

Weinert R¹, Tittel K²

Die Effekte eines aktiven, standardisierten Wassertherapieprogramms auf die Kraftfähigkeit von Gonarthrose-Patienten

The Effects of an Active, Standardized Water Therapy Program on the Strength Ability in Patients with Osteoarthritis of the Knee

¹Medica Klinik Leipzig, Abteilung Sporttherapie

²Universität Leipzig, Sportwissenschaftliche Fakultät

ZUSAMMENFASSUNG

Der Einsatz des Strömungskanal in der Therapie ist bis zum gegenwärtigen Zeitpunkt noch weitgehend unbekannt. Es wurde die Anpassungsfähigkeit der Muskelkraft an ein aktives, standardisiertes Wassertherapieprogramm von Gonarthrose-Patienten untersucht. Des Weiteren sollte die Nachhaltigkeit des strömenden Wasser gegenüber dem nicht bewegten Wasser beurteilt werden. An der quasiexperimentellen Untersuchung nahmen 40 Probanden teil. Die Diagnostik erfolgte mit dem isokinetischen Test- und Trainingsgerät Cybex Norm. Bei der isokinetischen Muskelkraftmessung erreichte die Strömungsgruppe (SG) nach einem 10wöchigen Training bei allen Untersuchungsparametern einen Leistungsanstieg, der mit Ausnahme der Kniegelenksstreckung bei 90°/s signifikant war. Die Nichtströmungsgruppe (NSG) verbesserte sich lediglich bei den Kniegelenksbeugern bei 90°/s sowie 180°/s. Die Kontrollgruppe (KG) zeigte bis auf die Kniegelenksstrecker bei 180°/s leichte Verbesserungen von 1% bis 3%. Die Ergebnisse des Beuger-Strecker-Verhältnisses waren unbefriedigend. Nach Überarbeitungen stellt das Wassertherapieprogramm eine Erweiterung des Behandlungsspektrums für Gonarthrose-Patienten dar.

Schlüsselwörter: Wassertherapie, Gonarthrose, Strömungskanal, M. quadriceps femoris, ischiocrurale Muskulatur

EINLEITUNG

Die Arthrose, eine fortschreitende aber nicht akut entzündliche Erkrankung eines Gelenks, gehört zu den häufigsten und sozialmedizinisch bedeutendsten chronischen Krankheiten insbesondere des späten Erwachsenenalters (7,22). In Deutschland leiden ca. 5 Millionen Menschen an arthrotischen Gelenkbeschwerden (12). Aufgrund steigender mittlerer Lebenserwartung ist mit einer Zunahme an Arthroseerkrankungen zu rechnen. Betrachtet man die Prävalenz der verschiedenen Arthroseformen, so ist die Häufigkeit der Kniegelenks- oder Gonarthrose auffallend (26).

Das Leiden der Betroffenen sowie die hohen volkswirtschaftlichen Kosten für die Behandlung der Erkrankung machen deutlich, wie wichtig die Forschung im Hinblick auf die Entstehungsbedingungen der Arthrose sowie deren therapeutische Beeinflussung durch medikamentöse und vor allem auch durch sporttherapeutische Maßnahmen sind (17).

Bis heute gibt es keine ursächliche Therapie der Gonarthrose; oftmals stehen schmerzhemmende Medikamente an vorderster

SUMMARY

The application of the current canal to the therapy is still widely unknown up to the present time. The adaptability of muscular strength to an active, standardized water therapy program was examined in patients with osteoarthritis of the knee. Besides the lasting effect of the streaming water should be compared with the stagnant water. 40 test persons took part in the quasi-experimental examination. The diagnostics were carried out with the isokinetic test- and training machine Cybex Norm. In the isokinetic muscular strength measurement SG achieved after an 10 week program an increase of muscular performance in all examination parameters which was significant with the exception of the knee extension with 90°/s. The NSG improved merely in the knee flexion with 90°/s as well as 180°/s. The KG except the knee extension with 180°/s slight improvements of 1% to 3%. The outcomes of the proportion between knee flexion and knee extension were dissatisfactory. After revisions the water therapy program represents an enlargement of the treatment spectrum in patients with osteoarthritis of the knee.

Key Words: water therapy, osteoarthritis of the knee, current canal, m. quadriceps femoris, hamstring muscles

Stelle. Doch zahlreiche wissenschaftliche Ergebnisse belegen die positiven symptomatischen Effekte, die sich mit Walking, Krafttraining, Radfahren bei dieser Patientengruppe erzielen lassen (1,21,9,10,11,24,8).

Für den Arthrotiker ist die Bewegung im Wasser besonders von Vorteil, da nicht nur die Schwere des Körpers durch den Auftrieb verringert und die Bewegungskraft erleichtert wird, sondern das temperierte Bad gleichzeitig zur Schmerzlinderung und Muskelentspannung beiträgt (20,25). Leider gibt es bislang nur wenige Arbeiten, die sich mit der Wassertherapie bei Gonarthrose-Patienten beschäftigen. Eckey (4) untersuchte die Wirkung des Aqua-Joggings bei Gonarthrotikern und stellte den Nutzen des Mediums Wasser heraus.

Dalichau/Scheele (2) überprüften die Kraftfähigkeit an Hand eines aqualen Funktionstrainings von Patienten mit retropatellaren Kniegelenksschäden. Innenmoser (18) führte die aktive Bewegung im Wasser als eine ideale Therapieform bei Rheumatikern an. Durch die gezielte Nutzung der Wassereigenschaften können maßgebliche Voraussetzungen für eine Verbesserung der Gelenk-

funktion geschaffen und vielleicht sogar das Fortschreiten der Erkrankung vermieden werden.

Neben dem Auftrieb ist der Wasserwiderstand ein weiterer wichtiger Wirkungsfaktor, der sich hervorragend zur Schulung der Kraftfähigkeiten einsetzen lässt (2). Der Wasserwiderstand kann durch den Einsatz eines Strömungskanals an die Voraussetzung von Gonarthrose-Patienten angepasst werden. Im Olympiastützpunkt Berlin wird der Strömungskanal als wichtiges Trainingsmittel für das Aufbautraining sowie zur Vermeidung von Überlastungsschäden in zahlreichen Sportarten eingesetzt (13). Bezüglich der therapeutischen Nutzung des Strömungskanals bei chronisch Kranken gibt es zum gegenwärtigen Zeitpunkt jedoch keine Veröffentlichung.

PROBLEM- UND ZIELSTELLUNG

Ziel war, die Anpassungsfähigkeit der Muskelkraft an ein aktives, standardisiertes Wassertherapieprogramm zu untersuchen. Ein weiteres Ziel bestand in der Überprüfung, inwieweit der Einsatz des strömenden Wassers gegenüber der traditionellen Wassergymnastik stärkere Anpassungsreaktionen hervorrufen kann und inwieweit sich Effekte auch noch nach 3 Monaten (follow-up-Untersuchung) nachweisen lassen.

MATERIAL UND METHODE

An der Untersuchung, der ein quasi-experimentelles Studiendesign ohne Randomisierung mit Prä-Post-Messung (Messzeitpunkt [MZP] 1 und 2) sowie follow-up (MZP 3 nach 3 Monaten) zu Grunde lag, nahmen 40 Probanden (28 Frauen und 12 Männer) teil. Als Ausschlusskriterien galten: aktivierte Arthrose im Kniegelenk, Arthrose in den Nachbargelenken als Primärdiagnose, Kniegelenksarthrose Grad IV nach Wirth (27), endoprothetische Versorgung im Knie- oder Hüftgelenk, orthopädische Erkrankungen, die weniger als ein Jahr zurück lagen und einer Operation bedurften, behandlungsbedürftige Koronare-Herz-Krankheit, regelmäßige sportliche Betätigung von mehr als zwei Stunden pro Woche während der Studie. Bei Patienten mit beidseitiger Gonarthrose wurde das zum ersten Untersuchungstermin subjektiv stärker betroffene bzw. vom Arzt so eingestufte Gelenk, als „betroffene Seite“ für die Diagnostik und Therapie festgelegt.

Die Probanden wurden in zwei Versuchsgruppen (VG) und eine Kontrollgruppe (KG) aufgeteilt (Tab. 1). Nach dem Prätest absolvierten beide VG ein vergleichbares, zehnwöchiges Therapieprogramm (im strömenden bzw. nicht strömenden Wasser), welches zweimal pro Woche mit einem Umfang von 30 Minuten stattfand. Die KG nahm an keiner spezifischen Intervention teil.

Alle Tests und Therapieeinheiten wurden in der MEDICA KLINIK Leipzig durchgeführt. Das verwendete Therapiebecken verfügte über einen integrierten Strömungskanal (Abb. 1). Die Wassertiefe betrug durchgängig 1,35 m. Die Wassertemperatur des Beckens lag bei ca. 32 °C, die Raumtemperatur war etwa 2 °C höher eingestellt.

Die Isokinetische Muskelkraftmessung des M. quadriceps femoris und der ischiocruralen Muskulatur wurde mit dem Test- und Trainingsgerät CYBEX NORM durchgeführt. Die Testung erfolgte mit einer Winkelgeschwindigkeit von 90°/s bzw. 180°/s. Die Berechnung des Verhältnisses zwischen den durchschnittlichen

Tabelle 1: Anamnestische Daten der Probanden.

Gruppe	Alter (x ± SD) [Jahre]	Körperlänge (x ± SD) [cm]	Gewicht (x ± SD) [kg]
Strömungsgruppe (SG) (n=14)	54,5 ± 9,99	170,1 ± 9,94	78,2 ± 12,53
Nichtströmungsgruppe (NSG) (n=12)	59,0 ± 4,23	167,6 ± 7,04	84,4 ± 12,12
Kontrollgruppe (KG) (n=14)	52,6 ± 10,43	170,7 ± 9,82	84,1 ± 20,01

Tabelle 2: Zusammenfassende Ergebnisse der Intervention.

	Strömungsgruppe (x ± SD)	Nichtströmungsgruppe (x ± SD)	Kontrollgruppe (x ± SD)
max. Drehmoment der Kniegelenksstrecker bei 90°/s [Nm]			
MZP 1	80,00 ± 41,01	76,50 ± 22,81	86,29 ± 47,88
MZP 2	91,71 ± 31,88	74,25 ± 22,99	89,43 ± 40,31
MZP 3	87,57 ± 38,02	76,83 ± 21,82	93,64 ± 47,73
max. Drehmoment der Kniegelenksbeuger bei 90°/s [Nm]			
MZP 1	61,71 ± 23,59	53,58 ± 14,05	64,43 ± 35,75
MZP 2	75,57 ± 20,51	57,25 ± 14,29	65,43 ± 31,75
MZP 3	70,64 ± 24,00	58,50 ± 20,58	70,29 ± 33,10
max. Drehmoment der Kniegelenksstrecker bei 180°/s [Nm]			
MZP 1	55,43 ± 25,36	51,17 ± 15,53	62,29 ± 32,67
MZP 2	65,71 ± 23,03	51,17 ± 14,31	60,43 ± 27,95
MZP 3	62,43 ± 26,08	53,58 ± 16,44	65,86 ± 31,71
max. Drehmoment der Kniegelenksbeuger bei 180°/s [Nm]			
MZP 1	48,14 ± 20,65	44,67 ± 14,22	52,64 ± 27,33
MZP 2	58,93 ± 15,41	45,00 ± 9,26	53,64 ± 25,16
MZP 3	56,00 ± 19,13	46,17 ± 15,29	56,79 ± 27,73
Beuger-Strecker-Verhältnis bei 90°/s [%]			
MZP 1	83,60 ± 25,62	73,81 ± 22,93	77,29 ± 14,10
MZP 2	86,26 ± 19,32	82,47 ± 29,10	73,82 ± 12,82
MZP 3	88,06 ± 29,10	78,13 ± 24,85	77,36 ± 13,22
Beuger-Strecker-Verhältnis bei 180°/s [%]			
MZP 1	89,29 ± 25,69	90,04 ± 24,58	87,45 ± 16,42
MZP 2	93,48 ± 18,48	93,80 ± 32,07	91,81 ± 22,29
MZP 3	94,22 ± 21,40	88,01 ± 21,88	87,95 ± 17,30

Tabelle 3: Normwerte zum Verhältnis des max. DMM der Kniegelenksbeuger zu dem des Kniegelenksstreckers (nach Davies 1992).

Winkelgeschwindigkeit	Verhältnis
60°/s	60-69%
180°/s	70-79%
240°/s	80-89%
300°/s	85-95%



Abbildung 1: Bewegungsbecken mit Strömungskanal.

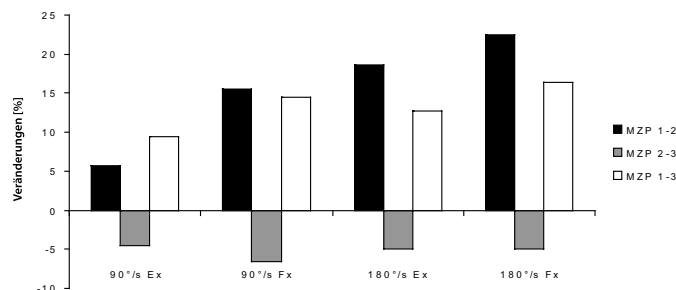


Abbildung 2: Prozentuale Veränderungen des maximalen DMM der SG für die Winkelgeschwindigkeiten von 90°/s und 180°/s für die Kniegelenksexension (Ex) sowie Kniegelenksflexion (Fx) zu verschiedenen MZP.

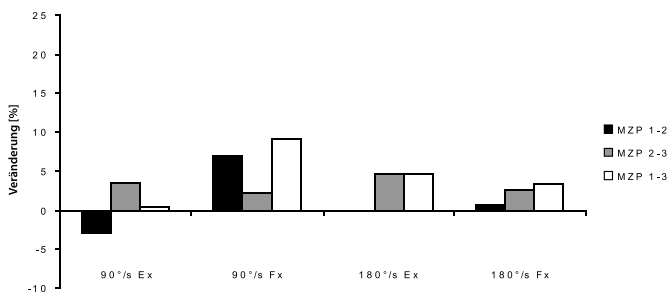


Abbildung 3: Prozentuale Veränderungen des maximalen DMM der NSG für die Winkelgeschwindigkeiten von 90°/s und 180°/s für die Kniegelenksexension (Ex) sowie Kniegelenksflexion (Fx) zu verschiedenen MZP.

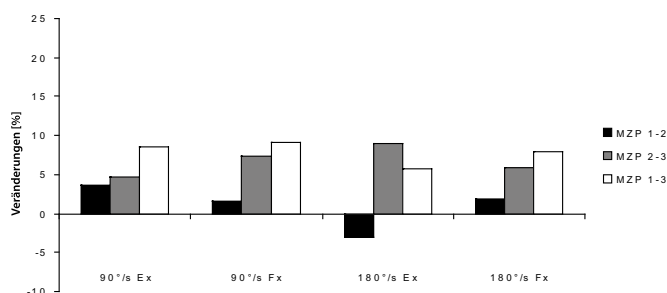


Abbildung 4: Prozentuale Veränderungen des maximalen DMM der KG für die Winkelgeschwindigkeiten von 90°/s und 180°/s für die Kniegelenksexension (Ex) sowie Kniegelenksflexion (Fx) zu verschiedenen MZP.

max. Drehmoments (DMM) der Kniegelenksbeuger und des Kniegelenksstreckers sollte Aufschluss geben, inwieweit sich muskuläre Balancen bzw. Dysbalancen durch ein aktives standardisiertes Wassertherapieprogramm im strömenden sowie nicht strömenden Wasser verändern lassen.

Die statistische Datenverarbeitung erfolgte mit dem Statistik-Programms SPSS (Version 11.5) und Exel, wobei eine mehrfaktorielle Varianzanalyse mit Messwertwiederholung zur Anwendung kam.

ERGEBNISSE

Die Messergebnisse der SG zeigten bei allen Untersuchungsparametern vom 1. zum 2. MZP einen Leistungsanstieg, der von 5 bis 22% variierte. Mit Ausnahme der Knieextension bei 90°/s waren alle Ergebnisse signifikant. Vom MZP 2 zum MZP 3 reduzierten sich die Messwerte zwischen 4 und 6%, lagen jedoch noch eindeutig über den Daten zu Beginn der Intervention (Abb. 2). Die NSG konnte diesem Trend nur bedingt folgen, denn zum MZP 2 verringerte sich das DMM um 3% bei 90°/s bzw. blieb bei 180°/s gleich. Erstaunlicherweise zeigte die NSG vom MZP 2 zum MZP 3 für alle Untersuchungsparameter eine Steigerung von 2 bis 5%. Damit lagen die Werte des 3. MZP bis 9% über den Messergebnissen zu Beginn der Intervention (Abb. 3). Zum 2. MZP verringerte sich das DMM der KG bei 180°/s um 3%. Alle anderen Werte waren mit 1 bis 4% leicht erhöht. Vom 2. zum 3. MZP wies auch die KG für alle

Untersuchungsparameter eine Steigerung von 4 bis 9% auf. Beim Vergleich von MZP 1 zu MZP gab es einen prozentualen Gewinn von 5-9% (Abb. 4).

Das Beuger-Strecker-Verhältnis bei 90°/s ergab für alle 3 Gruppen ein Ungleichgewicht zu Gunsten der ischiocruralen Muskeln, wobei die NSG mit 74% das beste Verhältnis aufwies. Durch das Interventionsprogramm konnte bei den VG keine Verbesserung erreicht werden. Lediglich die KG zeigte eine Abnahme des Verhältnisses auf. Auch zum Ende des MZP 3 blieben die Werte aller Untersuchungsgruppen über den Werten des 1. MZP. Statistisch konnten keine Signifikanzen festgestellt werden (Tab. 2).

Auch bei 180°/s war das Beuger-Strecker-Verhältnis aller 3 Gruppen in Richtung der ischiocruralen Muskeln verschoben. Die aktive Wassertherapie konnte auch hier keine Akzente setzen, was sich in einer weiteren Erhöhung des Verhältnisses niederschlug. Auch bei der KG war eine Verschlechterung feststellbar. Nach dem interventionsfreien Zeitraum verbesserte die NSG das Verhältnis um 6% und die KG um 4% (Tab. 2). Statistisch konnten keine Signifikanzen festgestellt werden.

DISKUSSION

Durch den „Teufelskreis“ (Schmerzen, Muskelverspannungen, eingeschränkte Beweglichkeit, Verringerung der Muskelkraft, Beeinträchtigung der neuromuskulären Funktion) kommt es zur Einschränkung der Leistungsfähigkeit der Patienten und zur Un-

terstützung des arthrotischen Prozesses (14, 15, 23, 16).

Ein Vergleich der Messwerte ist schwierig, da die in der Literatur angegebenen Daten unter verschiedensten Voraussetzungen bezüglich Intervention, Alter und sportlicher Aktivität erhoben wurden. Eggli (5) gab für verschiedene Winkelgeschwindigkeiten einen Kraftbereich an. Durch das Interventionsprogramm erhöhten sich die Kraftwerte bei den VG. Die SG erreichte bei allen Untersuchungsparametern und die NSG nur für die Kniegelenksbeuger bei 90°/s die Vorgaben. Horstmann et al. (16) therapierten 40 Gonarthrose-Patienten (Stadium II nach Lequesne) während eines 4wöchigen stationären Heilverfahrens mit Krankengymnastik, Gruppentherapie, Thermalbad und Reizstrom. Die Versuchsgruppe absolvierte zusätzlich ein isokinetisches Training mit 20 Übungseinheiten.

Die SG lag, verglichen mit den Ausgangswerten der Versuchsgruppe von Horstmann et al. (16), beim M. quadriceps femoris und den ischiocruralen Muskeln bei 180°/s nur knapp darunter (5 Nm bzw. 2,5 Nm). Die KG überbot die Werte leicht. Nach Abschluss der Therapie lagen für die SG ähnliche Differenzen für den Kniegelenksstrecker bzw. die Kniegelenksbeuger vor (4,9 Nm und 1,6 Nm). Die NSG sowie die KG erreichten im Vergleich dazu geringere max. DMM. Bei Betrachtung der KG von Horstmann et al. (16) war festzustellen, dass es ähnliche Differenzen für die Ausgangswerte gab. Der Vergleich der Werte nach Therapieende zeigte für den M. quadriceps femoris nur noch einen Unterschied von 1,2 Nm. Die SG lag bei den ischiocruralen Muskeln bei 180°/s mit 3,9 Nm über den Daten der Kontrollgruppe von Horstmann et al. (16). Daraus lässt sich schlussfolgern, dass die Bewegungsübungen im strömenden Wasser ähnlich effektiv waren wie die Trainingseinheiten am isokinetischen System.

Die Wirksamkeit des Funktionstrainings im Wasser bei Patienten mit retropatellaren Kniegelenksschäden untersuchten Dalichau & Scheele (2). Dabei erhoben sie im isokinetischen Krafttest das max. DMM bei 60°/s und 180°/s für den M. quadriceps femoris und die ischiocruralen Muskeln und ermittelten das Strecker-Beuger-Verhältnis. Die Werte von Dalichau & Scheele (2) überstiegen für den Kniegelenksstrecker bei 180°/s die Ergebnisse der eigenen Untersuchung. Dieser Trend veränderte sich auch nach dem 2. MZP nicht. Beim Vergleich der Kniegelenksbeuger mit 180°/s war der Unterschied noch deutlicher ausgeprägt, denn es konnte zu keinem MZP eine Annäherung an die Kraftwerte der Patienten von Dalichau & Scheele (2) erreicht werden. Im Gegensatz zur eigenen Untersuchung zeigten die Patienten von Dalichau & Scheele (2) bis auf die Wassergruppe fast durchgängig höhere Werte für die Beugebewegung des Kniegelenkes, was sich auch im Strecker-Beuger-Verhältnis niederschlug.

Eckey (4) untersuchte die Auswirkungen des Aquajoggings auf Gonarthrose-Patienten und ermittelte die Kraftfähigkeit des Kniegelenksstreckers und der Kniegelenksbeuger bei 90°/s sowie 150°/s. Die SG und NSG lagen zu Beginn der Untersuchung für den M. quadriceps femoris bei 90°/s knapp unter den Angaben von Eckey (4), nur die KG erreichte den Wertebereich. Bei Abschluss der Untersuchung wiesen die Probanden von Eckey (4) weiterhin höhere Werte auf, was aber nicht verwunderte, da die Patienten einen geringeren Arthrosegrad (1. und 2. Grad) aufwiesen und 6 Monate therapiert wurden. Bei den ischiocruralen Muskeln lagen die Daten der SG nur geringfügig unter denen der Versuchsgruppe von Eckey (4), was auch zum 2. MZP so blieb. Die NSG aber auch die KG blieben auch jetzt unter den Daten der Aquajogging-Gruppe. Berücksich-

tigt man die Therapiedauer und den Schweregrad, so kann die Therapie im strömenden Wasser als effektiv eingeschätzt werden.

Verschiedene Arbeiten aus dem angloamerikanischen Raum beschäftigten sich mit dem Kraftverhalten der knieumgreifenden Muskulatur am arthrotischen Kniegelenk, die jedoch niemals die Wassertherapie, sondern isokinetisches Training, Schulungsprogramme oder Walking als Arbeitsgrundlage hatten (8,23). Diese Arbeitsgruppen konnten ebenfalls eine Erhöhung der Kraftwerte nachweisen.

Die signifikante Zunahme der Maximalkraft, wie sie bei der SG für die Beuger bei 90°/s und 180°/s sowie den Strecker des Kniegelenks bei 180°/s an den erhöhten max. DMM-Werten zu erkennen war, wird auf die inter- und intramuskuläre Koordination sowie bedingt auf die Zunahme des Muskelfaserquerschnitts zurückgeführt.

Nach den Normwerten von Davies (3) war das prozentuale Beuger-Strecker-Verhältnis sowohl bei der Geschwindigkeit von 90°/s als auch bei 180°/s für alle Gruppen zu hoch, so dass der M. quadriceps femoris im Vergleich zur ischiocruralen Muskulatur zu schwach war (Tab. 3). Die Schwäche des M. quadriceps femoris, der ab der 4. Lebensdekade pro Jahrzehnt etwa 6% seiner schnellen Fasern verliert, ist bei der Gonarthrose ein typisches Erscheinungsbild (19).

Das aktive, standardisierte Wassertherapieprogramm konnte eine positive Beeinflussung der muskulären Kraftausdauer bei der SG hervorrufen. Für Gonarthrose-Patienten ist dies von weitreichender Bedeutung im Hinblick auf verschiedene Aktivitäten des täglichen Lebens wie z.B. Treppensteigen, Hin- und Hinhocken sowie Gehen. Die Minderung der muskulären Ermüdung trägt zur längerfristigen funktionellen Stabilisierung und Sicherung des Gelenkes bei (6).

ZUSAMMENFASSUNG

Das aktive, standardisierte Wassertherapieprogramm konnte den „Teufelskreis“ der Gonarthrose stören. Dies spiegelte sich in der Erhöhung der Muskelkraftwerte wider. Die Kraftwerte des Kniegelenksstreckers und der Kniegelenksbeuger aller Gruppen lagen beim 3. MZP über denen des MZP1. Unbefriedigend war das Verhältnis der Kniegelenksbeuger zum Kniegelenksstrecker für beide Winkelgeschwindigkeiten. Dabei kam zum Ausdruck, dass der M. quadriceps femoris im Verhältnis zur ischiocruralen Muskulatur zu schwach ausgebildet war. Nach Veränderungen des Therapieprogramms (verstärkte Kräftigung des M. quadriceps femoris sowie die Intensitätserhöhung im nicht bewegten Wasser) stellt es eine wertvolle Ergänzung in der Behandlung von Gonarthrose-Patienten dar. Dabei kann das Programm als Einzelmaßnahme, aber auch in Kombination mit anderen Therapien, eingesetzt werden. Diese ersten Ergebnisse stimmen zuversichtlich, strömendes Wasser erfolgreich in die Rehabilitation von Patienten zu integrieren. Jedoch bedarf es noch weiterer Forschungsarbeit, um die Ergebnisse zu bestätigen bzw. weiter auszubauen. Die Eröffnung des neu errichteten Strömungskanals im November 2008 in Leipzig gibt Hoffnung für eine Zunahme von Bewegungsbädern mit Strömungskanälen. Bis dahin sollte das modifizierte Wassertherapieprogramm im nicht bewegten Wasser zum Einsatz kommen.

Angaben zu finanziellen Interessen und Beziehungen, wie Patente, Honorare oder Unterstützung durch Firmen: Keine.

LITERATUR

1. **CALKIN E, GRESHAM GE, PENDERGAST DR, FISHER NM:** Muscle Rehabilitation: Its effect on muscular and functional performance of patients with knee osteoarthritis. *Arch Phys Med Rehabil* 72 (1991) 367-374.
2. **DALICHAU S, SCHEELE K:** Aquales Funktionstraining als alternatives Behandlungsregime in der Rehabilitation von Patienten mit retropatellaren Kniegelenksschäden. *Phys Rehab Kur Med* 9 (1999) 172-178.
3. **DAVIES GJ:** A compendium of isokinetics in clinical usage and rehabilitation techniques. S & S Publishers, Onalaska, Wisconsin U.S.A. 1992.
4. **ECKEY UR:** Sporttherapie bei degenerativen Erkrankungen des Kniegelenks – Evaluation der Effektivität eines komplexen 6-monatigen „Suspended Deep Water Running“ – Programms bei einer Gonarthrose ersten und zweiten Grades nach Wirth. Dissertation, Deutsche Sporthochschule Köln 1996.
5. **EGGLI D:** Maßstab für Kräfte, in: von Ow D, Hüni G (Hrsg.): Muskuläre Rehabilitation. Beurteilung motorischer Funktionen. Patientengerechte Übungs- und Trainingskonzepte. perimed, Erlangen, 1987, 86-98.
6. **EGGLI D:** Befundung und Training mit „isokinetischen Systemen“ bei Arthrosepatienten, in: Puhl W, Noack W, Scharf HP, Sedunko F (Hrsg.): Isokinetisches Muskeltraining in Sport und Rehabilitation. Interdisziplinäre Physiotherapie und Rehabilitation. Band 4. perimed, Erlangen, 1988, 82-90.
7. **ENGELHARDT M:** Epidemiologie der Arthrose in Westeuropa. *Dtsch Z Sportmed* 54 (2003) 171-175.
8. **ETTINGER WH, BURNS R, MESSIER STP, APPLGATE W, REJESKI WJ, MORGAN T, SHUMAKER S, BERRY MJ, O'TOOLE M, MONU J, CRAVEN T:** A randomized trial comparing aerobic exercise and resistance exercise with a health education program in older adults with knee osteoarthritis. *J of American Medical Association* 277 (1997) 25-31.
9. **FISHER NM, GRESHAM GE, ABRAMS M, HICKS J, HARRIGAN D, PENDERGAST DR:** Quantitative effects of physical therapy on muscular and functional performance in subjects with osteoarthritis of the knee. *Arch Phys Med Rehabil* 74 (1993) 840-847.
10. **FISHER NM, KAME VD, ROUSE L, PENDERGAST DR:** Quantitative evaluation of a home exercise program on muscle and functional capacity of patients with osteoarthritis. *Am J Physical Med Rehabil* 73 (1994) 413-420.
11. **FISHER NM, PENDERGAST DR:** Application of quantitative and progressive exercise rehabilitation to patients with osteoarthritis of the knee. *J Back Musculoskel Rehabil* 5 (1995) 33-53.
12. **GROMNICA-IHLE E:** Ärztemerkblatt-Arthrose. Deutsches Grünes Kreuz (2002) 3-7.
13. **GÜNZEL R:** Der Strömungskanal zur Rehabilitation und Prävention von Spitzensportlern am OSP Berlin. Vortrag auf der AIMS Expertenkonferenz am 22./23. Februar 2002 in Freiburg 2002.
14. **GÜSSBACHER A:** Das Muskelaufbautraining zur aktiven Gelenkstabilisation nach Kniegelenksverletzungen und -operationen. *Orthop Praxis* 24 (1988) 626-629.
15. **HEITKAMP HC, GRAF I, HORSTMANN T, MAYER F:** Pathophysiologie und Sporttherapie der Gonarthrose aus heutiger Sicht. *Dtsch Z Sportmed* 48 (1997) 349-359.
16. **HORSTMANN T, MAYER F, HEITKAMP HC, MERK J, AXMANN D, BORK H, DICKHUTH HH:** Individuelles isokinetisches Krafttraining bei Patienten mit Gonarthrose. *Z Rheumatol* 59 (2000) 93-100.
17. **HORSTMANN T:** Sport als Ursache – Arthrose – Sport als Therapie. *Dtsch Z Sportmed* 57 (2006) 265.
18. **INNENMOSER J:** Aktive Wassertherapie für Behinderte und chronisch Kranke. Meyer & Meyer, Aachen 2001.
19. **KLADNY B, BEYER WF:** Nichtmedikamentöse konservative Therapie der Arthrose. *Der Orthopäde* 30 (2001) 848-855.
20. **KOHLRAUSCH W, KOHLRAUSCH A:** Erkrankungen der Extremitätengelenke, in: Grober J, Stieve FE (Hrsg.): Handbuch der Physikalischen Therapie. Fischer, Stuttgart, 1971, 43.
21. **KOVAR PA, ALLEGRANTE JP, MCKENZIE CR, PETERSON MGE, GUTIN B, CHARLSON ME:** Supervised fitness walking in patients with osteoarthritis of the knee. A randomized controlled trial. *Ann Int Med* 116 (1992) 529-534.
22. **MATZEN P:** Praktische Orthopädie. Thieme, Stuttgart 2002.
23. **MAURER BT, STERN AG, KINOSSIAN B, COOK KD, SCHUMACHER HR:** Osteoarthritis of the knee : Isokinetic quadriceps exercise versus an educational intervention. *Arch Phys Med Rehabil* 80 (1999) 1293-1299.
24. **MESSIER SP, THOMPSON CD, ETTINGER WH:** Effects of long-term aerobic or weight training regimens on gait in an older osteoarthritic population. *J of Applied Biomechanics* 13 (1997) 205-225.
25. **STEINBACH K:** Arthrose und Sport. *Dtsch Z Sportmed* 52 (2001) 109-112.
26. **SWOBODA B:** Aspekte der epidemiologischen Arthroseforschung. *Der Orthopäde* 30 (2001) 834-840.
27. **WIRTH CJ:** Praxis der Orthopädie. Band II: Operative Orthopädie. Thieme, Stuttgart, New York 2001.

Korrespondenzadresse:

Dr. phil. Ralf Weinert

Abteilung Sporttherapie

Medica Klinik Leipzig

Käthe-Kollwitz-Str. 8

04109 Leipzig

E-Mail: weinert@medica-klinik.de