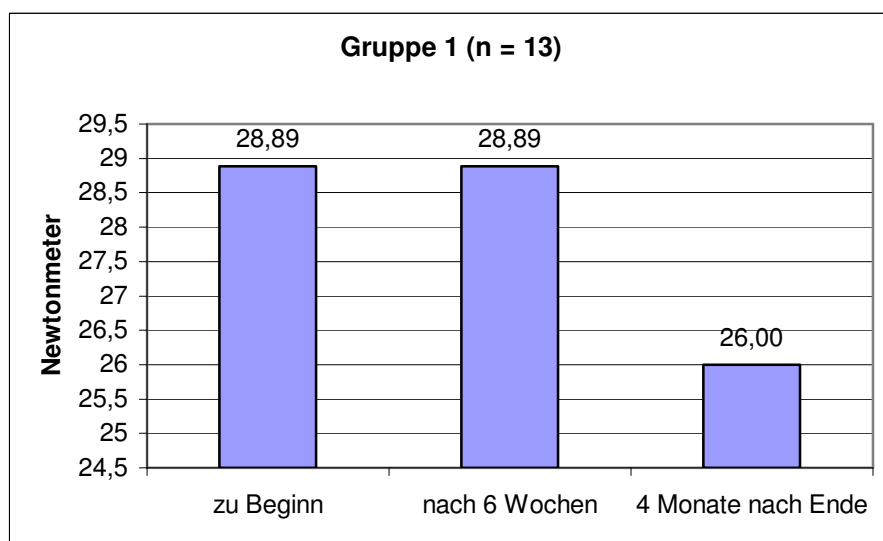


Abb. 7.6: Mittelwerte der Maximalkraft –Rumpfextension (Nm) differenziert nach Testzeitpunkten in der Kontrollgruppe

Gruppe 2 = Aquajogging

In Gruppe 2 wurde eine bedeutende ($p < 0,01$) Verbesserung um 20,5% nach der Trainingsmaßnahme gemessen. Der Mittelwert stieg von 33,58 Nm ($\pm 9,1$) auf 40,47 Nm ($\pm 8,5$) an und behielt auch bei der letzten Untersuchung mit 39,84 Nm ($\pm 11,4$) das höhere Kraftniveau.

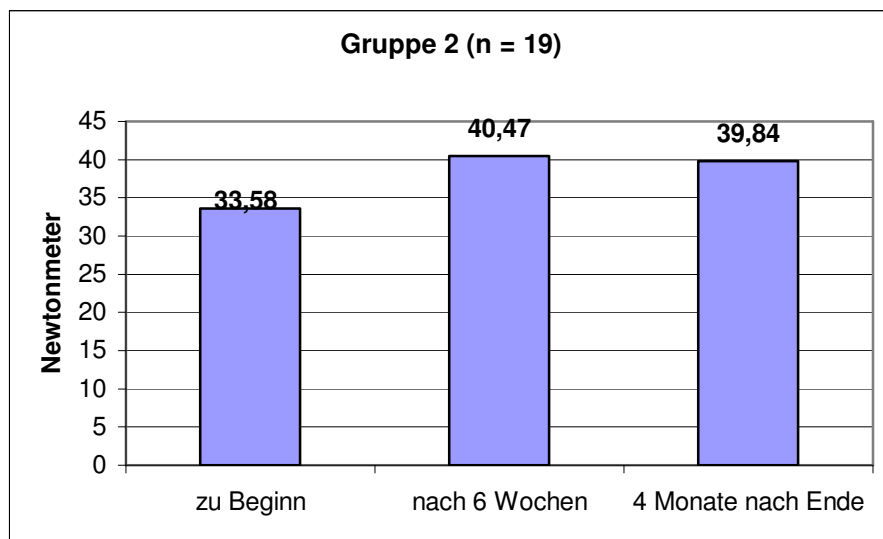


Abb. 7.7: Mittelwerte der Maximalkraft –Rumpfextension (Nm) differenziert nach Testzeitpunkten in der Gruppe Aquajogging

Gruppe 3 = Aquarücken

Die 2. Messung der Rumpfextensorenkraft in Gruppe 3 ergaben signifikante ($p < 0,01$) Steigerungen der Ergebnisse um 34,1% auf den Wert 38,56 Nm (Abb.7.8)

Im dritten Testzeitpunkt konnte mittelfristig eine geringe Steigerung um 2,2% auf 39,41 ($\pm 13,5$) Nm nachgewiesen werden.

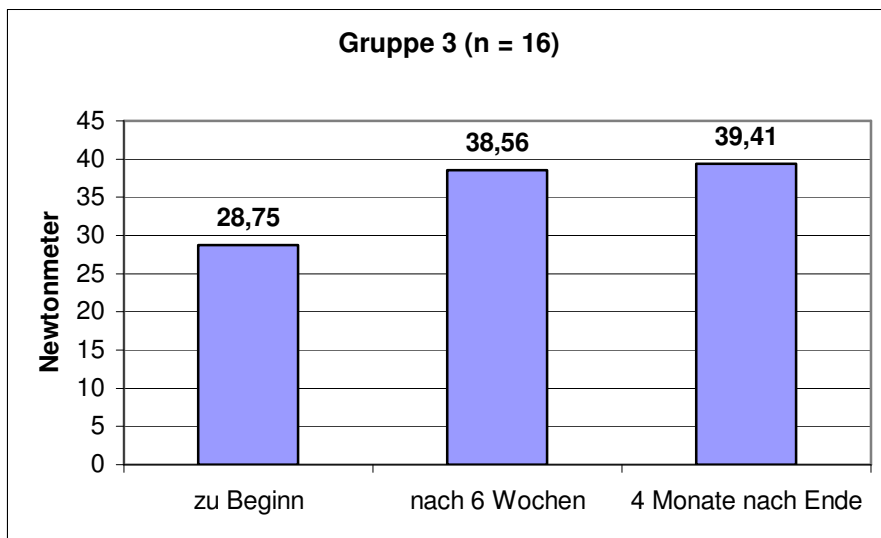


Abb. 7.8: Mittelwerte der Maximalkraft – Rumpfextension (Nm) differenziert nach Testzeitpunkten in der Gruppe Aquarücken

Gruppe 4 = Aquagerät

Vor Trainingsbeginn wurde in der Gruppe 4 ein Mittelwert von 20,84 ($\pm 8,0$) Nm gemessen. Nach Beendigung der Intervention im Wasser konnte der Wert 32,38 ($\pm 11,0$) Nm als hoch signifikante Steigerung ($p < 0,001$) erfasst werden. Im Vergleich zum Zeitpunkt vor Trainingsbeginn entsprach dies einer Steigerung von 55,4%. Dieser kurzfristige Effekt wurde auch mittelfristig nach 4 Monaten mit 33,50 ($\pm 10,0$) Nm als Mittelwert nachgewiesen.

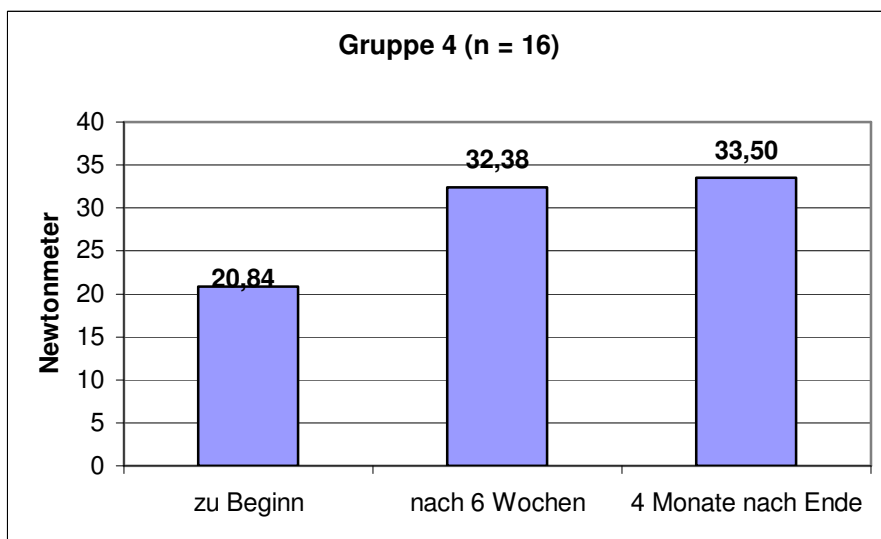


Abb. 7.9: Mittelwerte der Maximalkraft – Rumpfextension (Nm) differenziert nach Testzeitpunkten in der Gruppe Aquagerät

Gruppe 5 = Rückengymnastik

Das durchgeführte Trainingsprogramm in Gruppe 5 führte nach 6 Wochen zur signifikanten Steigerung von 20,2% auf 37,91 ($\pm 8,8$) Nm. 4 Monate nach Ende der Intervention an Land kam es zur erneuten Steigerung um durchschnittlich 3,9% (Abb.7.10).

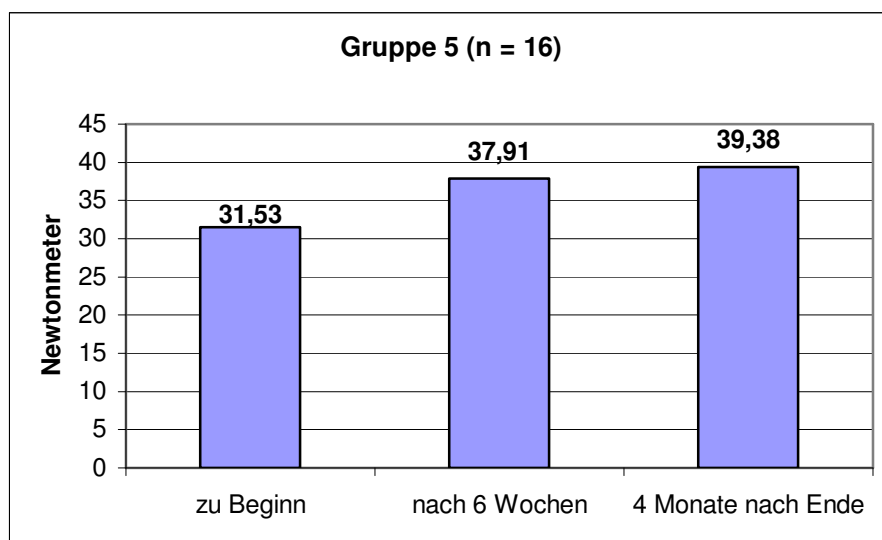


Abb. 7.10: Mittelwerte der Maximalkraft –Rumpfextension (Nm) differenziert nach Testzeitpunkten in der Gruppe Rückengymnastik

7.4. Entwicklung der Zug – und Druckkraft

Gruppe 1 = Kontrollgruppe

In der Kontrollgruppe, ohne jegliche Intervention, konnten keine bedeutsamen Entwicklungen festgestellt werden. Bei der Zugkraft fällt der Mittelwert von 41,08 ($\pm 12,1$) kurzfristig um – 5,1% auf 39,00 ($\pm 8,5$) Nm, um mittelfristig auf 43,46 ($\pm 10,5$) Nm wieder leicht anzusteigen. Bei der Druckkraft kommt es zu minimalen permanenten Anstiegen der Maximalkraftwerte (Abb.7.11). Alle Ergebnisveränderungen sind in diesen Zeiträumen nicht signifikant nachzuweisen ($p \geq 0,05$).

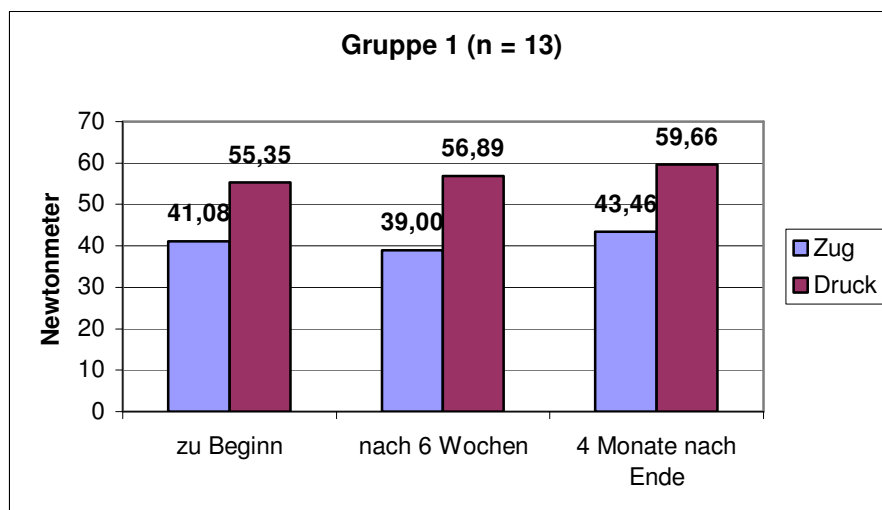


Abb. 7.11: Mittelwerte von Zug- und Druckkraft differenziert nach Testzeitpunkten in der Kontrollgruppe

Gruppe 2 = Aquajogging

In der Gruppe Aquajogging konnten sowohl bei der Zugkraft als auch bei der Druckkraft signifikante Ergebnissteigerungen beobachtet werden. Kurzfristig zum Testzeitpunkt 2 verbesserte sich die Zugkraft bedeutsam ($p < 0,001$) von 34,18 Nm ($\pm 11,4$) um 25,1%. Diese Verbesserung konnte mittelfristig bei Test 3 um weitere 14% gesteigert werden (Abb.7.12). Die Druckkraft stieg nach der Intervention um 17,3% signifikant ($p < 0,001$) von 69,32 ($\pm 19,5$) Nm auf den Mittelwert 81,32 Nm ($\pm 19,4$) an und fiel dann nach 4 Monaten auf 76,82 (SD 21,0) leicht um $-5,5\%$ wieder ab.

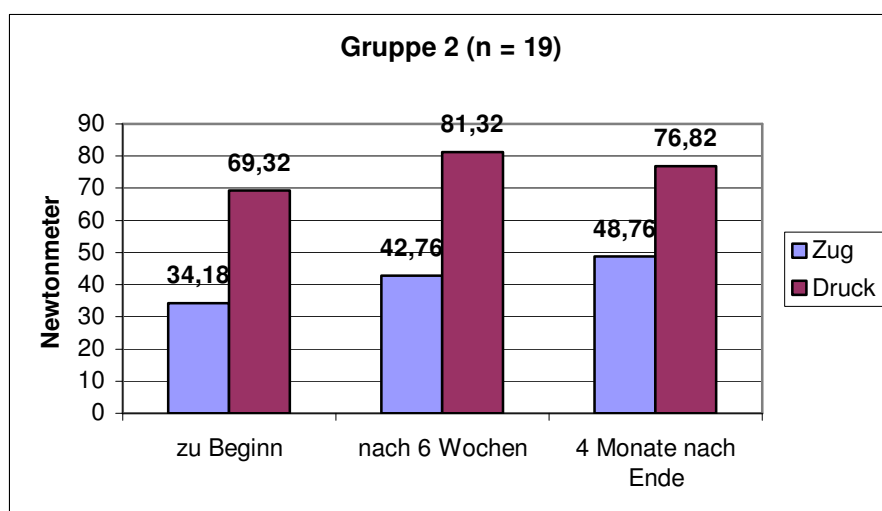


Abb. 7.12: Mittelwerte von Zug- und Druckkraft (Nm) differenziert nach Testzeitpunkten in der Gruppe Aquajogging

Gruppe 3 = Aquarücken

Nach dem Training in der Gruppe 3 steigerte sich die Zugkraft signifikant um 22,1% auf 43,56 ($\pm 10,3$) Nm. Beim letzten Test nach 4 Monaten später stiegen die Werte um 10,9% auf 48,34 ($\pm 13,1$) Nm. Bei der Druckkraft ergaben sich nach der Intervention im Wasser Steigerungen der Kraft um 15,9% die statistisch nachgewiesen werden konnten ($p < 0,01$). Zum Ende der Untersuchungen wurde eine erneute Verbesserung der Druckkraft um 6,2% nachgewiesen (Abb.7.13)

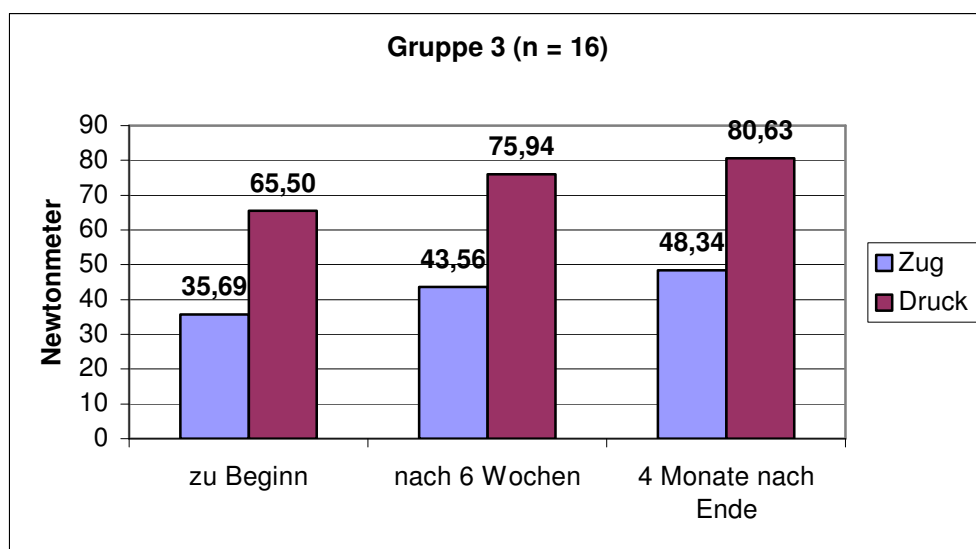


Abb. 7.13: Mittelwerte von Zug- und Druckkraft differenziert nach Testzeitpunkten in der Gruppe Aquarücken

Gruppe 4 = Aquagerät

Die Zugkraft zeigte in Gruppe 4 eine signifikante ($p < 0,01$). Leistungsverbesserung nach Trainingsende um 20,6% und steigerte sich nach 4 Monaten noch einmal um 15,8% auf ein Mittelwert von 46,72 ($\pm 15,9$) Nm Gruppe 4 entwickelte bei der Druckkraft nach dem Training keine bedeutende Verbesserung (5,8%). Jedoch im mittelfristigen Vergleich wurden signifikante Steigerungen ($p < 0,01$) um 18,8% beobachtet (Abb.7.14).

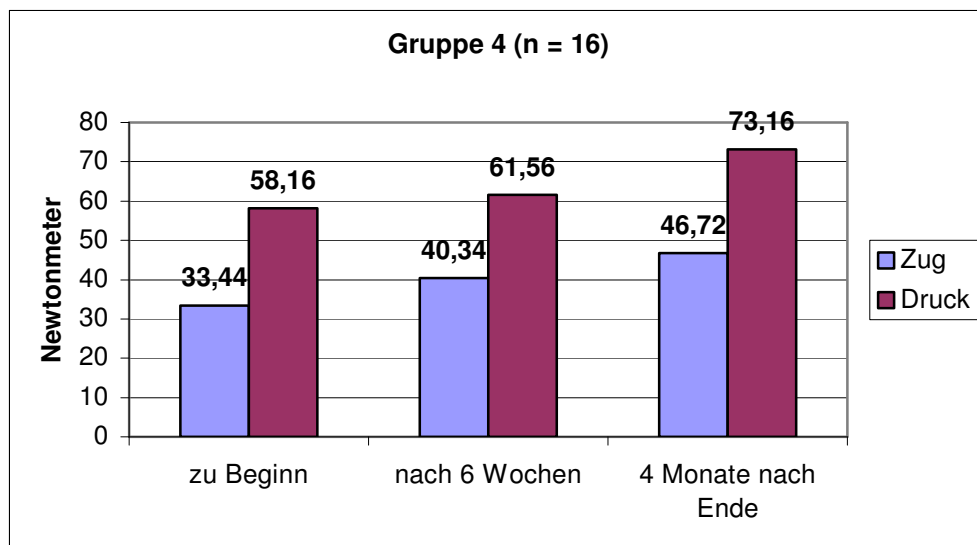


Abb.7.14: Mittelwerte von Zug- und Druckkraft differenziert nach Testzeitpunkten in der Gruppe Aquagerät

Gruppe 5 = Rückengymnastik

Signifikante Veränderungen ließen sich in Gruppe 5 bei der Zugkraft sowohl nach dem Training mit 18,8% Steigerung, als auch nach 4 Monaten mit 4,9% Verbesserung nachweisen. Wie in Gruppe 4 kommt es bei der Druckkraft nach der Intervention zu keiner aussagekräftigen Verbesserung ($p \geq 0,05$) der Kraftfähigkeit (+6,0%). Im 4 Monate - Vergleich stieg die Kraft signifikant ($p \leq 0,01$) um weitere 5,7% und erreichte den Mittelwert 77,91Nm (+14,3%).

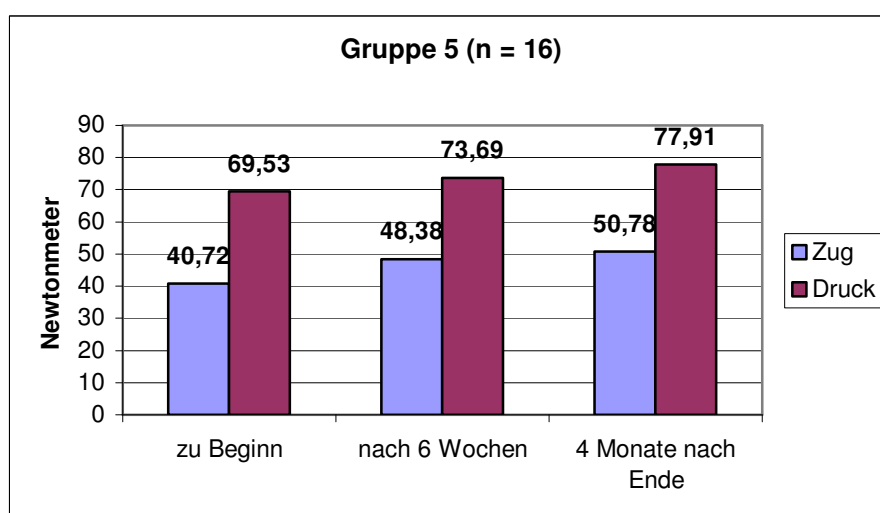


Abb. 7.15: Mittelwerte von Zug- und Druckkraft differenziert nach Testzeitpunkten in der Gruppe Rückengymnastik

7.5. Kraftentwicklung der Hüftextensoren

Gruppe 1 = Kontrollgruppe

Zum Testzeitpunkt 2 nach 6 Wochen verschlechterte sich die Kraft der Hüftstrecker sowohl links um $-6,2\%$, als auch rechts um $-4,6\%$. Die Reduzierung dieser Ergebnisse ist nicht signifikant. Im Vergleich nach 4 Monaten stiegen die Werte leicht an, unterschieden sich jedoch nicht von den Ausgangswerten (Abb.7.16).

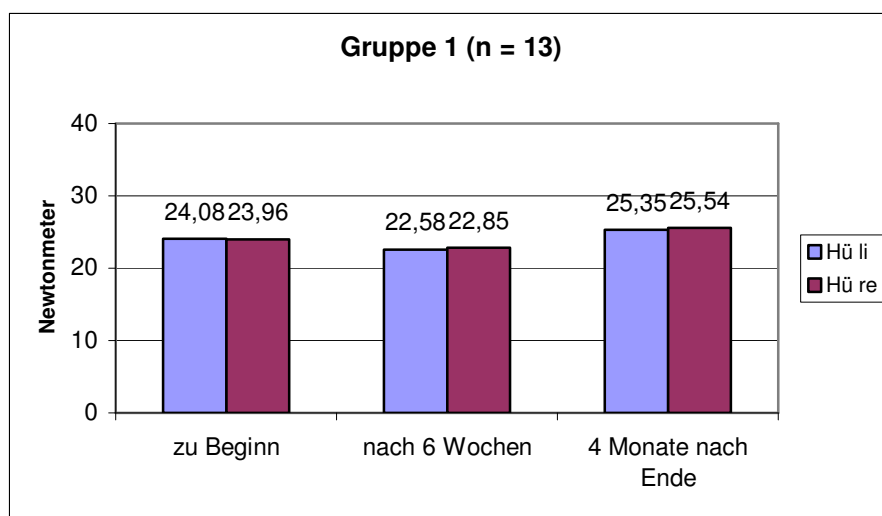


Abb. 7.16: Mittelwerte der Hüftextensorenkraft differenziert nach Testzeitpunkten in der Kontrollgruppe

Gruppe 2 = Aquajogging

In der Gruppe Aquajogging erhöhte sich die Kraft links ($p < 0,05$) und rechts ($p < 0,01$) signifikant um $18,4\%$ und um $15,9\%$. Auch nach 4 Monaten wurden diese Steigerungen auf gleichem Niveau gehalten (Abb.7.17).

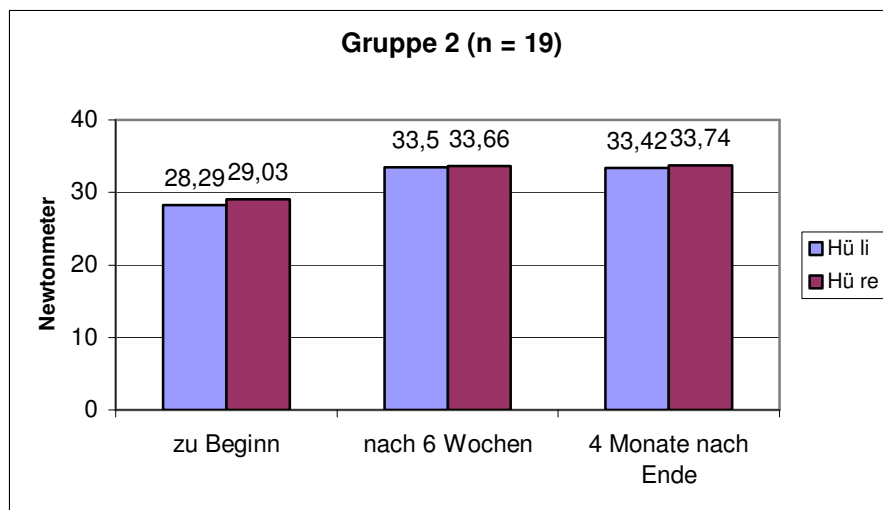


Abb. 7.17: Mittelwerte der Hüftextensorenkraft differenziert nach Testzeitpunkten in der Gruppe Aquajogging

Gruppe 3 = Aquarücken

Nach der Trainingsmaßnahme wurden in der Gruppe 3, auf der linken Seite der Hüftstrecker, signifikante ($p < 0,05$) Verbesserungen um 26,8% beobachtet (Abb.7.18), die sich mittelfristig mit -7,0% wieder abgeflacht haben. Auf der rechten Seite sind die Verläufe nach dem Training aufsteigend (26,0%) und nach 4 Monaten wieder absteigend, jedoch signifikant.

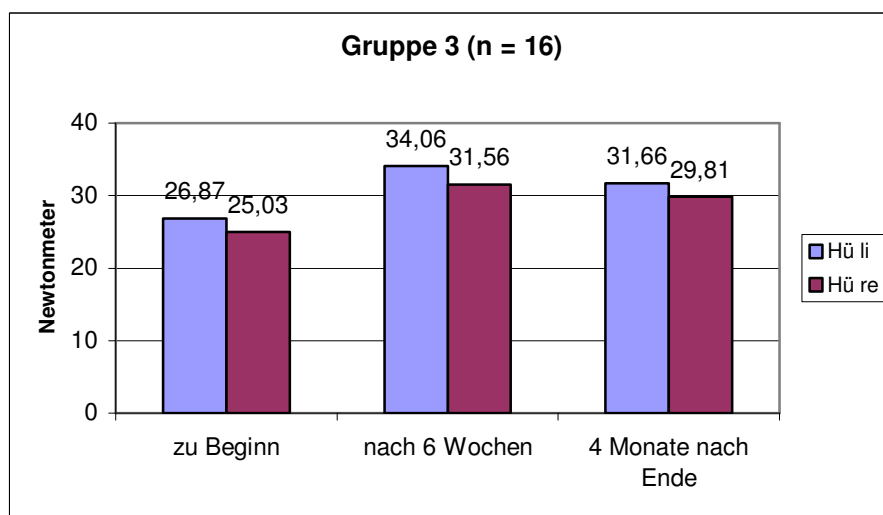


Abb. 7.18: Mittelwerte der Hüftextensorenkraft differenziert nach Testzeitpunkten in der Gruppe Aquarücken

Gruppe 4 = Aquagerät

In der Gruppe 4 verbesserte sich die Kraft leicht, links um 15,9% und rechts um 16,0% nach dem Training. Nach 4 Monaten führte eine weitere Verbesserung der Kraft um 2,1% auf der linken Seite zur signifikanten Verbesserung ($p < 0,05$). Die positive Entwicklung von 3,2% hatte keinen bedeutenden Einfluss auf der rechten Seite (Abb.7.19).

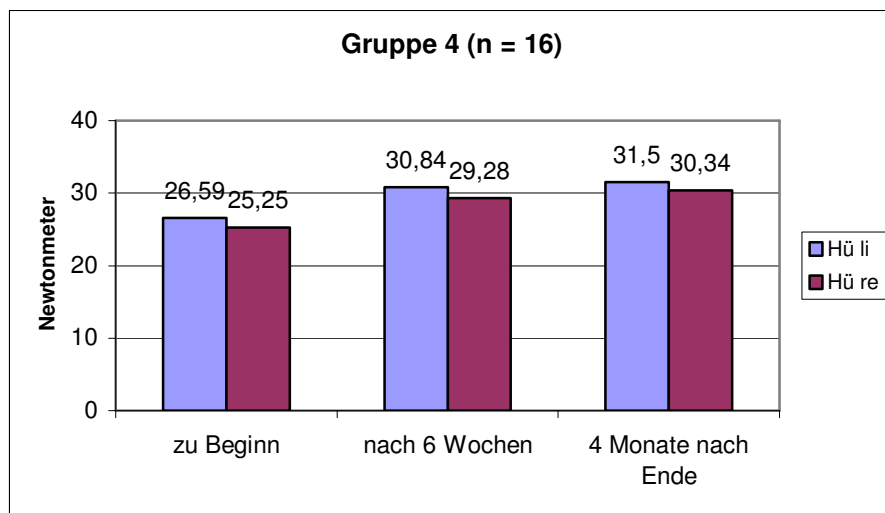


Abb. 7.19: Mittelwerte der Hüftextensorenkraft differenziert nach Testzeitpunkten in der Gruppe Aquagerät

Gruppe 5 = Rückengymnastik

Nach dem Training der Gruppe Rückengymnastik verbesserte sich die Kraft auf der rechten Seite signifikant um 16,6%. Die Steigerung links um 13,1% war nicht signifikant. Beim Test nach 4 Monaten stiegen die Verbesserungen links. ($p < 0,01$) um 9,1% und rechts ($p < 0,05$) um 5,7% auf statistisch gesicherte Werte (Abb.7.20).

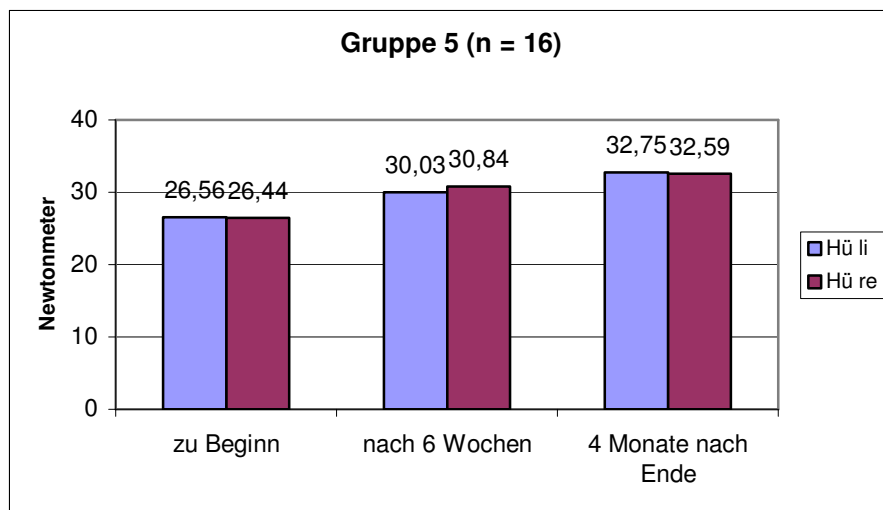


Abb. 7.20: Mittelwerte der Hüftextensoren differenziert nach Testzeitpunkten in der Gruppe Rückengymnastik

7.6. Trainingshäufigkeit nach Testzeitpunkt 2

In Abbildung 7.21 wird deutlich, dass in der Gruppe Aquajogging mit 68,4% der Teilnehmer freiwillig an nachfolgenden Trainingsformen im Wasser oder an Land weitertrainierten. Dies stellt die höchste Rekrutierung für ein nachfolgendes Training im Vergleich mit den anderen Gruppen dar. Mit 43,8% nahmen aus der Gruppe Aquagerät am wenigsten Probanden an weiterführenden Interventionsmaßnahmen teil.

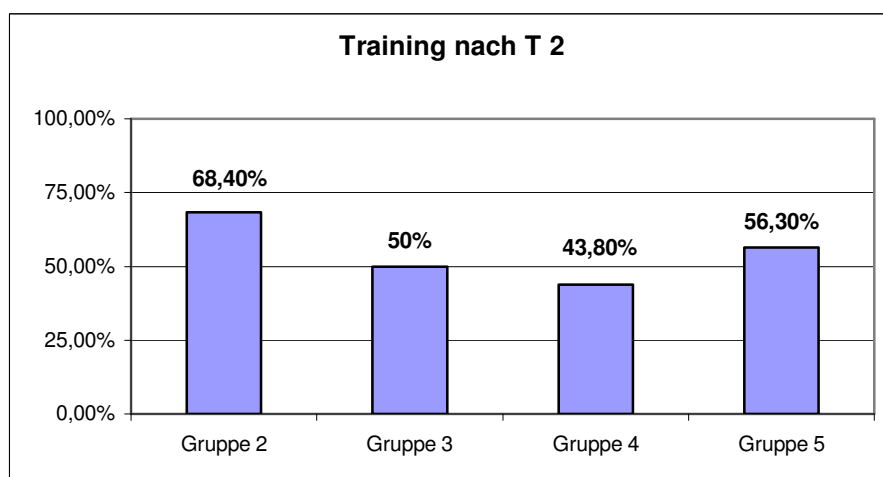


Abb. 7.21: Prozentuale Teilnahme der Probanden an nachfolgenden Trainingsmaßnahmen differenziert nach Gruppen

7.7. Vergleich der Gruppen vor und nach dem Training

Rumpfflexoren

Nach Beendigung der Trainingsmaßnahmen konnte in allen Trainingsgruppen signifikante ($p < 0,01$) Steigerungen in Entwicklung der Bauchmuskulatur gegenüber der Kontrollgruppe beobachtet werden. Die größten Verbesserungen in der Kraft der Flexoren verzeichnete die Gruppe Aquarücken, die eine Erhöhung der Werte um 30,8% erzielte und sich bedeutend ($p < 0,05$) von der Gruppe Aquajogging unterschied. Auch in der Gruppe Aquagerät verbesserte sich die Flexionskraft deutlich ($p < 0,05$) höher als in der Gruppe Aquajogging und wies mit 27,1% die zweithöchsten Steigerungen auf (Abb.7.22).

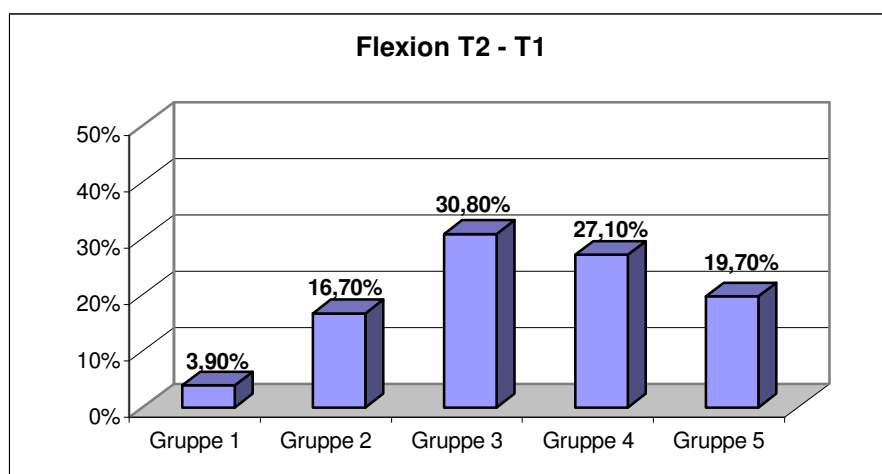


Abb. 7.22: Verbesserung der Maximalkraft von Rumpfflexion nach 6 Wochen Training

Rumpfextensoren

Im Vergleich zur Kontrollgruppe konnten sich die Trainingsgruppen in der Maximalkraft der Rückenextensoren erheblich ($p < 0,05$) steigern. Das ist für die Therapie von Rückenschmerzpatienten als günstig zu bewerten. Die Gruppe Aquagerät erreichte mit 55,37% die höchsten Kraftzuwächse nach 6 Wochen Training (Abb. 7.23). Jedoch wurden zwischen den Trainingsgruppen keine signifikanten Unterschiede nachgewiesen.

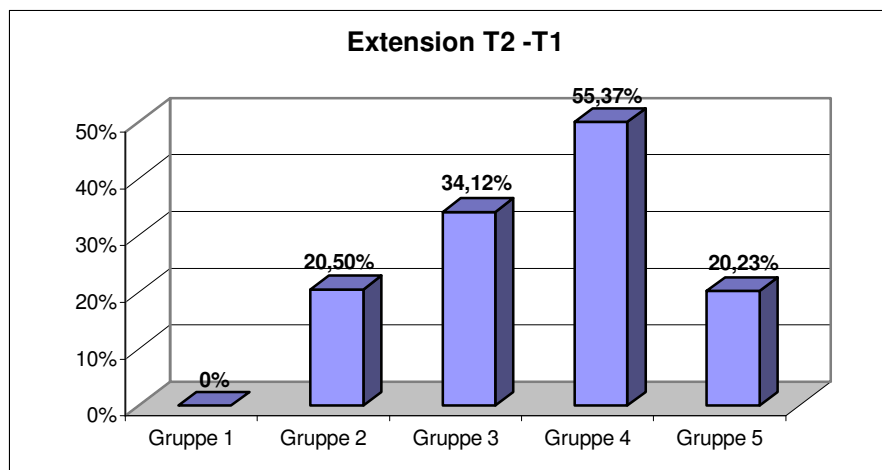


Abb. 7.23: Verbesserung der Maximalkraft von Rumpfextension nach 6 Wochen Training

Zugkraft

In Abbildung 7.24 wird die hohe signifikante ($p < 0,01$) konträre Entwicklung der Zugkraft zwischen der Kontrollgruppe und den Trainingsgruppen deutlich. Gut sichtbar wird beim Vergleich der Interventionsgruppen die relativ gleiche und nicht signifikant unterschiedliche Entwicklung der Zugkraft. Die größte Zuwachsrate wurde in der Gruppe Aquajogging mit 25,1% nachgewiesen (Abb. 7.24).

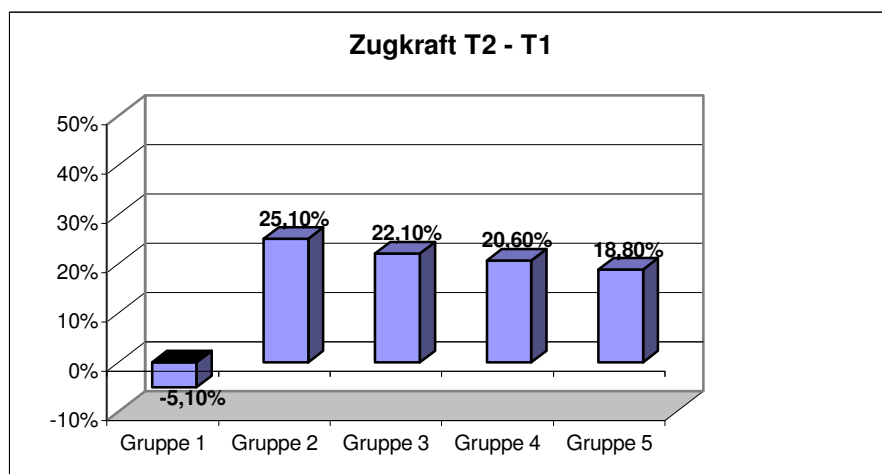


Abb. 7.24: Verbesserung der maximalen Zugkraft nach 6 Wochen Training

Druckkraft

Bei der Druckkraft konnte der Vergleich zwischen den Gruppen Aquagerät ($p > 0,05$) und Rückengymnastik ($p > 0,05$) mit der Kontrollgruppe keine signifikanten Unterschiede liefern (Abb.7.25). Die Trainingsgruppen Aquajogging mit 17,3% Zuwachs und die Gruppe Aquarücken mit 15,9% Verbesserung entwickelten sich signifikant ($p < 0,05$) besser gegenüber der Kontrollgruppe. Zwischen den Trainingsgruppen wurden keine signifikanten Unterschiede statistisch nachgewiesen.

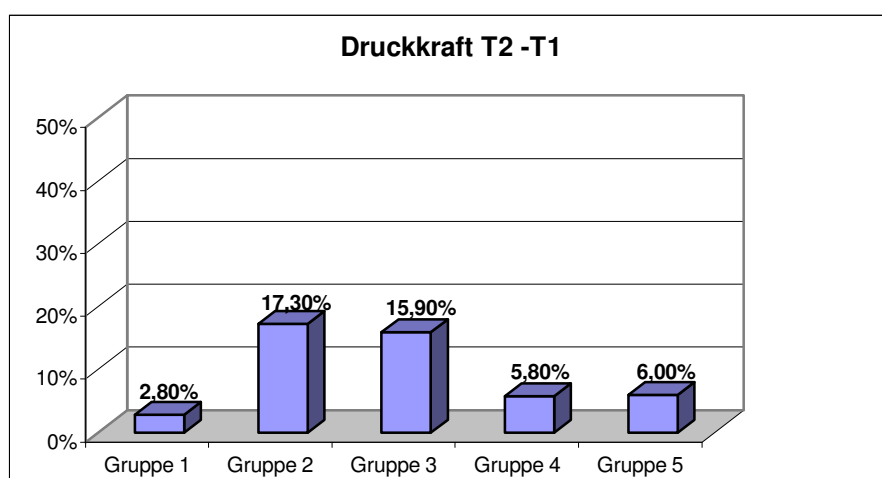


Abb. 7.25: Verbesserung der maximalen Druckkraft nach 6 Wochen Training

Hüftextensoren

Zwischen den Gruppen mit Training und der Kontrollgruppe ohne Training kam es, wie in Abbildung 7.26. dargestellt, zur entgegengesetzten Entwicklung der Kraftfähigkeit. Die Hüftextensorenkraft stieg in der Gruppe Aquarücken ($p < 0,05$) und Aquajogging ($p < 0,05$) signifikant höher als in der Kontrollgruppe. Bei den anderen Trainingsgruppen konnte statistisch keine Signifikanz nachgewiesen werden.

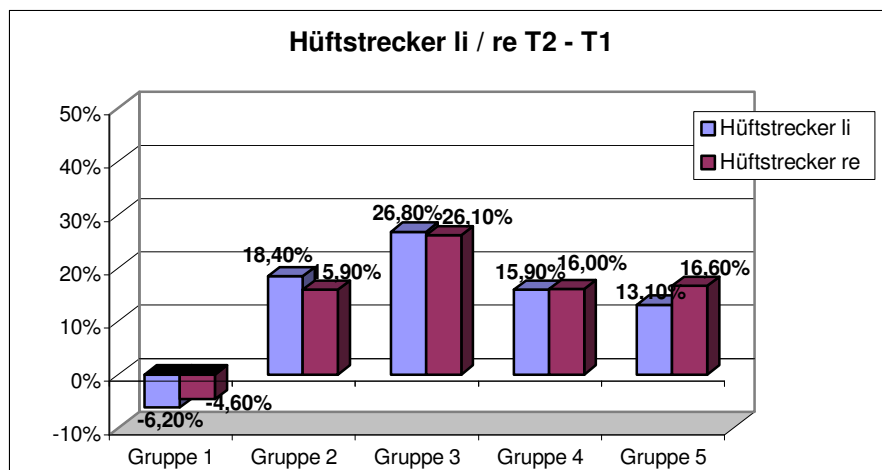


Abb. 7.26: Verbesserung der Maximalkraft der Hüftstrecker nach 6 Wochen Training

7.8. Kraftverhältnis Extension / Flexion

Die Ausgangswerte des Quotienten von Extension / Flexion lagen im Bereich zwischen minimal 1,23 (Gruppe 1 und 2) und maximal 1,32 (Gruppe 5). Eine Ausnahme bildete die Gruppe 4 mit einem durchschnittlichen Agonisten : Antagonistenverhältnis von 0,98. Nach dem Interventionszeitraum von 6 Wochen sank der Quotient in der Kontrollgruppe auf 1,17, wobei in allen anderen Trainingsgruppen der Wert größer wurde.

Abbildung 7.27 zeigt den größten Zuwachs von 35,9% in der Gruppe Aquagerät von 0,98 auf 1,53. Im mittelfristigen Vergleich veränderte sich das Kraftverhältnis in der Kontrollgruppe mit 1,06 negativ um 9,4%. In den Gruppen Aquarücken, Aquagerät und Rückengymnastik stiegen die Quotienten nach 4 Monaten nochmals leicht an. In der Aquajogging – Gruppe fiel der Kraftquotient von 1,26 auf 1,22 leicht ab (Tab. 7.1.).

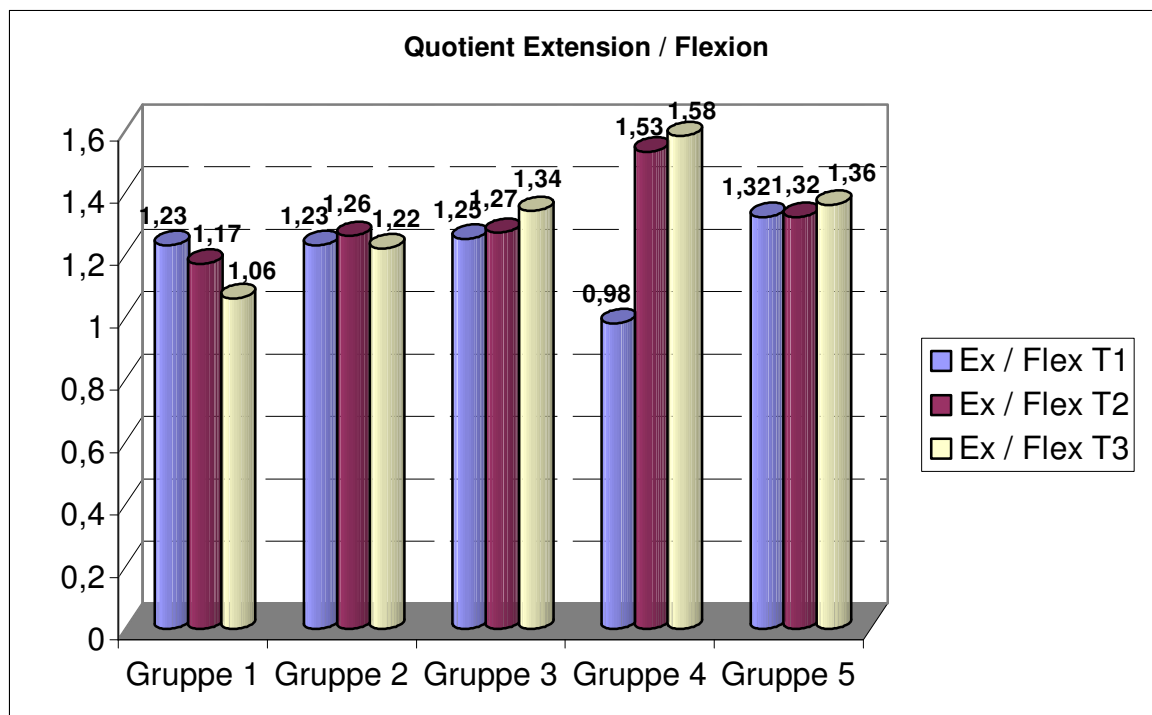


Abb. 7.27: Kraftverhältnis zwischen Rumpfextension und – Flexion (Quotient Ex : Flex) differenziert nach Testzeitpunkten und Untersuchungsgruppen

Tab. 7.1: Quotienten Extension / Flexion

	Gruppe 1	Gruppe 2	Gruppe 3	Gruppe 4	Gruppe 5
Ex / Flex T1	1,23	1,23	1,25	0,98	1,32
Ex / Flex T2	1,17	1,26	1,27	1,53	1,32
Ex / Flex T3	1,06	1,22	1,34	1,58	1,36

In Tabelle 7.2 werden Referenzwerte verschiedener Autoren miteinander verglichen. Bei Betrachtung der Werte kann festgestellt werden, dass sich bei Rückenpatienten das Kraftverhältnis zu Lasten der Extensoren verändert.

Tab. 7.2: Vergleich der Ergebnisse Kraftverhältnis Extension : Flexion mit anderen Autoren [58, 21, 1]

	Beschwerdefreie Frauen McNeill et al. (n = 30)	Beschwerdefreie Frauen Davies et al. (n = 62)	Weibliche Rückenpatienten McNeill et al. (n = 15)	Weibliche Rückenpatienten Addison et al. (n = 17)	Weibliche Rückenpatienten Eigene Studie (n = 80)
Verhältnis Extension / Flexion	1,41	1,48	0,97	0,95	1,20

7.9. Entwicklung der Schmerzintensität

Bei Betrachtung der Ergebnisse für die Parameter der subjektiven Schmerzintensität nach der visuellen Analogskala (0 = kein Schmerz → 10 = maximaler Schmerz) ist eine signifikante Reduktion der Mittelwerte in allen Versuchsgruppen zu erkennen. Die Mittelwerte und Standardabweichungen können in Tabelle 2 im Anhang (XXIX) eingesehen werden. In der Kontrollgruppe wird keine wesentliche Reduzierung der Schmerzen bei allen Testzeitpunkten erreicht. Die höchste Reduzierung der Mittelwerte Schmerzintensität stellt man in der Gruppe Aquarücken mit 54% und in der Gruppe Aquagerät mit 68,4% nach dem Training fest. Zum selben Zeitpunkt wurden in der Gruppe Aquajogging 37,8% und in der Gruppe Rückengymnastik 49,3% weniger Schmerzen angegeben.

Beim Testzeitpunkt 3 konnten diese hohen Verbesserungen in den Gruppen Aquarücken und Aquagerät aber nicht mehr erreicht werden und die Schmerzhöhe stieg wieder, jedoch im Vergleich zum Test 1 signifikant ($p < 0,05$) geringer (Abb. 7.28).

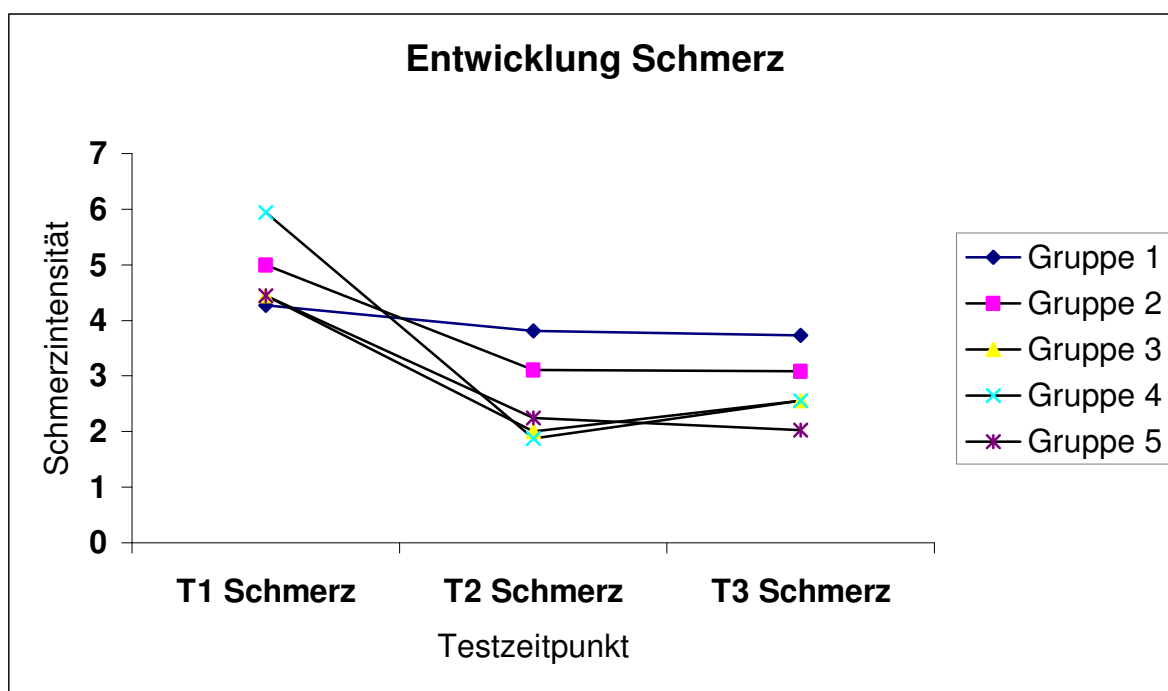


Abb. 7.28: Entwicklung der Schmerzintensität anhand der visuellen Analogskala differenziert nach Testzeitpunkt und Untersuchungsgruppen

In den Gruppen Aquajogging und Rückengymnastik hielt die positive Schmerzreduktion auch nach 4 Monaten noch an.

Zwischen der Kontrollgruppe und den Trainingsgruppen ergaben sich nach der Trainingsmaßnahme signifikante Unterschiede. Die Schmerzreduzierung erreichte in allen Interventionsgruppen signifikant bessere Ergebnisse. Auch die Trainingsgruppen unterschieden sich in der Entwicklung untereinander. Die Gruppe Aquagerät verzeichnete bedeutend höhere Schmerzreduktionen als Gruppe Aquajogging ($p = 0,003$) und als Gruppe Rückengymnastik ($p = 0,008$) nach 6 Wochen Training. Im Vergleich der anderen Trainingsgruppen miteinander wurden keine unterschiedlichen Entwicklungen beobachtet.

7.10. Entwicklung der Funktionseinschränkungen

In der Gruppe 1 = Kontrollgruppe kommt es zunächst bei Test 2 zu einer signifikanten Verringerung der Einschränkungen. Beim Test 3, nach 4 Monaten, kann diese Reduktion der Einschränkungen bei der Kontrollgruppe nicht mehr beobachtet werden, die Funktionseinschränkungen bewegen sich wieder Richtung Ausgangswert.

In allen Versuchsgruppen manifestieren sich nach Ablauf der Interventionsmaßnahmen signifikante Verringerungen ($p < 0,01$). Die Funktionseinschränkungen im täglichen Leben reduzierten sich am stärksten in der Gruppe Aquarücken mit 34,3% und in der Gruppe Aquagerät mit 26,1% nach dem Training (Abb. 7.29). In der Gruppe Rückengymnastik betrug die Reduktion der Funktionseinschränkungen 25,5% ($p < 0,01$) und in der Gruppe Aquajogging 19% ($p < 0,01$).

Nach 4 Monaten manifestierten sich bei allen Trainingsgruppen die Verbesserungen in den Funktionseinschränkungen des täglichen Lebens. Die Ergebnisdaten können in Tabelle 2 im Anhang (XXIX) eingesehen werden. Verglichen mit der Rückengymnastik – Gruppe ($p = 0,037$) und der Aquajogging – Gruppe ($p = 0,025$) reduzierten sich die Funktionseinschränkungen in der Aquageräte – Gruppe nach der Intervention bedeutender.

Im mittelfristigen Vergleich der Gruppen untereinander konnten keine Unterschiede im Reduktionsgrad der Funktionseinschränkungen beobachtet werden.

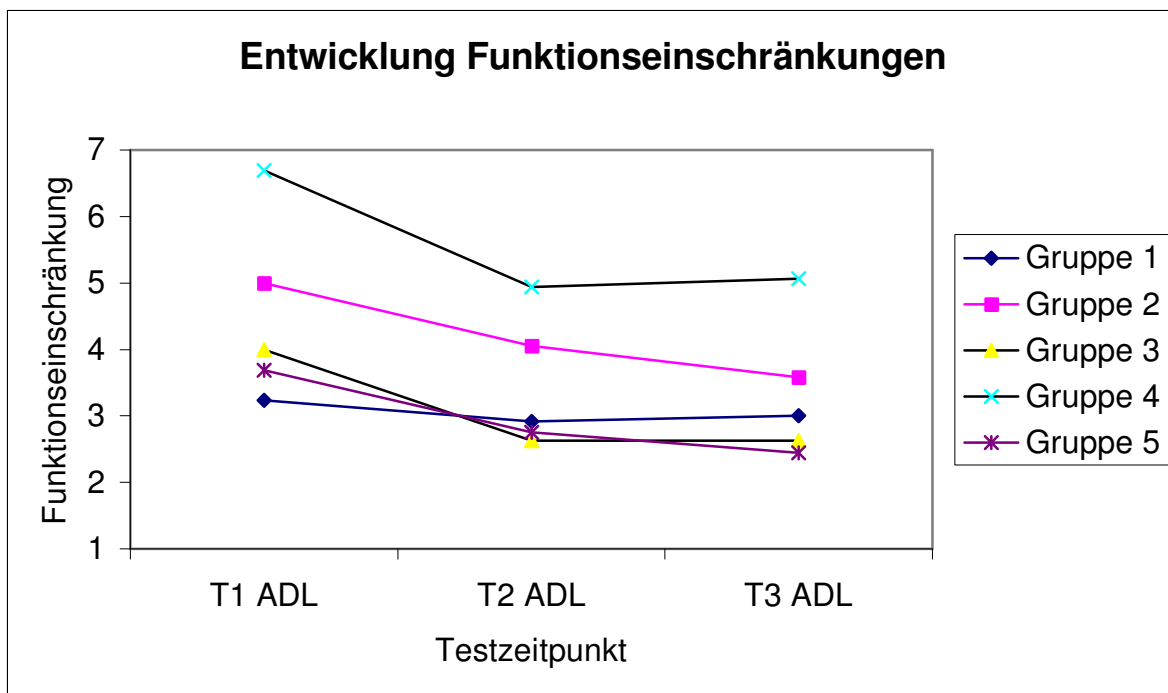


Abb. 7.29: Entwicklung der Funktionseinschränkungen im täglichen Leben (0 = keine Einschränkungen → 45 = maximale Einschränkung) differenziert nach Testzeitpunkt und Untersuchungsgruppen

7.11. Ergebnisse des manuellen Kybernetischen Muskeltest

In der folgenden Tabelle 7.3 werden die Ergebnisse des Muskeltests dargestellt. Dabei spiegeln die Mittelwerte die Anzahl der nichtgestörten Muskelgruppen wider. Anschließend werden die Ergebnisse der einzelnen Gruppen als Grafiken dargestellt.

Tab. 7.3: Übersicht der erfassten Daten des Kybernetischen Muskeltest differenziert nach Gruppen (Signifikanzwerte in Bezug auf T1; Mc Nemar - Test)

	Gruppe 1	Gruppe 2	Gruppe 3	Gruppe 4	Gruppe 5
T1	5,15 ±1,72	5,95 ±1,39	6,56 ±1,2	5,93 ±1,28	5,18 ±1,76
T2	5,31 ±1,55	6,53 ±1,10	7,25 ±1,06	7,19 ±0,65	6,37 ±1,89
T3	5,38 ±1,5	6,84 ±1,17	7,37 ±1,08	7,25 ±0,57	6,56 ±1,93
T1 vs. T2	NS	P = 0,02	P = 0,013	P = 0,002	P = 0,001
T2 vs. T3	NS	P = 0,005	P = 0,008	P = 0,003	P = 0,000

Gruppe 1 = Kontrollgruppe

Nach 6 Wochen ($p = 1,00$) und nach 4 Monaten können in der Kontrollgruppe keine Veränderungen der Muskelstörungen beobachtet werden (Abb.7.30). Die prozentuale Störungshäufigkeit sinkt nur unwesentlich von Beginn 35,58% auf 32,68% zum Ende der Untersuchungen.

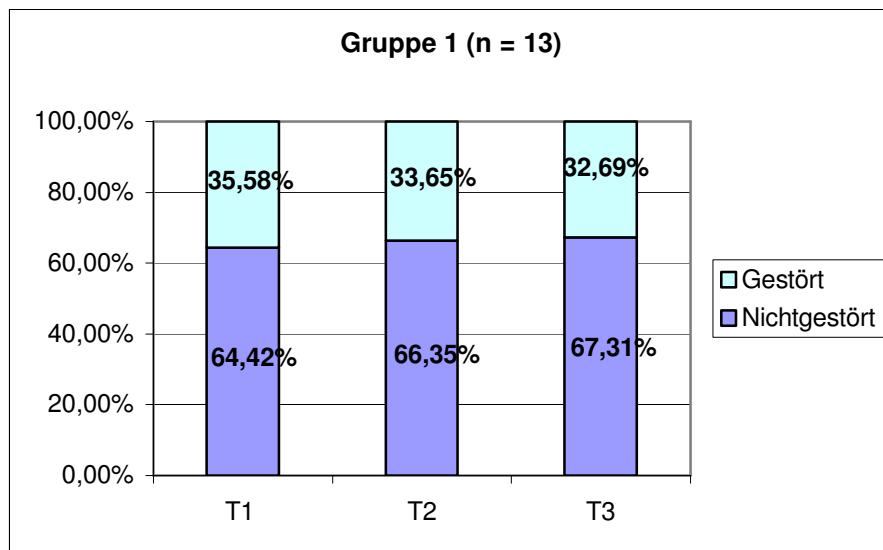


Abb. 7.30: Funktionsstörungen aufgeteilt nach gestörten und nichtgestörten Muskeln in Gruppe 1 differenziert nach Testzeitpunkten

Gruppe 2 = Aquajogging

In der Gruppe 2 wird eine signifikante ($p = 0,02$) Reduzierung der Funktionsstörungen nach Abschluss der Trainingsmaßnahme um 6,58 % nachgewiesen. Bei der mittelfristigen Überprüfung konnte eine weitere Reduktion der Störungen um 3,95% beobachtet werden.

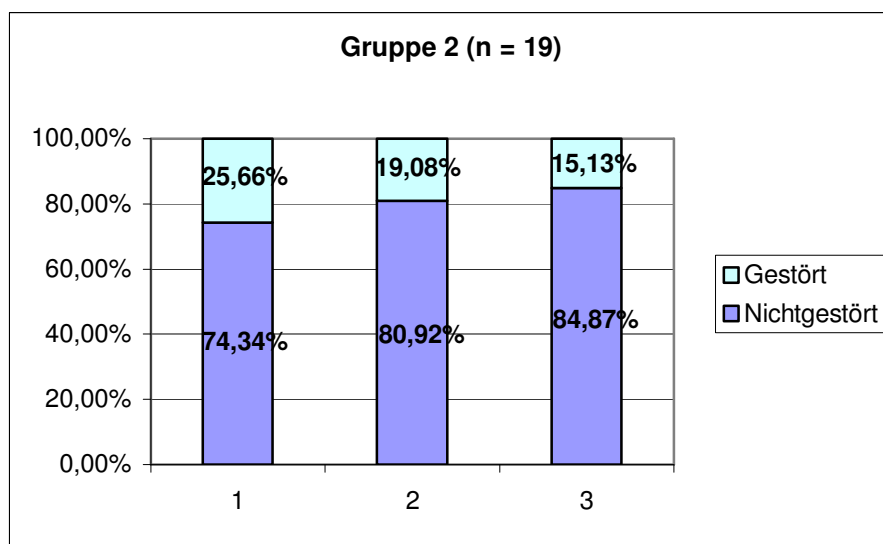


Abb. 7.31: Funktionsstörungen aufgeteilt nach gestörten und nichtgestörten Muskeln in Gruppe 2 differenziert nach Testzeitpunkten

Gruppe 3 = Aquarücken

Das Anfangsniveau der Störungen in Gruppe 3 ist mit 17,97% Funktionsstörungen gering, die sich dann im Verlauf der Intervention signifikant um 8,6% und nach 4 Monaten zusätzlich um 1,56% verbesserten (Abb.7.32.).

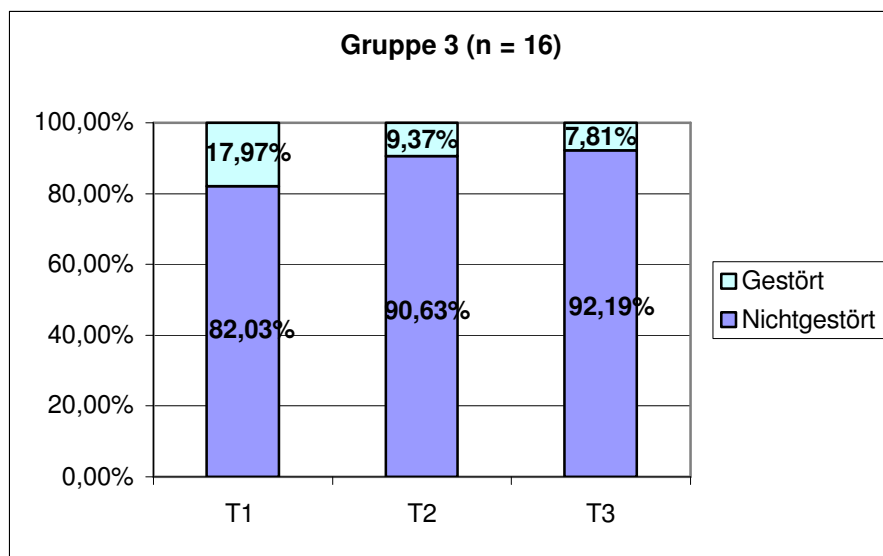


Abb. 7.32: Funktionsstörungen aufgeteilt nach gestörten und nichtgestörten Muskeln in Gruppe 3 differenziert nach Testzeitpunkten

Gruppe 4 = Aquagerät

In Gruppe 4 zeigten sich im Beobachtungszeitraum signifikante Unterschiede bei der Anzahl der festgestellten Störungen der Testmuskelgesamtheit. Abbildung 7.33 zeigt die hohe Reduzierung ($p = 0,002$) der Störungen nach der Trainingsanwendung um 15,62%. Diese Verbesserung flacht unwesentlich um 0,79% im mittelfristigen Vergleich ab.

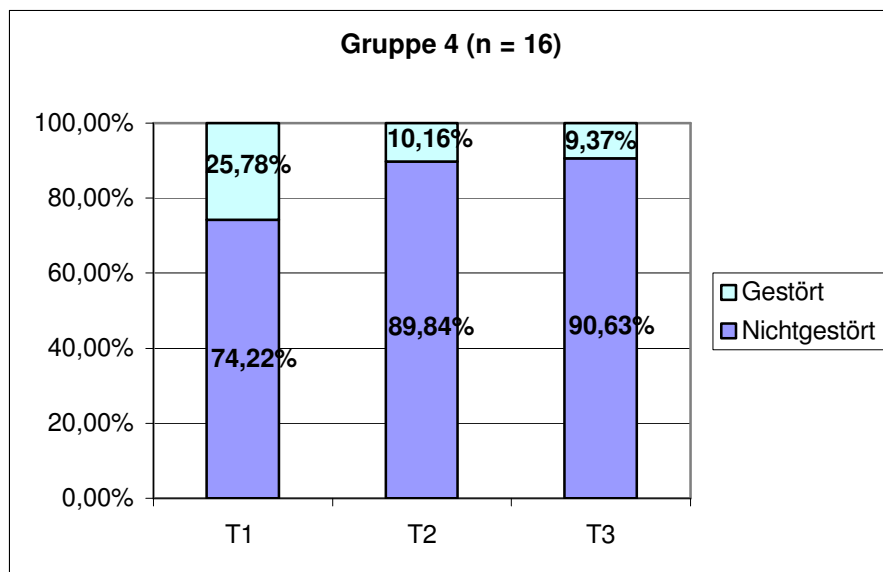


Abb. 7.33: Funktionsstörungen aufgeteilt nach gestörten und nichtgestörten Muskeln in Gruppe 4 differenziert nach Testzeitpunkten

Gruppe 5 = Rückengymnastik

In Abbildung 7.34 ist der signifikante ($p = 0,001$) Rückgang der Anzahl aller gestörten Muskeln beim 2. Testzeitpunkt dargestellt. Beim Test nach 4 Monaten wird eine zusätzliche Verminderung um 2,34% beobachtet.

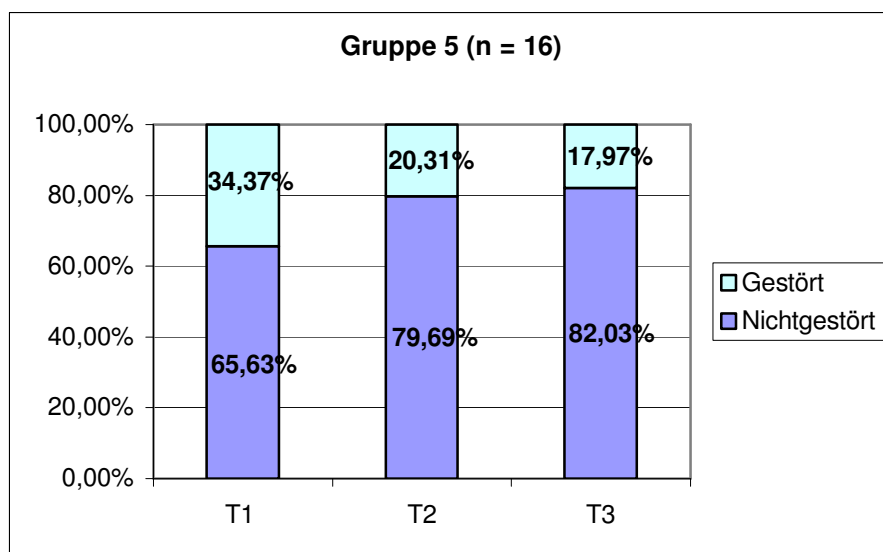


Abb. 7.34: Funktionsstörungen aufgeteilt nach gestörten und nichtgestörten Muskeln in Gruppe 5 differenziert nach Testzeitpunkten

7.12. Verteilung der Funktionsstörungen bei den geprüften Muskeln

Gruppe 1 = Kontrollgruppe

In der Kontrollgruppe sind zu Beginn der Studie der M. piriformis mit 8 - mal, der M. trapezius asc. mit 7 - mal und die ventralen Halsbeuger mit 6 - mal am häufigsten gestört.

Die übrigen Muskelgruppen sind minimal 3 - mal und maximal 4 - mal funktionsgestört getestet worden.

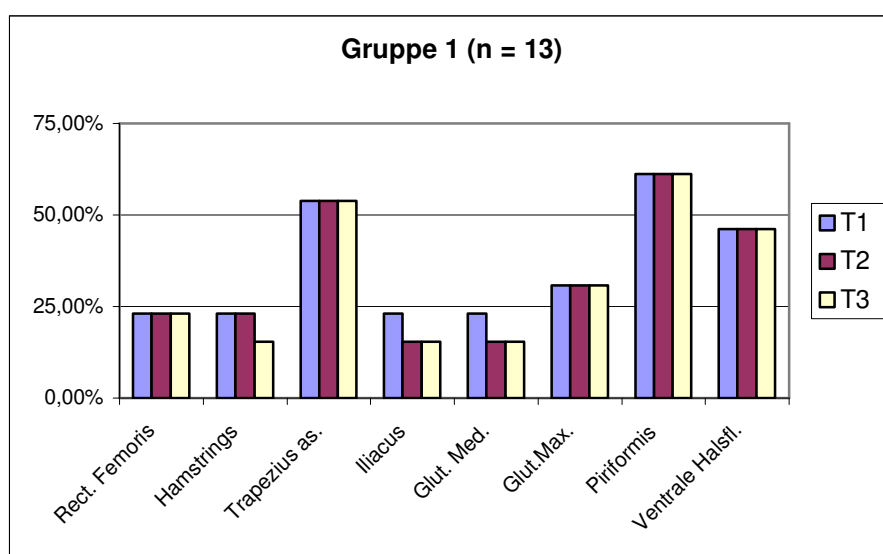


Abb. 7.35: Prozentuale Funktionsstörungen differenziert nach Muskelgruppen bei der Kontrollgruppe

Nach 6 Wochen sind keine wesentlichen Reduzierungen in der Störungshäufigkeit zu beobachten. Beim M. gluteus med. und beim M. gluteus max. konnte eine Reduzierung von 3 auf 2 Störungen nachgewiesen werden.

Gruppe 2 = Aquajogging

Die Muskelgruppen M. trapezius asc. (52,63%), gluteus max., M. ventrale Halsflexoren (je 36,84%) und der M. iliopsoas (31,58%) ergaben die häufigsten Störungen zu Testbeginn. Nach dem Training verbesserten sich die Muskeln M. trapezius asc., M. glut.max. und die M. ventrale Halsbeuger um minimal 16%. Wie in Abbildung 7.36 zu sehen, manifestierten sich die Ergebnisverbesserungen auch beim Vergleich nach 4 Monaten.

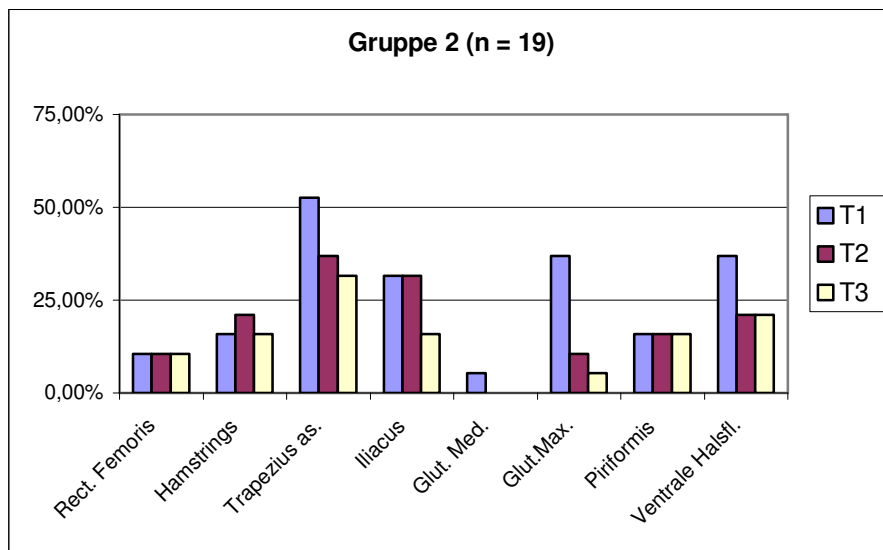


Abb. 7.36: Prozentuale Funktionsstörungen differenziert nach Muskelgruppen bei der Gruppe Aquajogging

Gruppe 3 = Aquarücken

Der M. iliopsoas mit 37,5% und der M. rectus femoris mit 31,25% bildeten in Gruppe 3 die am häufigsten gestörten Muskeln zu Beginn der Studie. Der erstgenannte Muskel verbesserte sich nach dem Training auf nur 6,25% Störungen, jedoch nicht signifikant ($p = 0,063$) und der zweite auf 25% Störungen. Nach 4 Monaten hielten sich die Verbesserungen auf diesem Niveau. Ausnahme bildete der M. piriformis, bei dem sich die Störanzahl von eine auf zwei Störungen veränderte (Abb. 7.37.)

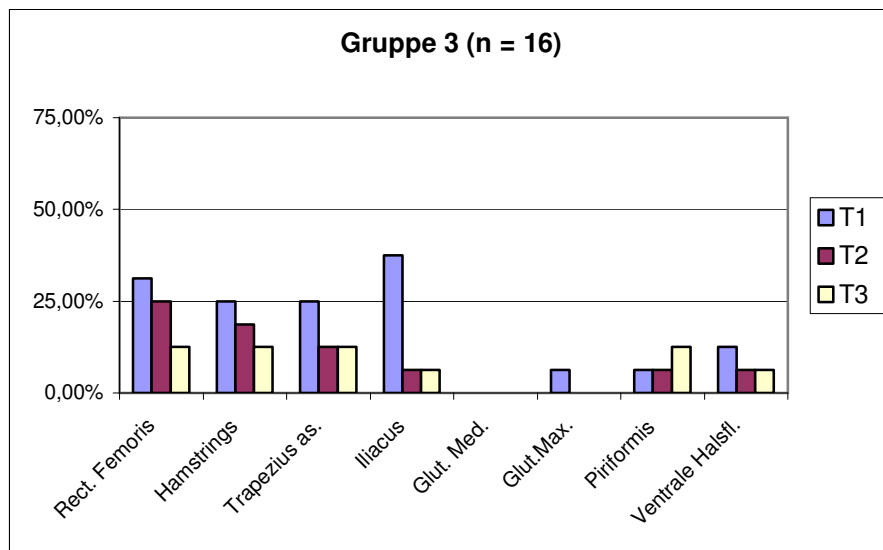


Abb. 7.37: Prozentuale Funktionsstörungen differenziert nach Muskelgruppen bei der Gruppe Aquarücken

Gruppe 4 = Aquagerät

In Gruppe 4 waren die Muskelgruppen Rectus femoris, Hamstrings, Iliopsoas, Piriformis und Ventrale Halsbeuger zum ersten Testzeitpunkt am häufigsten gestört. Die höchsten Reduktionen von Störungen verzeichnete der M. iliopsoas mit 25%, der M. rectus femoris, M. piriformis, und M. ventrale Halsbeuger jeweils mit 18,75% nach Trainingsabsolvierung. Im mittelfristigen Beobachtungszeitraum (4 Monate) konnten weitere Störungsvermindierungen (Abb.7.38) festgestellt werden. Dies traf nicht für den M. piriformis zu, der sich von zwei auf drei Störungen verschlechterte.

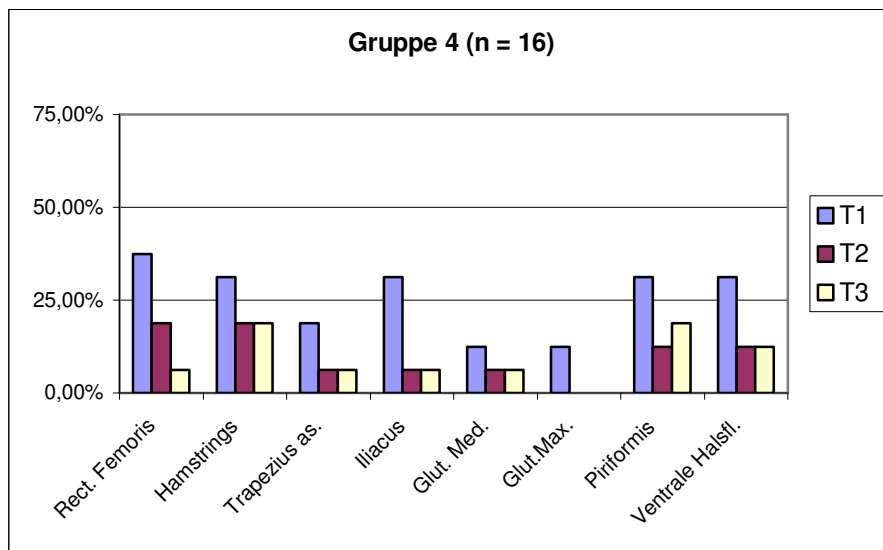


Abb. 7.38: Prozentuale Funktionsstörungen differenziert nach Muskelgruppen bei der Gruppe Aquagerät

Gruppe 5 = Rückengymnastik

Die muskulären Strukturen Piriformis (50,00%), Ventrale Halsbeuger und Hamstrings (je 43,75%) zeigten in Gruppe 5 die meisten Störungen beim Beginn der Untersuchung. Nach dem Interventionszeitraum reduzierten sich die Funktionsstörungen hauptsächlich beim M. glutaeus max. (-25%), M. ventrale Halsbeuger (-25%) und den Hamstrings (-18,75%), sowie den M. trapezius asc. (-18,75%). Alle Verbesserungen manifestierten sich auch nach 4 Monaten (Abb.7.39.)

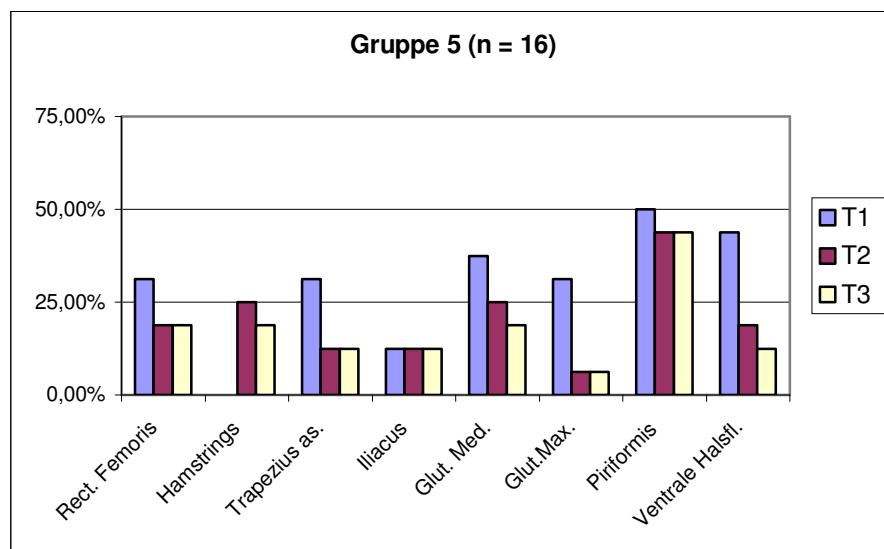


Abb. 7.39: Prozentuale Funktionsstörungen differenziert nach Muskelgruppen bei der Gruppe Rückengymnastik

7.13. Korrelationen zwischen Kraftentwicklung und Schmerzreduzierung und Funktionseinschränkung

Aufgrund der geringen Probandenzahl der einzelnen Trainingsgruppen wurden diese in der Gesamtheit (n = 67) auf Zusammenhänge geprüft. Die Korrelationen wurden kurzfristig nach 6 Wochen (Testzeitpunkt 2) und mittelfristig nach 4 Monaten (Testzeitpunkt 3) ermittelt.

Zum Zeitpunkt nach dem Training konnte bei den Versuchsgruppen eine negative Korrelation zwischen der Kraftentwicklung der Flexoren und der Schmerzreduktion von ($r = -0,29$) beobachtet werden. Auch die Extensorenkraft entwickelte sich im Zusammenhang mit der Schmerzreduktion ($r = -0,25$) von Test 1 zu Test 2.

Zwischen der Reduzierung der Funktionseinschränkungen und der Kraftentwicklung der Bauch- und Rückenmuskulatur konnten nach dem Training keine Korrelationen festgestellt werden.

Bei der Zug – und Druckkraft wurden nach dem Training keine Beziehungen zu Schmerz und Funktionseinschränkungen nachgewiesen.

Im mittelfristigen Vergleich der Entwicklungen konnten Korrelationen zwischen Schmerz und Kraft, sowie zwischen Funktionseinschränkung und Kraft ermittelt werden.

Nach 4 Monaten manifestierte sich der Zusammenhang zwischen Kraftsteigerung der Bauchmuskulatur und der Schmerzreduktion ($r = -0,27$). Eine verstärkte Korrelation ($r = -0,56$) zeigte sich bei der Entwicklung der Rückenstreckmuskulatur und der Schmerzreduzierung.

Auch die Entwicklung der Druckkraft ging zusammen mit dem Schmerzrückgang einher ($r = -0,33$).

Des Weiteren konnten beim Testzeitpunkt 3 auch Korrelationen zwischen Funktionseinschränkungen und Kraftzuwachs der Bauchmuskulatur ($r = -0,38$), Kraftentwicklung der Rückenstrecker ($r = -0,31$) und Kraftverbesserung der Druckkraft ($r = -0,33$) nachgewiesen werden (Tab.7.4).

Zwischen den Entwicklungen der Muskelstörungen und der Kraft sowie der Muskelstörungen und dem Schmerz, konnten keine Zusammenhänge beobachtet werden.

Tab.7.4: Korrelationen zwischen Kraft, Schmerz und Funktionseinschränkung nach 6 Wochen (T2) und nach 4 Monaten (T3)

Testzeitpunkt 2	Flex T2	Ext T2	Zug T2	Druck T2
Schmerz	0,291*	0,246*	0,023	0,093
p =	0,017	0,045	0,851	0,454
Testzeitpunkt 3	Flex T3	Ext T3	Zug T3	Druck T3
Schmerz	0,267*	0,558*	0,117	0,329**
p =	0,029	0,000	0,344	0,007
ADL	0,384**	0,305*	0,123	0,277*
p =	0,001	0,012	0,32	0,023

7.14. Zusammenfassung der Ergebnisse

In der Entwicklung der Kraft konnte bei allen vier Trainingsgruppen eine signifikante Funktionsverbesserung der getesteten Muskelgruppen festgestellt werden. Dagegen wurden in der Kontrollgruppe keine bedeutenden Zuwächse der Kraft beobachtet. Bei der Kraft der Extensoren (Rückenstrecker) kam es sogar zu einer bedeutenden Verschlechterung der Kraft über den gesamten Testzeitraum.

Bei allen Trainingsgruppen entwickelten sich die Kraftzuwächse der Flexoren (Bauchmuskulatur) nach dem Training signifikant. Am größten waren die Verbesserungen in der Gruppe Aquarücken (+30,8%) und in der Gruppe Aquagerät (+27,1%). Diese Kraftzunahmen konnten sich in der Aquarücken - Gruppe nach 4 Monaten manifestieren, in der Aquageräte - Gruppe fielen diese Werte wieder auf das Anfangsniveau zurück. Eine Erklärung dafür könnte die höhere Beteiligung der Aquarücken - Probanden an weiterführenden Trainingsprogrammen sein.

Die Kraft der Extensoren (Rückenstrecker) entwickelte sich nach der Intervention mit 55,5% in der Gruppe Aquagerät am stärksten. In allen Trainingsgruppen konnten die signifikanten Zuwächse auch mittelfristig manifestiert werden (Abb.7.7 bis 7.10).

Die höchsten Zuwachsraten bei der Zugkraft zeigten sich in der Aquajogging - Gruppe (+25,1%) und in der Aquarücken - Gruppe (+22,1%). Zwischen den einzelnen Trainingsgruppen konnten keine signifikanten Unterschiede festgestellt werden.

Die Entwicklung der Druckkraft zeigte ähnliche Tendenzen. Hier steigerte sich die Kraft ebenfalls in den Gruppen Aquajogging (+17,3%) und Aquarücken (+15,9%) nach 6 Wochen am höchsten. Diese positiven Entwicklungen der Zug – und Druckkraft manifestierten sich über den mittelfristigen Zeitraum.

Die Ergebnisse der Hüftextensoren ergaben signifikante Verbesserungen nur in den Gruppen Aquajogging (li +18,4, re +15,9%) und Aquarücken (li+26,8%, re +26,1%)

Eine Erklärung für die nichtsignifikante Entwicklung in der Gruppe Aquagerät könnte in der sitzenden Übungsposition liegen. Dadurch wurden die Hüftstrecker Muskeln weniger in die Belastung miteinbezogen als in den übrigen Trainingsgruppen.

Das Kraftverhältnis zwischen den Hauptmuskelgruppen Extension / Flexion entwickelte sich in der Kontrollgruppe negativ (Abb.7.27).

In der Gruppe Aquajogging veränderte sich das Verhältnis nur kurzfristig positiv. Die größte tendenzielle Verbesserung des Kraftverhältnisses wurde in der Aquagerät - Gruppe beobachtet (von 0,98 bei T1 auf 1,53 bei T2). Jedoch ist zu beachten, dass in dieser Gruppe die geringsten Ausgangswerte des Quotienten Extension / Flexion, vermutlich bedingt durch die höheren Schmerz - Mittelwerte, verzeichnet wurden.

Bei Betrachtung der Ergebnisse der Schmerzintensität konnte festgestellt werden, dass eine starke Reduzierung der Schmerzen in allen Interventionsgruppen erzielt wurden (zwischen -37,8% und -68,4%). In allen Versuchsgruppen verringerten sich die Schmerzen signifikant im Vergleich zur Kontrollgruppe, die keine Veränderungen zeigte.

Die Verbesserungen bei den Funktionseinschränkungen in den Trainingsgruppen konnten signifikant nachgewiesen werden (Abb.7.29). Die Reduktionen manifestierten sich auch nach 4 Monaten.

Die Kontrollgruppe erzielte auch bei den manuellen kybernetischen Muskeltests keine Veränderungen in der Anzahl der gestörten Muskeln (Abb. 7.30.).

Alle Trainingsgruppen aber wiesen signifikant weniger Störungen, sowohl kurzfristig, als auch mittelfristig auf. Prozentual wurden 6,6% bis 15,6% weniger Störungen bei den geprüften Muskelgruppen beobachtet. Auch nach 4 Monaten gab es weitere leichte Verbesserungen, die sich in weniger gestörten Muskeln ausdrückte.

In der Betrachtung der Zusammenhänge von objektiven und subjektiven Kriterien ist festzustellen, dass negative Korrelationen zwischen den Ergebnissen der Bauch- und Rückenmuskulatur (Flexion, Extension) und den Ergebnissen Schmerz und Funktionseinschränkung nachweisbar sind. Diese Zusammenhänge verstärken sich sogar zum Ende des Untersuchungszeitraums (nach 4 Monaten).

Es wurden demnach positive Zusammenhänge zwischen der Kraftsteigerung und der Schmerzreduzierung bei allen Trainingsgruppen beobachtet.

Bei der Berechnung der Häufigkeiten der gestörten Muskeln wurde festgestellt, dass am häufigsten die Muskelstrukturen *M. trapezius asc.*, *M. piriformis*, *M. ventrale Halsbeuger* und *M. iliopsoas* gestört waren.

8. Diskussion und Schlussfolgerungen

Die moderate Belastungsform von aquatherapeutischen Interventionen bei Low Back Pain - Patienten stellen ein probates Mittel im Hinblick auf positive Trainingseffekte dar.

Nach KONLIAN [51], ARIYOSHIM [4] und ROBERTS [71] bietet die Aquatherapie einen optimalen Einstieg in aktive Maßnahmen der Rehabilitation von chronischen Rückenschmerzen. In ihren Untersuchungen wird auf signifikante positive Entwicklungen von Schmerzintensität und Funktionseinschränkungen verwiesen. Dabei werden bei einem 2 bis 3 - mal wöchentlichen Training im Wasser, über einen Zeitraum von 4 bis 8 Wochen, die besten Ergebnisse erzielt.

Die Untersuchungen der vorliegenden Arbeit können diese Ergebnisse bestätigen. Gruppentherapeutische Trainingsmaßnahmen im Wasser über 6 Wochen, je 2 mal pro Woche, ergaben deutliche Verbesserungen in der Entwicklung von Kraft, Schmerzintensität, Funktionseinschränkung und Muskelfunktion.

Bei Betrachtung der mittelfristigen Daten ist festzustellen, dass die positiven Ergebnisse teilweise nicht über einen längeren Zeitraum auf demselben Niveau gehalten werden können. Das bestätigen auch Untersuchungen von CONSTANT [14], und GUILLEMIN [34], die nach längerer Beobachtung eine Abflachung der positiven Effekte, jedoch nicht auf das Anfangsniveau, feststellen.

Es ergibt sich die Frage nach optimalen weiterführenden Trainingsformen. Vorstellbar wäre eine Applikation von kombinierten Trainingsprogrammen zu Land und Wasser [17].

Die in der Studie durchgeführten Übungsformen im Wasser stellen hinsichtlich der Zweckmäßigkeit eine gute Alternative in der Rehabilitation von chronischen Rückenschmerzpatienten dar. Begründet wird dies mit den schnellen Therapieerfolgen, einem geringen Zeitbedarf, der moderaten Anstrengung und minimaler Kosten [59,71]. Die Verbesserungen hinsichtlich Muskelstörungen, Schmerz, Funktionseinschränkungen und Kraft bei den Trainingsgruppen der eigenen Studie lassen hohe Kosteneinsparungen im Gesundheitswesen erwarten.

Im Vergleich von Landtraining und Wassertraining decken sich die eigenen Ergebnisse zum Teil mit den Untersuchungen von SJOGEN [80]. Auch er konnte keine signifikanten Unter-

schiede bei der Schmerzentwicklung zwischen den Gruppen (n = 60 Rückenpatienten) nachweisen. In beiden Gruppen verbesserte sich die Schmerzreduktion nach 6 Wochen bedeutend.

Ein wünschenswert positives Resultat der vorliegenden Arbeit besteht in den höheren Kraftzuwächsen der Rückenstrecker (Extensoren) und der höheren Schmerzlinderung in der Aquageräte - Gruppe gegenüber der Rückengymnastikgruppe.

Ein Vergleich mit den Ergebnissen anderer Autoren ist problematisch, da in den meisten Arbeiten keine Kraftmessungen durchgeführt wurden.

Bei Gegebenheit einer mittleren Schmerzintensität (4 bis 6) und längerer Schmerzdauer (>1 Jahr) erscheint die Trainingstherapie im Wasser im Vergleich zu bisher angewandten Verfahren günstig zu sein [14, 94].

Beim Vergleich unterschiedlicher Trainingsanwendungen im Wasser konnte KONRAD [52] keine Unterschiede in der Effektivität feststellen, wobei passive Interventionen mit einbezogen wurden. Die eigenen aktuellen Beobachtungen können dies nur zum Teil bestätigen. Im Vergleich der Gruppen miteinander fällt auf, dass beim Einsatz eines körperstabilisierenden Trainingsgerätes im Wasser die höchsten Kraftzuwächse bei den Extensoren und im Zusammenhang die größten Schmerzurückgänge zu beobachten waren.

Die Kraft der oberen Rumpfmuskulatur entwickelte sich in den Gruppen Aquajogging und Aquarücken am besten, erklärbar durch die hohe Aktivität der Arme beim Übungseinsatz im Wasser.

Die Arbeit zeigt einen positiven Zusammenhang zwischen der Entwicklung von Kraft und Schmerz, sowie Funktionseinschränkungen bei allen untersuchten Trainingsgruppen. Die Ergebnisse der Studie bekräftigen die Nützlichkeit des Einsatzes eines Wassertrainingsgerätes und lassen durch die Dosierbarkeit der Belastung und der Stabilisierung der LBH - Region günstigere Adaptationen vermuten, auch über mittelfristige Zeiträume.

Zur Kontrolle der exakten Belastungsdosierung wäre der standardisierte Einsatz von Dehnungsmessstreifen in der Geräteapparatur empfehlenswert.

Die guten Ergebnisse in der Gruppe Aquagerät verstärken die Forderung nach einem standardisierten Trainingsprogramm mit Hilfe von funktionellen Trainingsgeräten im Wasser.

Künftige Untersuchungen sollten sich mit folgenden Schwerpunkten auseinandersetzen:

- Längerfristige Effekte bei aqualen Trainingsanwendungen
- Vergleich des gerätegestützten Trainings im Wasser mit der Medizinischen Trainingstherapie mit Geräten an Land
- Kräftermessungen und Muskelaktivitätsuntersuchungen am neuen Wassertrainingsgerät mit Rückengesunden und Rückenkranken
- Untersuchungen mit dem Wassergerät hinsichtlich der Anwendung anderer Indikationen (Behindertenbereich, Querschnittslähmungen)
- Entwicklung und Testung weiterer funktioneller Trainingsgeräte für die Anwendung im Wasser in der Prävention und Rehabilitation von Rückenbeschwerden

Schlussendlich entsteht der Eindruck, dass sich eine frühzeitige Intervention am neuen Wassertrainingsgerät bei Low Back Pain als eine Therapie der Wahl darstellt. Der schonende Charakter des Unterwassertrainings mit dieser gerätetechnischen Neuentwicklung unterstützt motivierend die modernen Konzepte der Frührehabilitation.

Vorteile des neuen Wassertrainingsgerätes sind die schnellen Therapiererfolge und die gute Stabilisation des Patienten im Wasser. Nachteilig zu erwähnen sind die Anschaffungskosten und das hohe Gewicht des Trainingsgerätes. Die zu erwartenden und durch die praktische Erprobung erkennbaren kürzeren Therapie- und Rehabilitationszeiten stellen damit einen begrüßenswerten Ansatz in der Fortentwicklung der Rehabilitationskonzepte für Rückenschmerzpatienten dar.

9. Literaturverzeichnis

- [1] Addison, R., Schultz, A.:
Trunk Strengths in Patients Seeking Hospitalization for Chronic Low-Back Disorders.
Spine, 1980, 5/6, 539-544
- [2] Andersen, B., Terwillider, D.M.; Denegar, C. R.:
Comparison of Open Versus Closed Kinetic Chain Test Positions for Measuring Joint
Position Sense
Journal of Report Rehabilitation 4, 1995, 165-171
- [3] Anderson:
Epidemiologic Features of chronic low back pain.
Lancet, 1999, 354, 581 – 585
- [4] Ariyoshi, M., Sonoda, K., Nagata, K., Massima, T., Zenmyo, M., Paku, C., Takamiya,
Y., Yoshimatsu, H., Hirai, Y., Yasunaga, H., Akashi, H., Imayama, H., Shimokobe, T.,
Inoue, A., Mutoh, H.:
Efficacy of aquatic exercises for patients with low-back pain.
Kurume Med J 1999; 46(2), 91-6
- [5] Bäcker, B.:
Kinesiologie in der naturheilkundlichen Praxis.
Anwendung in Diagnose und Therapie, Sonntag Verlag, Stuttgart, 2000
- [6] Badtke, G.; Mudra, I.:
Neuraltherapie: Lehrbuch und Atlas
Ullstein Mosby, Berlin, 1994, 14 -17
- [7] Berg, H.O.:
Wasser ist mehr – Information für Ärzte, Fachpersnal und interessierte Laien
Flöttmann Verlag, Deutscher Heilbäderverband e.V.(Hrsg.), 2001, 3 –10
- [8] Bittmann, F., Linne`, K., Schmidt, M.:
Die Grundlagen der Applied Kinesiology in Diagnostik und Therapie.
Manual zum Fortbildungskurs des Institutes für Sportmedizin und Prävention der Uni
Potsdam, 2001
- [9] BKK Bundesverband:
Die Krankheitsartenstatistik 1999.
Woeste Druck + Verlag, Essen, 2001
- [10] Bouchard, C.; Shepard, R.J.; Stephens, T.:
Physical activity, fitness and health – consensus statement.
Human Kinetics, Champaign, 1993

-
- [11] Brunnenkamp, W.:
So müsste ein Jungbrunnen aussehen – AIMS Expertenkonferenz vom 22.-23.02.2002 in Freiburg.
Universitäts Klinikum Freiburg, Hartmann, B.(Hrsg.), 2002, 12-13
- [12] Brunner, M.:
Wasserfitness Schwimmen 2000 – 2. Fachtagung vom 9.-11.10.1996 in Ludwigsburg.
Verlag Uehlin – Schopfheim, 1996, 90 – 99
- [13] Bühl, A.; Zöfel, P.:
SPSS Version 10. Einführung in die moderne Datenanalyse unter Windows.
Addison Wesley Verlag, München, 2000
- [14] Constant, F., Guillemin, F., Collin, J F., Boulange, M. :
Use of spa therapy to improve the quality of life of chronic low back pain patients.
Med Care 1998 Sep; 36(9), 1309-14
- [15] Cordes, J. C.; Wolf, A.; Zeibig, B.:
Physiotherapie – Grundlagen und Techniken der Bewegungstherapie.
Verlag Gesundheit GmbH, 1990, 154 –
- [16] Dahmen, G.:
Tiefsitzender Rückenschmerz. Rheumatologie Orthopädie 4.
Ciba-Geigy Verlag, Wehr, 1994, 7 –8-
- [17] Dalichau, S., Huebner, J.:
Die Bedeutung des aqualen Funktionstrainings in der Therapie von chronischen Rückenschmerzen.
DRV-Schriften, Band 26, 2001
- [18] Dalichau, S., Scheele, K.:
Auswirkungen elastischer Lumbal - Stützgurte auf den Effekt eines Muskeltrainingsprogrammes für Patienten mit chronischen Rückenschmerzen.
Z Orthop 2000, 138, 8-16
- [19] Dalichau, S., Scheele, K.:
Aquales Funktionstraining als alternatives Behandlungsregime in der Rehabilitation von Patienten mit retropatellaren Kniegelenkschäden.
Phys Rea´b Kur Med 9 (1999), 172-178
- [20] Dalichau, S. ; Swietlicka, M. ; Scheele, K.:
Muskelkraftprofile männlicher Leistungsschwimmer und ihre Bedeutung für das Auftreten von Überlastungsreaktionen des Haltungs- und Bewegungsapparats.
Leistungssport 4 (2000), 37-41
- [21] Davies, G.J.; Gould, J.A.:
Trunk Testing Using a Prototype Cybex II Isokinetic Dynamometer Stabilization System.
Journal of Orthopaedic, 1982, 3/4, 164-170

-
- [22] Deck, R., Kohlmann, T., Raspe, H.:
Zur Epidemiologie des Rückenschmerzes.
Psychomed, 1993, 5, 164 – 168
- [23] Delbrück, H.:
Rehabilitationsmedizin: Therapie- und Betreuungskonzepte bei chronischen Krankheiten.
Urban & Schwarzenberg, München, 1996, 266 - 271
- [24] Denner, A.:
Muskuläre Profile der Wirbelsäule
Springer Verlag Berlin Heidelberg 1997,
- [25] Denner, A.:
Analyse und Training der wirbelsäulen-stabilisierenden Muskulatur
Springer Verlag Berlin Heidelberg, 1998, 179 – 181
- [26] Dietze, J.; Engelhaupt, B.:
Zielgruppenspezifische Gestaltung der Wassergymnastik mit Rheumatikern
Schwimmen 2000 – 2. Fachtagung vom 9.-11.10.1996 in Ludwigsburg.
Verlag Uehlin – Schopfheim, 1996; 90 – 99
- [27] Eckey, U. R.:
Sporttherapie bei degenerativer Erkrankung des Kniegelenks: Evaluation der Effektivität eines komplexen 6-monatigen „Suspended Deep Water Running“ – Programms bei einer Gonarthrose ersten oder zweiten Grades nach Wirth Köln, Dt. Sporthochsch., Diss., 1996
- [28] Egli, D.:
Presentation of the back-Cybex system.
Informationsschrift der Firma CYBEX, Division of LUMEX
Ronkonkoma New York, 1990
- [29] Fairbank, J. C. T.; Couper, J., Davies, J. B., O'Brien, J. P.:
The Oswestry Low Back Pain Disability Questionnaire.
Physiotherapy, 1980, 66, 8, 271-273
- [30] Froböse, I., Nellesen, G.:
Training in der Therapie. Grundlagen und Praxis.
Ullstein Medical Verlag, Wiesbaden, 1998, 197-215
- [31] Gamper, U. N.:
Wasserspezifische Bewegungstherapie und Training
G. Fischer Verlag, Stuttgart, 1995, 2 – 22
- [32] Gillert, O., Rulffs, W.:
Hydrotherapie und Balneotherapie.
Pflaum-Verlag, München, 1998

-
- [33] Goodheart, G. J. Jr:
Applied Kinesiology 1984 Workshop Procedure Manuel, 20th ed.
Detroit, privately published, 1984
- [34] Guillemin, F., Constant, F., Collin, J. F., Boulange, M.:
Short and long-term effect of spa therapy in chronic low back pain.
British J. Rheumatol, 1993, 148 - 151
- [35] Günter, C, Klose, J.:
Evaluation des Gesundheitsmanagementprojekts der AOK Schleswig-Holstein im
Rahmen der Sekundär – Tertiär Prävention. Abschlussbericht 2000.
- [36] Hahn, A.:
Zur mehrdimensionalen Wirkung des Schwimmens (Bewegens im Wasser) in der
Prävention, Therapie, Rehabilitation und im Behindertensport.
Krankengymnastik, 1996, 48(11), 1720 – 1724
- [37] Hasenbring, M.:
Chronifizierung bandscheibenbedingter Schmerzen: Risikofaktoren und gesundheits-
förderndes Verhalten.
Schattauer, Stuttgart, 1992, 7 – 10
- [38] Held, T., Tempel, G.:
Ergebnisse des AOK – Projektes "Evaluation
präventiver Maßnahmen – Abschlussbericht": AGR –News Letter 2001 / 23: 22 – 26
- [39] Hesslink, R.:
Principles of muscle strengthening.
Vortrag anlässlich des internationalen Symposiums "Spine and Strength.
San Diego/USA, 1992, 17./18.Juli
- [40] Hildebrandt, J.:
Das Göttinger Rücken Intensiv Programm (GRIP) – ein multimodales Behand-
lungsprogramm für Patienten mit chronischen Rückenschmerzen, Teil 1. Der Schmerz
1996 / 10, 190 -203
- [41] Hinrichs, H. U.:
Die Bedeutung des Faktors Kraft für die Genese von bewegungsmangelbedingten Zi-
vilisationskrankheiten.
Kleine Schriftenreihe des Deutschen Verbandes für Gesundheitssport und Sportthe-
rapie Band 1, Echo Verlag, 1989, 47 –63
- [42] Hoeft, N.:
Aqua jogging im Flachwasser.
Gesund durch Schwimmen.
Reihe „Sport“ Bd 5, Schorndorf Hoffmann, 1998, 175 – 178
- [43] Hoffmann, U.:
Schnellkurs Statistik: mit Hinweisen zur SPSS-Benutzung.
Sport und Buch Strauss, Köln, 1995,

-
- [44] Huey, L., Forster, R.:
The complete waterpower workout book – Aquatraining Band 1.
Aachen, Meyer & Meyer Verlag, 1997, 268 S.
- [45] Janda, V.:
Manuelle Muskelfunktionsdiagnostik.
Ullstein Mosby, 1994, Berlin
- [46] Jette, A. M., Smith, K., Haley, S. M., Davis, K. D.:
Physical therapy episodes of care for patients with low back pain.
Physical Therapy, 1994, 74, 2, 101-110
- [47] Junghanns, H.:
Die Wirbelsäule in der Arbeitsmedizin Teil 1: Biomechanische und biochemische
Probleme der Wirbelsäulenbelastung.
Hippokrates Verlag 1979
- [48] Kessler, M.; Neef, P.; Grupp, B.; Kollmannsberger, A; Traue, H.:
Veränderungen des Schmerzerlebens durch Muskeltraining bei Rückenschmerzpa-
tienten.
Physikalische Therapie, 1994, 15/6, 387-392
- [49] Ketelhut, R.G., Badtke, G.:
Schwimmen – der angenehme Weg zur Ganzkörpergesundheit?
Münchener medizinische Wochenschrift 1997, 139 (13), 196 – 199
- [50] Kiss, A.:
New techniques in aqua therapy. 1. Hydrotherapy. 2. Aquatic exercises.
Rivercross Publishing, Inc. Orlando, FL, 1999, 90 -122
- [51] Konlian, C.:
Aquatic Therapy: Making a Wave in the Treatment of Low Back Injuries.
Orthopaedic Nursing, 1999, 1/2, 11 – 19
- [52] Konrad, K, Tatrai, T., Hunka, A., Vereckei, E., Korondi, I:
Controlled trial of balneotherapy in treatment of low back pain.
Journal of clinical rheumatology, 1992, 51, 820-822
- [53] Koury, J. M.:
Aquatic Therapy Programming: Guidelines for Orthopedic Rehabilitation.
Human Kinetics, Philadelphia, 1996, 2 – 19
- [54] Küttemeyer, M., Schultz, U.:
Psychosomatische Medizin. Lumbago – Ischialgie – Syndrome.
Urban & Schwarzenberg, München, 1990, 835 – 847
- [55] Legett, S. H., Graves, J. E., Pollock, M. L., Shank, M., Carpenter, D.M., Holmes, B.,
Fulon, M.:
Quantitative assessment and training of isometric cervical extension strength.
Am. Journal of Sports Medicine, 1991, 19/6, 653-659

-
- [56] Maisenbacher, P.:
Aquatherapie: Von der Immobilisation zur Mobilisation.
Krankengymnastik, 1999, 51 (10), 1706 – 1708
- [57] Mc Ilveen, B, Robertson V.J.:
A Randomised Controlled Study of the Outcome of Hydrotherapy for Subjects with low Back or Back and Leg Pain.
Journal of the Chartered Society of Physiotherapy, 1998, 84, 1, 17-25
- [58] Mc Neill, T., Warwick, D., Andersson, G, Schultz, A.:
Trunk Strengths in Extension, and Lateral Bending in Healthy Subjects and Patients with Low-Back Disorders.
Spine, 1980, 5/6, 529-538
- [59] Mc Waters, G.:
Deep water exercise for health and fitness.
Laguna (California), 1988
- [60] Nelson , B., O`Reilly, E., Miller, M.:
The clinical effects of intensive, specific exercise on chronic low back pain:
A controlled study of 895 consecutive patients with 1 – year follow up.
Orthopedics, 1995, 18/10
- [61] Neumeister, S.:
Aqua-Functional-Machines for Fitness and Health –
AIMS Expertenkonferenz vom 22.-23.02.2002 in Freiburg.
Universitäts Klinikum Freiburg, Hartmann, B.(Hrsg.), 2002, 33
- [62] Ochs, S., Froböse, I., Trunz, E., Lagerström, D., Wicharz, J. :
Einsatzmöglichkeiten und Perspektiven eines neuen Screeningsystems zur Objektivierung des Funktionszustandes der Rumpfmuskulatur (IPN - Back Check).
Gesundheitssport u Sporttherapie 14 (1998), 144-150
- [63] Oesch, P., Kool, J.:
Starke chronische Rückenschmerzen fehlinterpretiert- Eine prospektive Kohortstudie mit Nachkontrolle nach drei und 12 Monaten.
Krankengymnastik 2000, 52 (5), 800 – 814
- [64] Ott, D.:
Aquagymnastik.
Gesund durch Schwimmen.
Reihe „Sport“ Bd 5, Schorndorf: Hoffmann, 1998, 177 - 178
- [65] Peseschkian, H., Eichler, J.:
Psychoziale Aspekte bei 100 Patienten mit lumbalen Bandscheibenvorfall
Die orthopädische Rückenschule - Internationales und Interdisziplinäres Rückenschuleseminar anlässlich der 38.Jahrestagung der Vereinigung Süddeutscher Orthopäden e.V. in Baden-Baden.
Bernd Reinhardt – Uelzen, Med. – Literarische Verl.-Ges., 1991, 19 – 25

-
- [66] Poiraudeau, S., Lefevre-Colau, M. M., Mayoux-Benhamou, M. A., Revel, M. :
Wich rehabilitation for wich low back pain ?
Rev Prat 2000 Oct 15, 50(16), 1779-83
- [67] Prins, J., Cutner, D.:
Aquatic therapy in the rehabilitation of athletic injuries.
Clin Sports Med 1999 Apr, 18(2), 447-61
- [68] Quast, G, Salinger, R.:
Schwimmen und Aqua-Jogging als alternative Bewegungsformen eines dosierten Belastungstrainings.
Gesund durch Schwimmen.
Reihe „Sport“ Bd 5, Schorndorf Hoffmann, 1998, 179 – 181
- [69] Raspe, H, Kohlmann, T:
Rückenschmerzen – eine Epidemie unserer Tage?
Dtsch. Ärzteblatt, 1993, 90(44), 1963 - 1967
- [70] Reischle, K.:
Kräfte, die im Wasser wirken – Ableitung therapierelevanter Konsequenzen.
Krankengymnastik, 1996, 48(11), 1672 – 1688
- [71] Roberts, J, Freeman, J.:
Hydrotherapy management of low back pain: A quality improvement project.
Australian Journal of Physiotherapy, 1995, 41(3), 205-208
- [72] Rödiger, S.:
Die Entlastung des Bewegungssystems bei unterschiedlichen Wassertiefen im Salz- und Süßwasser.
Krankengymnastik, 2000, 52(3), 482 - 486
- [73] Roser, M.:
Aquatrainings-therapie – Theorieskript zum Fortbildungsseminar
AMS medical services GmbH, Nürnberg, 1997
- [74] Roy, S. H, De Luca, C. J., Casavant, D. A.:
Lumbar muscle fatigue and chronic lower back pain.
Spine, 1989, 14/9, 92-1001
- [75] Shimizu, T.:
Das Aqua - Nudel Workout - Buch.
DEHAG Verlag, Frechen, 2002, 7-17
- [76] Schlächter, K.:
Überprüfung der Reliabilität und Validität des isometrischen Testgerätes Back - check (by Dr. Wolff) an 20 – 30 jährigen Probanden.
Köln, Dt. Sporthochs., Dipl.Arb., 2001, 67 -76
- [77] Schmidt, H.:
Wirtschaftlicher Schaden durch Rückenbeschwerden.
AGR Newsletter 2001 / 24, 37 – 39

-
- [78] Schramm, E.:
Sportschwimmen – Hochschullehrbuch.
Sportverlag, Berlin, 1987, 16 – 18
- [79] Schulz, M.:
Bewegen und Bewegtsein im Wasser.
Prävention und Therapie.
Pflaum Verlag, München, 1999, 13 - 15
- [80] Sjogren, T., Long, N., Storay, I., Smith, J.:
Group hydrotherapy versus group land-based treatment for chronic low back pain.
Physiother Res Int 1997, 2(4), 212-22
- [81] Soyka, M.; Meholm, D.:
Physiotherapie bei Wirbelsäulenerkrankungen.
Urban & Fischer Verlag, München, 2000, 35 – 36
- [82] Stommel, A.:
Vorteile und Möglichkeiten der aqualen Laufbandergometrie –
AIMS Expertenkonferenz vom 22.-23.02.2002 in Freiburg.
Universitäts Klinikum Freiburg, Hartmann, B.(Hrsg.), 2002, 46
- [83] Thorstensson, A., Nilsson, J.:
Trunk muscle strength during constant velocity movements.
Scandinavian Journal of Rehabilitation Medicine 14, 1982, 61-68
- [84] Versloot, J. M., Rozeman, A., van Son, A. M., van Akkerveeken, P.F.:
The Cost-Effectiveness of a Back School Program in Industry.
Spine, Philadelphia, 1992, 17 (1), 22 –27
- [85] Waddell, G., Main, C. J.:
Chronic low back pain, psychological distress, and illness behaviour.
Spine, 1984, 9, 209 – 213
- [86] Waddell, G.:
Low Back Disability. A syndrome of Western Civilization.“
Neurosurgery Clinics of North America, 1991 2(4)
- [87] Weber-Witt, H.:
Erlebnis Wasser. Therapeutische Übungen und Schwimmen.
Springer-Verlag Berlin, 1994, 6 – 11
- [88] Wenzlaff, A.:
Evaluation von neuen Wegen der Entlastung und Schmerzreduzierung der
Wirbelsäule bei lumbalgieformen Beschwerden
Potsdam, Universität, 2001, Diss., 67 –68
- [89] Wilke, K., Daniel, K.:
Aqua - Jogging. Eine Bewegungsalternative im Wasser.
Teil 1. Pool – Magazin für Schwimmbad, Freizeit, Ambiente, 1992, 5 (9), 20-24

-
- [90] Witzleb, E.:
Ein Handbuch der Bäder- und Klinikheilkunde.
Schattauer – Verlag, Stuttgart, 1962,
- [91] Wolff, H.-D.:
Neuropysiologische Aspekte des Bewegungssystems.
Springer – Verlag Berlin Heidelberg, 3.Auflage 1996
- [92] Wörnle, R.:
Mechano-Trainings-Therapie: von Zander zum Aqua-Training -
AIMS Expertenkonferenz vom 22.-23.02.2002 in Freiburg.
Universitäts Klinikum Freiburg, Hartmann, B.(Hrsg.), 2002, 56 - 57
- [93] Zeitvogel, M.:
Aquatrainig. Reinbeck Hamburg, 1992, 14 – 20
- [94] Yurtkuran, M.:
Balneotherapy in Low Back Pain.
Eur. J phys med rehabil, 1997, 7(4), 120-123

Fragebogen / Einverständnis der Teilnehmer - Rückenstudie

Name:	Vorname:	Geschlecht:
Adresse:		Telefon:
Geb.-Datum:	Alter:	Kinder: Verheiratet / Alleinerziehend:
Körpergewicht:	Körpergröße:	
Berufliche Tätigkeit:		sitzend / stehend:
Rückenschmerzen:	seit:	Bereich (LWS,BWS,HWS):
Arzt:	Befund:	
Bisherige Therapien / Behandlungen:		
Bisherige Trainingsmaßnahmen:		
Ein Training wäre für mich <u>vormittags</u> / <u>abends</u> möglich. Nichtzutreffendes bitte streichen.		
Sportliche Aktivitäten:		Häufigkeit pro Wo:
Wie stark sind die Rückenschmerzen momentan?:		
Skala 0 bis 10		Maximaler Schmerz
Kein Schmerz	0 ▶ 1 ▶ 2 ▶ 3 ▶ 4 ▶ 5 ▶ 6 ▶ 7 ▶ 8 ▶ 9 ▶ 10	
Bitte ankreuzen!		
Einverständniserklärung:		
Hiermit erkläre ich mich mit den Durchführungsbedingungen der Untersuchungen und mit der Verwendung meiner Ergebnisse für wissenschaftliche Zwecke einverstanden. Über den Inhalt der Untersuchungen und der Trainingsmaßnahmen wurde ich hinreichend informiert.		
Ort / Datum:		Unterschrift des Teilnehmers:

Fragebogen bei Schmerzen im unteren Rücken (nach Fairbank et al)

Name: _____ Untersuchung: _____

1. Schmerzstärke

- Die Schmerzen kann ich tolerieren ohne Medikamente einzunehmen = 0
 Die Schmerzen sind stark, aber ich komme zurecht ohne Medikamente = 1
 Die Medikamente geben eine komplette Linderung der Schmerzen = 2
 Die Medikamente bewirken eine mäßige Linderung der Schmerzen = 3
 Die Medikamente bewirken eine sehr kleine Linderung der Schmerzen = 4
 Medikamente haben keinen Effekt auf die Schmerzen und ich nutze sie nicht = 5

2. Persönliche Gewohnheiten

- Ich kann für mich selbst sorgen ohne zusätzliche Schmerzen zu haben = 0
 Ich kann für mich selbst sorgen, habe aber dadurch zusätzliche Schmerzen = 1
 Es ist schmerzhaft, sich um sich selbst zu kümmern, und ich bin langsam und vorsichtig = 2
 Ich benötige ab und zu Hilfe, komme aber meistens zurecht mit den persönlichen Dingen = 3
 Ich brauche jeden Tag Hilfe bei den meisten Dingen der Körperpflege = 4
 Ich kann mich nicht ankleiden, waschen nur mit Schwierigkeiten und bleibe im Bett = 5

3. Heben

- Ich kann schwere Gewichte ohne zusätzliche Schmerzen heben = 0
 Ich kann schwere Gewichte heben, habe aber zusätzliche Schmerzen = 1
 Schmerzen hindern mich am Heben von schweren Gewichten von Boden, ich schaffe es aber, wenn sie bequem positioniert sind, z.B. auf einem Tisch = 2
 Schmerzen hindern mich am Heben von schweren Gewichten, aber ich schaffe leichte und mittlere Gewichte, wenn sie bequem positioniert sind = 3
 Ich kann nur sehr leichte Gewichte heben = 4
 Ich kann gar nichts heben oder tragen = 5

4. Gehen

- Schmerzen halten mich nicht davon ab Strecken zu gehen = 0
 Schmerzen halten mich davon ab mehr als 1 Kilometer zu gehen = 1
 Schmerzen halten mich davon ab mehr als 1/2 Kilometer zu gehen = 2
 Schmerzen halten mich davon ab mehr als 1/4 Kilometer zu gehen = 3
 Ich kann nur gehen, wenn ich einen Stock oder Krücken benutze = 4
 Die meiste Zeit bin ich im Bett und muss zur Toilette kriechen = 5

5. Sitzen

- Ich kann in jedem Stuhl so lange sitzen, wie ich möchte = 0
 Ich kann nur in meinem bequemsten Stuhl so lange sitzen, wie ich möchte = 1
 Schmerzen halten mich davon ab länger als 1 Stunde zu sitzen = 2
 Schmerzen halten mich davon ab länger als 1/2 Stunde zu sitzen = 3
 Schmerzen hindern mich daran länger als 10 Minuten zu sitzen = 4
 Schmerzen hindern mich generell am Sitzen = 5

6. Stehen

Ich kann so lange stehen wie ich möchte ohne zusätzliche Schmerzen	= 0
Ich kann so lange stehen wie ich möchte, habe aber zusätzliche Schmerzen	= 1
Schmerzen hindern mich daran länger als 1 Stunde zu stehen	= 2
Schmerzen hindern mich daran länger als 1/2 Stunde zu stehen	= 3
Schmerzen hindern mich daran länger als 10 Minuten zu stehen	= 4
Schmerzen hindern mich generell am Stehen	= 5

7. Schlafen

Schmerzen halten mich nicht von einem tiefen Schlaf ab	= 0
Ich schlafe nur gut, wenn ich Medikamente nehme	= 1
Nur, wenn ich Medikamente nehme, habe ich wenigstens 6 Stunden Schlaf	= 2
Nur, wenn ich Medikamente nehme, habe ich wenigstens 4 Stunden Schlaf	= 3
Nur, wenn ich Medikamente nehme, habe ich wenigstens 2 Stunden Schlaf	= 4
Schmerzen hindern mich generell am Schlafen	= 5

8. Gesellschaftliches Leben

Mein gesellschaftliches Leben ist normal und verursacht keine zusätzlichen Schmerzen	= 0
Mein gesellschaftliches Leben ist normal, verstärkt aber den Schmerzgrad	= 1
Schmerzen haben keine bedeutende Veränderung für mein gesellschaftliches Leben hervorgerufen, außer, dass bewegende Aktivitäten reduziert wurden	= 2
Schmerzen haben mein gesellschaftliches Leben eingeschränkt, ich gehe nicht oft aus	= 3
Schmerzen beschränken mein gesellschaftliches Leben auf mein Zuhause	= 4
Aufgrund der Schmerzen habe ich kein gesellschaftliches Leben mehr	= 5

9. Reisen

Ich kann überall hin reisen ohne zusätzliche Schmerzen	= 0
Ich kann überall hin reisen, aber unter zusätzliche Schmerzen	= 1
Die Schmerzen sind stark, aber ich schaffe Reisen von 2 Stunden	= 2
Schmerzen beschränken meine Reisen auf weniger als 1 Stunde	= 3
Schmerzen beschränken meine Reisen auf unter 30 Minuten	= 4
Schmerzen hindern mich am Reisen, außer an Fahrten zum Arzt oder Krankenhaus	= 5

.....
Unterschrift

Wir bedanken uns für Ihre persönlichen Angaben und können versichern, dass dieser Fragebogen vertraulich und datengeschützt bearbeitet wird.

Manueller kybernetischer Muskeltest

Kybernetischer Test 1: M. rectus femoris



Abb. 1: Testposition M.rectus femoris

Kybernetischer Test 2: M. hamstrings



Abb. 2: Testposition M.hamstrings

Kybernetischer Test 3: M. trapezius pars ascendens

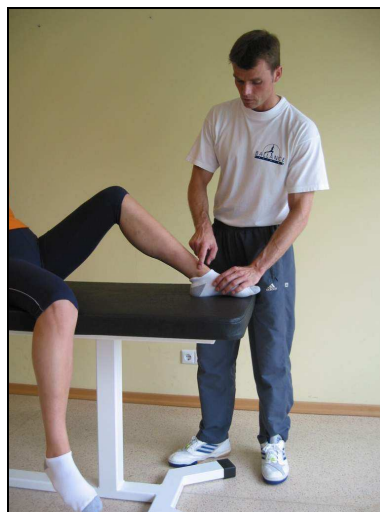


Abb. 3: Testposition M.trapezius asc.

Kybernetischer Test 4: M. iliopsoas (m. psoas und m. iliacus)



Abb. 4: Testposition M.iliopsoas

Kybernetischer Test 5: M. glutaesus medius



Abb. 5: Testposition M.glut. med.

Kybernetischer Test 6: M. glutaesus maximus



Abb. 6. Testposition M.glut. max.

Kybernetischer Test 7: M. piriformis

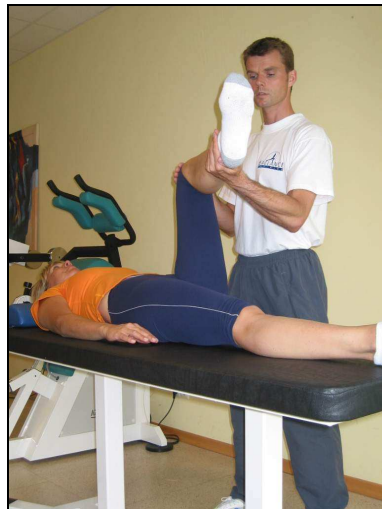


Abb. 7.: Testposition M.piriformis

Kybernetischer Test 8: M. Ventrale Halsflexoren



Abb.8 :.Testposition M. ventr.Halsflex.

Übungssammlung der Versuchsgruppe Rückengymnastik

Übung 1 Stützstemme



Ziel: Kräftigung gerade Bauchmuskulatur, ventrale Halsbeuger

Abb. 9

Übung 2 Gerade Bauchmuskeln



Ziel: Kräftigung gerade Bauchmuskulatur und ventrale Halsbeuger, Hemmung der Hüftbeuger (M.iliopsoas),

Abb. 10

Übung 3 Schräge Bauchmuskeln



Ziel: Kräftigung schräge Bauchmuskulatur, ventrale Halsbeuger, Hemmung der Hüftbeuger (M.iliopsoas)

Abb.11

Übung 4 Diagonale



Ziel: Kräftigung der Schulterblattfixatoren, Rückenstreckmuskulatur, Gesäßmuskulatur

Abb.12

Übung 5 Arme nach hinten in ARO halten



Ziel: Kräftigung Rückenstrecker, Hüftstrecker

Abb.13

Übung 6 Päckchenhaltung



Ziel: Dehnung Rückenstrecker

Abb.14

Übung 7 Vierfüssler



Ziel: Kräftigung Rücken - Bauchmuskulatur

Abb.15

Übung 8 Ballbrücke oben



Ziel: Kräftigung Rücken – Bauchmuskulatur, Schultergürtelmuskulatur

Abb.16

Übung 9 Ballbrücke unten



Ziel: Kräftigung Rücken – Bauchmuskulatur, Gesäßmuskulatur, Nackenmuskulatur

Abb.17

Übung 10 Theraband - Zug nach aussen



Ziel: Ganzkörperstabilisierung, Kräftigung der Schulterblattfixatoren

Abb.18

Übung 11 Aussenrotation



Ziel: Kräftigung Rückenmuskulatur, Schultergürtelmuskulatur

Abb.19

Übung 12 Beckenhebung



Ziel: Kräftigung Rückenstreckmuskulatur, Gesäßmuskulatur, Hüftstrecker

Abb.20

Übung 13 Dehnung Hüftstrecker



Ziel: Dehnung M. hamstrings

Abb.21

Übung 14 Dehnung Beinstrecker



Ziel: Dehnung M. rectus femoris

Abb.22

Übungssammlung der Versuchsgruppe Aquajogging

Übung 1 Leichtes Joggen



Abb.23

Ziel: Erwärmung des gesamten Organismus

Übung 2 Hüfte beugen - strecken

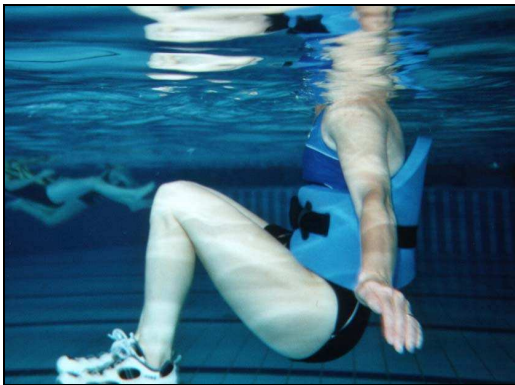


Abb. 24



Abb.25

Ziel:
Kräftigung der Bauch – und Rückenmuskulatur
Stärkung der Hüftstrecker

Übung 3 Arme gestreckt vor– und rückziehen



Abb.26

Ziel:
Kräftigung der Schulterblattfixatoren
Stabilisierung der gesamten Rumpfmuskulatur

Übung 4 Unterkörper nach links / rechts schwenken



Abb.27

Ziel: Kräftigung der seitlichen Rumpfmuskulatur

Übung 5 Arme und Beine grätschen / schließen



Abb.28

Ziel: Kräftigung der seitlichen Rumpfmuskulatur

Übung 6 Laufen mit Aquahanteln unter Wasser



Abb.29

Ziel: Kräftigung der Bauch- und Rückenmuskulatur

Übung 7 Laufen um die eigene Körperachse



Abb.30

Ziel:

Kräftigung der schrägen Bauchmuskulatur
Stärkung der Rückenmuskulatur

Übung 8 Laufen und öffnen / schließen der Arme nach vorn



Abb.31



Abb.32

Ziel:

Kräftigung der Schulterblattfixatoren und der Brustmuskulatur
Stabilisierung der Bauch- und Rückenmuskulatur

Übung 9 Laufen mit Armseithalte re / li



Abb.33

Ziel:

Dehnung der Brustmuskulatur
Kräftigung der Bauchmuskulatur
Kräftigung der Schulterblattfixatoren

Übung 10 Balancieren auf dem Schwimmbrett



Abb.34

Ziel:

Koordinationsverbesserung
Aktivierung der kleinen Rückenmuskeln
Stabilisierung der gesamten Rumpfmuskulatur

Übung 11 Grätschen / Schließen in Rückenlage



Abb.35

Ziel:

Kräftigung der Bauchmuskulatur
Stärkung der Hüftmuskulatur
Entlastung der Wirbelsäule

Übung 12 Hüftbeugung und –streckung mit Hantelvorlage



Abb.36



Abb.37

Ziel:

Kräftigung der Rücken- und Hüftstrecker
Mobilisation der LBH – Region
Stärkung der Bauchmuskulatur

Übung 13 Beckenkipfung nach rechts / links mit Pool -Nudel



Abb.38



Abb.39

Ziel:

Kräftigung der kleinen Rückenmuskeln

Mobilisation der LBH - Region

Stabilisierung der Bauchmuskulatur

Übung 14 Beugen und Strecken der Aquahanteln nach unten

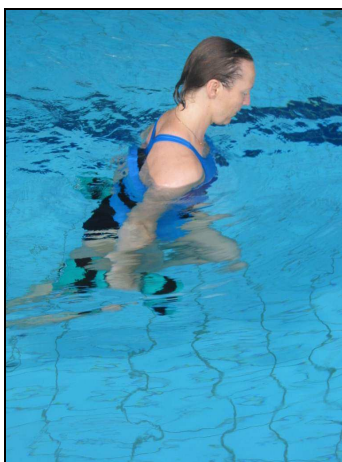


Abb.40

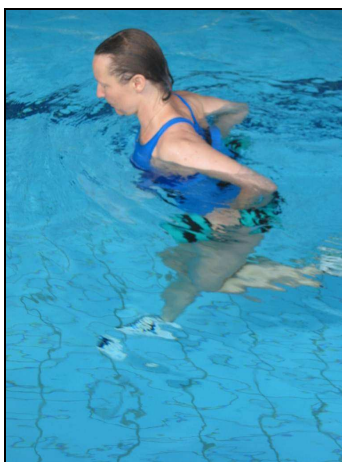


Abb.41

Ziel:

Kräftigung der Schulterblattfixatoren

Stabilisierung der Rumpfmuskulatur

Übung 15 Öffnen und Schließen der Arme hinter dem Rücken



Abb.42

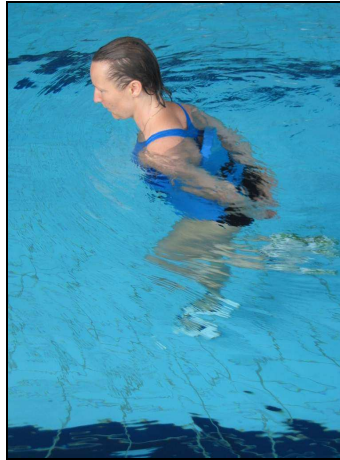


Abb.43

Ziel:

Kräftigung der gesamten Rückenmuskulatur
Stabilisierung der Rumpfmuskulatur

Übungssammlung der Versuchsgruppe Aquarücken

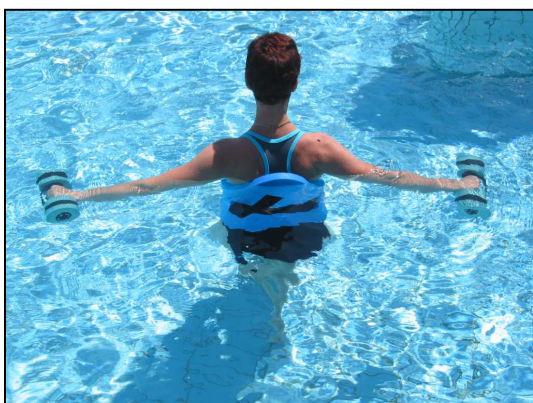
Übung 1 Leichtes Joggen mit Bodenkontakt



Ziel:
Erwärmung, Aktivierung des gesamten Organismus

Abb.44

Übung 2 Arme heben / senken aus Seithalte



Ziel:
Kräftigung seitliche Rumpfmuskulatur,
schräge Bauchmuskulatur,
LBH - Region

Abb.45

Übung 3 Rumpfseitneigen rechts / links



Ziel:
Kräftigung seitlicher Rumpf,
Schräge Bauchmuskulatur
Kräftigung der Oberschenkelmuskulatur

Abb.46

Übung 4 Rückenlage - Rumpfbeugung und –streckung



Abb. 47



Abb.48

Ziel:
Kräftigung der geraden Bauchmuskulatur

Übung 5 Bauchrolle



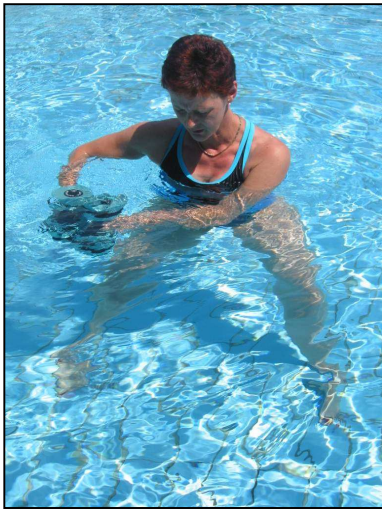
Abb.49



Abb.50

Ziel:
Stabilisierung der LWS, Gerade Bauchmuskulatur

Übung 6 Rumpfrotation



Ziel:
Schräge Bauchmuskulatur,
Stabilisierung Becken

Abb.51

Übung 7 Rumpfbeugen – und strecken in Rückenlage



Abb.52



Abb.53

Ziel: Gerade Bauchmuskulatur, Stabilisierung der Rückenmuskulatur

Übung 8 Wiegebewegung aus Schrittstellung mit Pool-Nudel

Abb.54

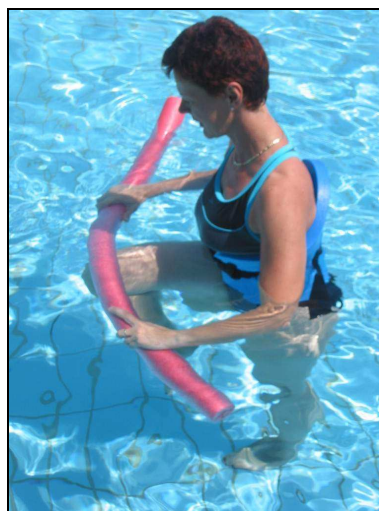


Abb.55

Ziel: Rückenmuskulatur – LWS, Bauchmuskulatur, Schultergürtel

Übung 9 Arme nach hinten führen mit Schwimmbrett

Ziel:
Gesamte Rückenmuskulatur,
Stabilisierung der LBH – Region,
Bauchmuskulatur (statisch)

Abb.56

Übung 10 Hüftbeugung und –streckung aus der Rückenlage mit Schwimmbrett



Abb.57



Abb.58

Ziel:

Kräftigung der Bauchmuskulatur
Mobilisierung der LBH -Region

Übung 11 Armbeugung und –streckung im Stand mit Schwimmbrettern



Abb.59



Abb.60

Ziel: Kräftigung der Schulterblattfixatoren,
Stabilisierung der Bauch- und Rückenmuskulatur

Übung 12 Diagonale mit Schwimmbrett im Stand



Abb.61



Abb.62

Ziel:

Kräftigung der schrägen Bauchmuskulatur
Stabilisierung der Rückenmuskulatur
Dreidimensionale Koordination

Übung 13 Hüftbeugung und -streckung mit rechts / links im Stand



Abb.63



Abb.64

Ziel:

Kräftigung der Hüftstreckmuskulatur

Kräftigung der Rückenstrecker

Übung 14 Brett vor- und rückziehen im Grätschstand



Abb.65



Abb.66

Ziel:

Kräftigung der Brust- und oberen Rückenmuskulatur

Stabilisierung der Bauch- und unteren Rückenmuskulatur

Übung 15 Balancieren mit Schwimmbrett



Ziel:
Verbesserung der Koordination / Gleichgewicht
Kräftigung der kleinen Rückenstrecker
Stabilisierung der gesamten Rumpfmuskulatur

Abb.67

Tab. 1: Ergebnisse der Krafttestung in Nm differenziert nach Testzeitpunkten und Untersuchungsgruppen (Mittelwerte; +/- Standardabweichungen; **p ≤ 0,01 und *p ≤ 0,05 kennzeichnen statistisch signifikante Unterschiede innerhalb der Gruppen gemessen am 1. Testzeitpunkt; Wilcoxon -Test)

Test	Mittelwert Gruppe 1	Mittelwert Gruppe 2	Mittelwert Gruppe 3	Mittelwert Gruppe 4	Mittelwert Gruppe 5
T1 Flex	23,57 (± 8,9)	27,34 ± (±6,9)	23,09 (±8,4)	21,25 (±7,6)	23,94 (±5,9)
T2 Flex	24,54 (±7,9)	31,89** (±6,3)	30,25** (±7,9)	27,00**(±7,5)	28,66** (±7,4)
T3 Flex	24,54 (±8,0)	32,66**(±8,3)	29,25**(±10,2)	21,16** (±8,2)	28,88** (±7,3)
T1 Ext	28,89 (±8,3)	33,58 (±9,1)	28,75 (±13,2)	20,84 (±8,0)	31,53 (±10,0)
T2 Ext	28,89 (±8,4)	40,47** (±8,5)	38,56** (±14,6)	32,38** (±11,0)	37,91** (±8,8)
T3 Ext	26,00** (±7,8)	39,84* (±11,4)	39,41** (±13,5)	33,50** (±10,0)	39,38** (±8,9)
T1 Zug	41,08 (±12,1)	34,18 (±11,5)	35,69 (±11,7)	33,44 (±11,5)	40,72 (±10,2)
T2 Zug	39,00 (±8,5)	42,76**(±10,8)	43,56** (±10,3)	40,34** (±8,6)	48,38*(±11,0)
T3 Zug	43,46 (±10,5)	48,76**(±14,4)	48,34** (±13,1)	46,72** (±15,9)	50,78* (±11,4)
T1 Druck	55,35 (±13,5)	69,32 (±19,5)	65,5 (±17,3)	58,16 (±19,7)	69,53 (±10,2)
T2 Druck	56,89 (±10,6)	81,32**(±19,4)	75,94**(±19,4)	61,56 (±21,38)	73,69 (±11,7)
T3 Druck	59,66 (±12,4)	76,82* (±21,0)	80,63** (±21,5)	73,16** (±26,9)	77,91** (±14,3)
T1 Hü Li	24,08 (±5,9)	28,29 (±10,0)	26,87 (±6,9)	26,59 (±9,6)	26,56 (±9,2)
T2 Hü Li	22,58 (±5,5)	33,50*(±8,3)	34,06* (±13,8)	30,84 (±10,0)	30,03 (±7,2)
T3 Hü Li	25,35 (±6,4)	33,42 *(±8,9)	31,66* (±11,5)	31,50* (±10,2)	32,75** (±8,9)
T1 Hü Re	23,96 (±5,6)	29,03 (±8,6)	25,03 (±8,2)	25,25 (±8,5)	26,44 (±10,2)
T2 Hü Re	22,85 (±6,0)	33,66** (±6,8)	31,56 (±15,7)	29,28 (±8,6)	30,84* (±6,5)
T3 Hü Re	25,54 (±8,2)	33,74** (±9,1)	29,81 (±11,8)	30,34 (±9,2)	32,59* (±10,2)

Tab.2: Schmerzintensität und Funktionseinschränkung = ADL.(Mittelwerte, \pm Standardabweichung, Wilcoxon-Test)

Test	Mittelwert Gruppe 1	Mittelwert Gruppe 2	Mittelwert Gruppe 3	Mittelwert Gruppe 4	Mittelwert Gruppe 5
T1 Schmerz	4,27 (\pm 1,9)	5,00 (\pm 1,8)	4,44 (\pm 2,3)	5,94 (\pm 1,8)	4,44 (\pm 2,1)
T2 Schmerz	3,81 (\pm 1,3)	3,11** (\pm 2,7)	2,00** (\pm 2,1)	1,88** (\pm 1,7)	2,25** (\pm 1,6)
T3 Schmerz	3,73 (\pm 1,2)	3,08** (\pm 2,1)	2,56** (\pm 1,97)	2,56* (\pm 1,5)	2,03** (\pm 1,6)
T1 ADL	3,23 (\pm 1,6)	5,00 (\pm 3,2)	4,00 (\pm 3,2)	6,69 (\pm 3,3)	3,69 (\pm 2,0)
T2 ADL	2,92* (\pm 1,6)	4,05** (\pm 3,5)	2,63** (\pm 1,9)	4,94** (\pm 2,7)	2,75** (\pm 1,5)
T3 ADL	3,0 (\pm 1,6)	3,58** (\pm 3,6)	2,63* (\pm 2,2)	5,06** (\pm 2,9)	2,44** (\pm 1,7)

Thesen zur Dissertation mit dem Thema:

„Vergleich der Effektivität von rehabilitativen Trainingsformen im Wasser zu herkömmlichen Maßnahmen bei Patienten mit Low Back Pain“

vorgelegt von Uwe Schlünz

Die wachsenden Kosten für die Behandlung chronischer lumbaler Rückenschmerzen stehen zunehmend in Diskrepanz mit den begrenzten Mitteln für das Gesundheitswesen.

Untersuchungen zeigen, dass aktive Trainingsprogramme, je früher sie eingesetzt werden, einen positiven Einfluss auf die Senkung von Kosten für die Gesellschaft haben.

Ein rechtzeitiger Einsatz der medizinischen Kräftigungstherapie bei Rückenschmerzpatienten ist somit unter rehabilitativen Gesichtspunkten notwendig. Insbesondere das Training im Wasser gestattet gelenkschonende Übungen in frühen Phasen der Rehabilitation und lassen eine raschere Wiederherstellung erwarten.

Über die körperlichen Auswirkungen therapeutischer Trainingsmaßnahmen im Wasser sind bis dato wenige Studien verfügbar, welche die Wirkung des Mediums Wasser auf konditionelle Parameter objektiv quantifizieren und bewerten. Jedoch sind bislang die Möglichkeiten für ein gezieltes Krafttraining im Wasser begrenzt.

Eine gerätetechnische Entwicklung, die ein rumpfstabilisierendes Krafttraining im Warmwasser ermöglicht, lässt im Vergleich zu herkömmlichen Trainingsmöglichkeiten eine noch effizientere rehabilitative Behandlung erwarten.

Es wird die Fragestellung verfolgt, inwieweit aktive Trainingsformen im Wasser die Maximalkraft und die neuromuskuläre Funktion der Rumpfmuskulatur, sowie den Schmerz von Rückenpatienten beeinflussen. Ferner soll im Rahmen der Untersuchungen die Effektivität eines neu entwickelten Wassertrainingsgerätes geprüft werden.

Die Untersuchungen der Ergebnisse von 80 weiblichen Probanden (in fünf Gruppen aufgeteilt: Kontrollgruppe, Aquajogging, Aquarücken, Aquagerät und Rückengymnastik an Land) zeigen, dass durch aktive Interventionsmaßnahmen eine Verbesserung der Kraftfähigkeit und eine Reduzierung von Schmerzen erzielt werden kann. Hingegen kommt es in der Kontrollgruppe, ohne Trainingsanwendungen, zur Stagnation des chronischen Schmerzzustandes, sogar zur Verschlechterung der Kraftentwicklung der Rückenstreckmuskulatur.

In allen Trainingsgruppen konnten kurzfristig und mittelfristig weniger Muskelfunktionsstörungen nachgewiesen werden. Bei Betrachtung der Kraftentwicklung der unteren Rumpfmuskulatur fällt auf, dass die höchsten Zuwächse der Bauchmuskelfkraft in den Gruppen Aquarücken und Aquagerät festzustellen sind. Die Kraft der Rückenstreckermuskulatur entwickelte sich in der Gruppe Aquagerät mit einer Steigerung von 55% nach der Intervention am stärksten. Es kann die Hypothese aufgestellt werden, dass das Training im warmen Wasser unter stabilisierten Voraussetzungen eine effizientere Methode zur Stärkung der unteren Rumpfmuskulatur zu sein scheint.

Bei der Entwicklung der Kraft der oberen Rücken- und Schultergürtelmuskulatur kommt es in den Gruppen Aquajogging und Aquarücken zu den größten Steigerungen. Dies könnte mit der höheren Aktivität der Arme im Übungsprogramm zusammenhängen

Positiv ist die hohe Reduzierung der Schmerzen in allen Trainingsgruppen zu bewerten. Jedoch ist bei Betrachtung der Ergebnisse festzustellen, dass für eine weitere Manifestierung der Trainingserfolge ein weiterführendes Training bedeutsam ist.

Die Ergebnisse dieser Studie belegen, dass durch ein gezieltes Training im Wasser und an Land über 6 Wochen, je zweimal pro Woche, deutliche Verbesserungen in der Entwicklung von Kraft, Schmerzintensität, Funktionseinschränkung und Muskelfunktion möglich sind. Ferner werden in dieser Arbeit positive Zusammenhänge zwischen den Entwicklungen Schmerzintensität und Rückenstreckerkraft, sowie Schmerzintensität und Bauchmuskelkraft beobachtet. Zwischen den Versuchsgruppen im Wasser und der Versuchsgruppe an Land konnten nur geringe Unterschiede in den Ergebnissen nachgewiesen werden. Jedoch geben die Resultate Hinweis darauf, dass bei höheren Schmerzintensitäten die Intervention im Wasser die Therapie der Wahl zu sein scheint.

Die Resultate dieser Untersuchungen machen deutlich, dass der Einsatz eines Wassertrainingsgerätes in der Therapie chronischer Rückenschmerzpatienten eine effiziente Methode zur Senkung von Schmerzen und zur Steigerung der Kraft der Rücken- und Bauchmuskulatur ist.

Vorteile des Wassertrainingsgerätes sind die gute Stabilisation des Beckens, trotz auftriebswirksamer Mechanismen im Wasser, die bedienerfreundliche Handhabung, der separat einstellbare Widerstand, die schnellen Therapieerfolge und die hohe Motivation der Kursteilnehmer. Diese Beobachtungen lassen eine effizientere Therapie und damit Kostenersparnisse vermuten. Nachteile sind das hohe Gewicht des Wassertrainingsgerätes und die relativ hohen Anschaffungskosten.

Die hohe Reduzierung der Schmerzintensität bei den Probanden, die am Wassertrainingsgerät Interventionen durchführten, lassen vermuten, dass diese Geräteanwendungen für Patienten mit sehr schmerzhaften oder subakuten Verlaufsformen besonders geeignet ist.

Der schonende Charakter der Aquatherapie und der Einsatz eines neuen Wassertrainingsgerätes unterstützt in effektiver Weise die modernen Konzepte der Rehabilitation chronischer Rückenschmerzpatienten.

Danksagung

Herrn Prof. Dr. sc. med. G. Badtke danke ich recht herzlich für die engagierte und kreative Unterstützung des gerätetechnischen Forschungsprojektes, seine fürsorgliche Betreuung, sowie seine Hilfe bei der Lösung fachlicher Fragen.

Weiterhin gilt mein Dank allen Mitarbeitern des Instituts für Sportmedizin und Prävention der Universität Potsdam, die mich bei der Lösung methodischer Fragen unterstützt haben.

Mein ganz besonderer Dank gilt meinen Mitarbeitern des Gesundheitsstudios Ballance Training, die mir während der Untersuchungen tatkräftig zur Seite standen.

Mein Dank gilt auch Frau Gerken für ihre kompetente Hilfe bei der Literaturbeschaffung.

Auch danke ich Herrn Priv.-Doz. Dr. rer. nat. S. Dalichau für die konstruktiven Diskussionen auf dem Gebiet der aqualen Trainingstherapie.

Herrn Dr. med. M. Lippmann danke ich für seine motivierende und hilfreiche Beratung, sowie seine ständige Gesprächsbereitschaft.

Für die Unterstützung bei der Rekrutierung der Probanden bedanke ich mich bei der AOK – Osterholz, beim Landkreis – Osterholz und der Stadtverwaltung – Osterholz - Scharmbeck.

Abschließend bedanke ich mich bei allen Probandinnen, die sich für meine Untersuchungen und Trainingsmaßnahmen zur Verfügung gestellt haben.