

Bachelorarbeit 1

FH-Bachelor-Studiengang-Physiotherapie, 2011 – 2014

Die unterstützende therapeutische Anwendung einer Motorschiene CPM (continuous passive motion) in der Frühmobilisationsphase bei einer Kniegelenksendoprothese.

VerfasserIn: Natalie Luyten

BetreuerIn: Cornelia Schöffthaler, MHPE

Innsbruck, im Juni 2013

Die unterstützende therapeutische Anwendung einer Motorschiene CPM (continuous passive motion) in der Frühmobilisationsphase bei einer Kniegelenksendoprothese.

FH-Bachelor-Studiengang-Physiotherapie 2011-2014

Natalie Luyten

Zusammenfassung

Fragestellung: Im postoperativen klinischen Alltag ist die Anwendung der CPM ein wichtiger Bestandteil der Therapie. In dieser Case Study wird eine Patientin nach einer Operation mit Kniegelenksendoprothese mit CPM und herkömmlicher Physiotherapie behandelt. Dadurch ergeben sich die Fragen, ob durch die Behandlung mit einer CPM eine Bewegungserweiterung in die Flexion im Kniegelenk erzielt werden kann und ob die CPM eine positive Wirkung auf die Compliance bei unkooperativen Patienten hat.

Methode: Case Study

Ergebnisse: Aufgrund der unterschiedlich aufgebauten Strukturen der gesichteten Studien konnten keine signifikanten Ergebnisse hinsichtlich der Flexionserweiterung im Kniegelenk für diese Case Study erzielt werden. Es ist jedoch eine Tendenz in Richtung der frühzeitigen, kombinierten Behandlung zu erkennen (1). Eine Behandlung zur Erweiterung der Flexion bei Patienten mit schlechter Compliance wird in der gesichteten Literatur jedenfalls empfohlen (2).

Schlussfolgerung: Nach 6 Behandlungen und täglichem Wiederbefund konnte eine deutliche Verbesserung der Knieflexion festgestellt werden. Es ist jedoch nicht nachweisbar, ob der Fortschritt an der CPM, der frühmobilisierenden Physiotherapie oder an der Kombination beider Therapien lag. Es kann vermutet werden, dass der frühzeitige Beginn und die 4-stündige Anwendung der CPM-Therapie einen positiven Einfluss auf die Flexionserweiterung des Kniegelenks hatte.

Einleitung

In dieser Case Study wird auf die Anwendung der CPM in Kombination mit der herkömmlichen, frühmobilisierenden Physiotherapie näher eingegangen. Besonderes Augenmerk wird auf die Erweiterung der Flexion im Kniegelenk gelegt. Es wird darauf hingewiesen, dass die Anwendung der CPM ein gängiges Vorgehen in der Univ.-Klinik Innsbruck nach einer Knie-TEP Operation ist. Eine Bewegungsschiene wird angelegt, um das Kniegelenk passiv im schmerzfreien Bereich durchzubewegen und einer schmerzhaften Schrumpfung der Kapsel und Verklebungen entgegenzuwirken.

Ziel dieser Arbeit ist die Beschreibung einer Patientin nach einer Operation mit einer Kniegelenksendoprothese, bei der die Motorschiene (CPM) als frühmobilisierende Therapie angewendet wurde. Im Detail soll hinterfragt werden, ob durch die Behandlung mit einer CPM eine Bewegungserweiterung der Flexion im Kniegelenk erzielt werden kann und ob die CPM eine positive Wirkung auf die Compliance bei unkooperativen Patienten hat.

Um die beinhaltenden Komponenten, die diese Case Study betreffen, besser nachvollziehen zu können, werden in Kürze die wichtigsten Bereiche definiert.

Die Arthrose, oder auch Arthrosis deformans genannt, ist ein lokaler, nichtentzündlicher, degenerativer Prozess mit Knorpelschaden. Der Verlauf ist über Jahre fortschreitend und kann nur ein oder auch mehrere Gelenke betreffen. (3) Die Gonarthrose selbst betrifft das Kniegelenk und wird oft durch strukturelle Fehlstellungen verursacht. Traumen, wie z.B. nach Meniskus-, Kreuzbandverletzungen oder Frakturen, können auch verantwortlich für eine veränderte Mechanik sein und können in Folge zu Arthrosen führen. Die Gonarthrose kann lateral (Genu valgum) als auch medial (Genu varum) oder beidseitig (Pangonarthrose) lokalisiert sein. (3) In Industriestaaten nimmt der Gelenksverschleiß durch die steigende Lebenserwartung stetig zu. Dies führt im Endeffekt zu vermehrter Implantation von künstlichen Kniegelenken, sogenannten Kniegelenksendoprothesen. (4) Eine Gonarthrose ist mit schmerzhaften Zuständen verbunden und kann über einen längeren Zeitraum konservativ behandelt werden. Wenn diese konservativen Methoden nicht mehr ausreichen, wird auf einen künstlichen Kniegelenksersatz zurückgegriffen, der Schmerzen und Bewegungseinschränkungen deutlich verringern soll. Die Patientin oder der Patient

erhält dadurch mehr Lebensqualität, erreicht mehr Aktivität und kann seine Alltagskompetenzen erhöhen. (3)

Infolgedessen erreicht die Knieendoprothetik in der Orthopädie einen immer höheren Stellenwert in Bezug auf die Therapie bei degenerativen Kniegelenkserkrankungen (5). In Österreich wurden laut Statistik Austria im Jahre 2011 ca. 17.400 Kniegelenksendoprothesen implantiert (6). Die beiden wichtigsten Gründe für die hohe Operationsrate sind einerseits die Inzidenz der Gonarthrose in der Bevölkerung, andererseits ist ein enormer Fortschritt in der Entwicklung von Kniegelenksendoprothesen erreicht worden. (7) Selbstverständlich ist ein künstliches Gelenk keine vollständige und dauerhafte Wiederherstellung der ursprünglich gesunden Situation. Die Patienten müssen sich dessen stets bewusst sein. Eine Endoprothese stellt zwar ein sehr hochwertiges Ersatzteil dar, allerdings mit begrenzter Lebensdauer. (3)

Nach einer Operation am Bewegungsapparat wird die Frühmobilisation oft als Bestandteil der Therapie genutzt. Als Frühmobilisation wird in der Physiotherapie eine Mobilisation mit frühestmöglichem Beginn der Therapie, im Liegen, Sitzen bzw. Stehen verstanden. Diese Art der Therapie wird von ausgebildeten Physiotherapeutinnen und Physiotherapeuten oder auch dem Pflegepersonal durchgeführt, die entweder alleine oder zu zweit, eventuell sogar mit angepassten Hilfsmitteln, an der Patientin oder dem Patienten arbeiten. Abhängig vom jeweiligen Hauptaugenmerk wird zwischen der passiven und aktiven Mobilisation unterschieden. Sie wird in Bereichen wie der Prophylaxe (Dekubitus, Pneumonie, Thrombose, Herz-Kreislauf-Verbesserung,...) oder der Vertikalisierung zur Aktivierung der Eigenaktivität und Muskelkraft, wie z.B. nach Traumen und Operationen, v.a. im orthopädischen Bereich angewendet. (8)

Ein Teilbereich der frühmobilisierenden Physiotherapie in der Univ.-Klinik Innsbruck ist die zusätzliche Behandlung mit einer CPM. Kniebewegungsschienen, Motorschienen oder auch continuous passiv motion (CPM) genannt, bestehen aus einem Grundgestell und einer Motoreinheit, die durch Gelenke miteinander verbunden sind. Darauf befinden sich Lagerungselemente für Fuß, Ober- und Unterschenkel und eine Steuerelektronik. Die Motorschienen sind individuell an die Patientin oder den Patienten je nach Länge der Gliedmaßen anpassbar. Die Bewegungsachse der Schiene sollte selbstverständlich der Bewegungsachse des natürlichen Kniegelenks entsprechen und richtig positioniert werden. Das Bein wird

zur Behandlung in der CPM auf das Lagerungselement eingepasst, die passende Flexions- und Extensionsbreite eingestellt und durch einen Schalter gestartet. Der Motor bewegt die miteinander verbundenen Lagerungsparameter vor und zurück und erreicht damit eine Flexion und Extension im Kniegelenk, wodurch eine passive Mobilisierung des Gelenks gewährleistet wird. (9. Sie ist ein externes motorisiertes Gerät, welches einem Gelenk ermöglicht eine passive Bewegung nach vorgegebener Einstellung auszuüben (10). Die Pioniere auf diesem Gebiet, Robert B Salter et al. (11), haben in den 80er Jahren durch Experimente an Kaninchen bewiesen, dass durch unmittelbar verabreichte CPM-Behandlung der hyaline Knorpel im Vergleich zur Immobilisation oder durch freie Aktivität im Käfig schneller heilte. Dadurch konnte sich die Gewebsheilung mit besserer Ausrichtung der Cross-Links und eine verbesserte Beweglichkeit wiederhergestellt werden (11). Coutts et al. (12) verwendete die CPM erstmals nach Knieendoprothesen. Ihre Erkenntnisse basierten auf Salters Forschung (12).

Die Physiotherapeutische Relevanz bezieht sich auf die Behandlung in der Bewegungsschiene, die im Grunde regelmäßig verwendet wird, um die Gelenkbeweglichkeit zu verbessern. Durch die langsamen passiven Bewegungen soll es zur Reetablierung der Gleitschichten kommen, z.B. zwischen Kapsel und Gelenk. (13) Die Motorschiene hat sich im postoperativen physiotherapeutischen Bereich durchaus bewährt. Durch die mehrmals wiederholten Anwendungszyklen, ist es möglich, intensive Mobilisationsübungen durchzuführen ohne die Patientin, den Patienten ständig durch eine Physiotherapeutin oder einen Physiotherapeuten zu kontrollieren. Die Patientin oder der Patient kann die Schiene nach Einschulung selbstständig und eigenverantwortlich anwenden. (14)

Die Bewegungsschiene mit ihrer passiven Mobilisation sollte somit in den ersten Tagen postoperativ konsequent angewendet werden. Abhängig von der Schmerzausprägung und der Funktionsfähigkeit des Kniegelenks sollte ab der zweiten bis vierten Woche postoperativ die Bewegung auf dem Ergometer fortgeführt werden. (15)

Fallvorstellung

Die Patientin ist weiblich und 73 Jahre alt. Sie litt seit vier Jahren an Gonarthrose mit fortschreitenden Beschwerden. Zu Beginn der Erkrankung waren die Schmerzen nur belastungsabhängig v.a. beim Bergabgehen, diese haben sich allerdings bis kurz vor der OP auch in Ruhe und in der Nacht drastisch erhöhten. Die VAS¹ kurz vor der OP beschrieb die Patientin mit 6-7. Die Patientin hatte im linken Knie 1995 bereits eine Meniskus OP. Ihr Heilungsverlauf wurde vom ersten postoperativen Tag bis zum Tag ihrer stationären Entlassung genau dokumentiert.

Ihre ärztliche Diagnose lautete „Zustand nach Knie-TEP links nach Gonarthrose“. Sie wurde im März in der Univ.-Klinik Innsbruck operiert. Die Verordnung des Chirurgen lautete Bewegungstherapie, Gangschule, CPM mit 0/0/40° und ab dem dritten, postoperativen Tag auch Lymphdrainage.

Die Patientin war am ersten postoperativen Tag durch den Schmerzkatheter schmerzfrei. Am ersten Tag wurde sofort mit der physiotherapeutischen passiven Bewegungstherapie und mit der Bewegung in der CPM-Schiene mit 40° Flexion begonnen. Die aktive Flexion betrug bereits 70°, was vermutlich durch den Schmerzkatheter ermöglicht wurde. Am ersten postoperativen Tag verwendete die Patientin die Schiene für eine Stunde. Die Patientin machte ihre ersten Schritte mittels Gehbock, allerdings musste der Vorgang nach drei Schritten aufgrund der schlechten Kreislaufsituation abgebrochen werden.

Die VAS stieg am zweiten postoperativen Tag auf 6-7 an. Trotz der Schmerzen war eine aktive Flexion von 50° möglich. Ab dem zweiten postoperativen Tag wurde die Verwendung der CPM-Schiene auf vier Stunden täglich mit dazwischenliegenden Pausen erhöht. Die Patientin kam trotz der relativ hohen Schmerzen gut mit der Bewegungsschiene zurecht und war motiviert, die vier Stunden durchzuhalten. Nach längerer Zeit in der Schiene verbesserte sich auch die Schmerzsituation merklich und die Flexion der Schiene konnte auf 50° erhöht werden. Die Patientin machte an diesem Tag ihre ersten selbstständigen Schritte mittels Gehbock. Dabei war sie kreislaufstabil.

Am dritten postoperativen Tag verschlimmerte sich die Schmerzsituation vor allem bei Belastung drastisch und die VAS stieg sogar bis auf 8 an. Sie erhielt zusätzlich

¹ Visuelle Analogskala, gemessen von 0-10, wobei 0 schmerzfrei ist und 10 den stärksten vorstellbaren Schmerz darstellt.

Lymphdrainagen, um das entstandene Ödem zu reduzieren und die Flexion der Schiene wurde wieder auf 40° herabgesetzt. Ebenfalls wurde die Zeit in der Schiene verkürzt. Die Patientin konnte selbstständig aufstehen und ein paar Schritte mit Vollbelastung und zwei Unterarmgehstützen gehen, das allerdings wegen der hohen Schmerzen abgebrochen wurde.

Am vierten postoperativen Tag verbesserte sich die Schmerzsituation und die VAS verringerte sich auffällig auf 3-4. Das Ödem hatte sich ebenfalls stark reduziert. Die CPM-Schiene wurde nun wieder vier Stunden täglich mit Pausen und einer Flexion von 65° verwendet. Zusätzlich wurde das Gehen mit zwei Unterarmgehstützen im Vier-Punkt-Gang beübt.

Die Schmerzsituation und Flexion im Knie verbesserten sich von Tag zu Tag, sodass ab dem fünften, postoperativen Tag die CMP-Schiene auf 70° und ab dem sechsten, postoperativen Tag auf 75° erhöht werden konnte. Ab dem fünften Tag stand die Patientin selbstständig auf und übte den Vier-Punkt-Gang mit zwei Unterarmgehstützen und erlernte am sechsten Tag das Treppensteigen. Ab diesem Zeitpunkt war die Patientin selbstständig und wurde am siebten, postoperativen Tag nach Hochzirl entlassen. Sie wird auch weiterhin die Bewegungsschiene täglich verwenden. Die VAS konnte auf 1-2 reduziert und die aktive Flexion auf 75° gesteigert werden. Die passive Flexion konnte zu diesem Zeitpunkt noch nicht getestet werden.

Diskussion

Die vorgestellte Patientin erhielt die Anwendung mit der CPM täglich für ca. vier Stunden und zusätzlich herkömmliche Physiotherapie und konnte ihre aktive und passive Flexion wesentlich verbessern. Ob die Flexionserweiterung an der Motorschiene lag, an der herkömmlichen Physiotherapie oder an der Kombination beider Therapieformen, kann nur erahnt werden. In den gesichteten Studien war nur die Studie von Bennett et al. (1) signifikant aussagekräftig und annähernd vergleichbar zur vorgestellten Patientin.

Nach Prüfung der gesichteten Literatur (1, 10, 16, 17) zur Anwendung der Motorschiene mit Physiotherapie ist zu belegen, dass eine Verbesserung der Flexion im Kniegelenk gegebenenfalls in unterschiedlicher Ausprägung erreicht werden kann. Bei den Studien von Denis et al. (16) und Bruun-Olsen et al. (17)

wurde die CPM-Behandlung mit herkömmlicher Physiotherapie kombiniert, und einer Vergleichsgruppe mit ausschließlich herkömmlicher Physiotherapie entgegengestellt. In beiden Studien wurde keine signifikante Verbesserung der Flexion im Kniegelenk festgestellt. Die Studie von Lenssen et al. (10) wurde ähnlich aufgebaut, allerdings konnte eine nicht-signifikante Verbesserung der Knieflexion von 5° in der CPM Gruppe nach 17 Tagen nachgewiesen werden. Nachfolgend (sechs Wochen und drei Monate) konnte kein Unterschied mehr festgestellt werden. Bennett et al. (1) verglich drei Gruppen für fünf Tage miteinander. Eine Gruppe mit Standard CPM (zweimal täglich für drei Stunden mit 40° Flexion), eine Gruppe mit frühmobilisierender CPM (zweimal täglich für drei Stunden mit bis zu 90° Flexion und maximaler Extension) und eine Kontrollgruppe ohne CPM bei einer Rehabilitation nach einer Knie-TEP Operation. Alle drei Gruppen erhielten zusätzlich Physiotherapie. Dabei wurde ein statistisch signifikanter Unterschied am fünften Tag in der frühmobilisierenden CPM Gruppe bei aktiver und passiver Knieflexion beobachtet. Nachfolgend (drei Monate und ein Jahr) war kein signifikanter Unterschied mehr zu erkennen. In diesem Fall konnte belegt werden, dass die CPM in der Frühphase erfolgreich ist, jedoch nur kurzfristig eine Verbesserung erwirkt.

Kurz zu erwähnen ist, dass in älteren Studien (11, 12) die CPM mit totaler Immobilität verglichen wurde und hier durchaus signifikante Funktionsverbesserungen erreicht wurden. Bei isolierter CPM-Behandlung zeigten die Probandinnen und Probanden oft verbleibende Streckdefizite, weshalb die Notwendigkeit einer aktiven Physiotherapie empfohlen wird. Deshalb ist anzuführen, dass eine aktive Flexionserweiterung bei reiner Anwendung der CPM vorwiegend in den Studien nachgewiesen werden konnte, in der eine der Testgruppen ohne jegliche Therapie versorgt wurde, also immobil geblieben ist, was ethisch nur schwer vertretbar ist. (11, 12)

Die vorgestellte Patientin in dieser Case Study erhielt CPM und Physiotherapie und hat mit Sicherheit von beiden Anwendungen profitiert. Sie hat in Eigenverantwortung das Pflegepersonal instruiert, ihr die Schiene regelmäßig anzulegen, damit sie ihre vierstündige CPM-Therapie umsetzen konnte.

Die Motorschiene ist eine gute Möglichkeit, im klinischen Alltag die physiotherapeutische Therapie zu erweitern (14). In der Regel hat die Physiotherapeutin, der Physiotherapeut nur wenig Zeit, sich um jede einzelne Patientin bzw. jeden einzelnen Patienten ausgiebig zu kümmern, weswegen die

CPM zusätzliche passive Bewegung bietet. Selbstverständlich schließt dies keine individuell auf die Patientin oder den Patienten abgestimmte Behandlung der Physiotherapeutin bzw. des Physiotherapeuten aus oder könnte diese sogar ersetzen. Im klinischen Alltag kann und darf die Bewegungsschiene nicht nur von der Physiotherapeutin, vom Physiotherapeuten sondern auch vom Pflegepersonal angelegt werden. Diese sollten jedoch vom Physiotherapieteam eingeschult werden. Es ist wichtig, auf die richtige Lagerung des Beines in der Schiene zu achten und genügend Lagerungsmaterial anzubringen, um Druckstellen und übermäßige Reibung zu vermeiden.

Bei Patientinnen und Patienten, deren Motivation aktiv mitzuarbeiten begrenzt ist, erscheint die Bewegungsschiene (CPM) sehr sinnvoll (2). Die mehrmals tägliche Anwendung verleiht diesen Patientinnen und Patienten das Gefühl intensiv trainiert zu haben, was selbstverständlich eine positive Auswirkung auf die Patientenzufriedenheit hat und somit auch dem Heilungsprozess entgegenkommt (2). Die Bewegungsschiene kann durchaus auch angelegt werden, wenn sich die Patientin bzw. der Patient nicht aktiv bewegen möchte. Ganz besonders in solchen Fällen ist die CPM eine gute Möglichkeit, die Flexionsparameter zu erweitern. Die Patientin in dieser Case Study wies eine sehr gute Compliance auf und durfte deshalb selbst die Entscheidung treffen, wann und wie oft sie die Schiene nutzen wollte. Ihr wurde lediglich nahegelegt, dass sie die Schiene vier Stunden täglich benutzen sollte, wenn möglich gleichmäßig über den Tag verteilt. Ebenfalls wurde sie instruiert, sich nach der Anwendung auszuruhen und zu regenerieren.

Infolge der Ergebnisse der Studien, kann die Fragestellung, ob die Flexion im Kniegelenk durch Frühmobilisation und die Verwendung einer CPM Bewegungsschiene wesentlich verbessert werden kann, nur teilweise positiv beantwortet werden. Die Fragestellung, ob die CPM eine positive Wirkung auf die Compliance bei unkooperativen Patienten hat, kann durchaus mit Ja beantwortet werden.

Die gesichtete Literatur (1, 2, 10, 11, 12, 16, 17) weist auf, dass seit dem Beginn der Benützung der CPM bis zum heutigen Tage nur teilweise eine Veränderung in der Erweiterung der Flexionsparameter stattgefunden hat. Die Ergebnisse sind je nach Studienaufbau signifikant (1, 11, 12) oder nicht signifikant (10, 16, 17). Es zeichnet sich allerdings ein Trend in Richtung Flexionserweiterung bei Patientinnen und Patienten mit schlechter Compliance ab sowie bei einer frühen, postoperativen

täglichen Anwendung, basierend auf einem täglichen, dreistündigen Mindestmaß an Therapie. Es bedarf deswegen weiterer Forschung um herauszufinden, welche Art der kombinierten Therapie für Patientinnen und Patienten nach Knie-TEP Operationen tatsächlich von Vorteil ist. An der Therapieform selbst wird sich weder in der passiven Benützung der CPM, noch in der Flexion des Kniegelenks selbst irgendetwas ändern. In zukünftigen Studien sollte die Anwendungsdauer der CPM und die Physiotherapie dementsprechend standardisiert werden um ein aussagekräftiges Ergebnis erzielen zu können.

Literaturverzeichnis

1. Bennett Lisa A., Brearlex Sara C., Hart John A.L., Bailey Michael J. A comparison of 2 continuous passive motion protocols after total knee arthroplasty. *Journal of Arthroplasty* 2005; 20:225-233.
2. Pietsch Martin, Hofmann Siegfried. Schmerztherapie, Anästhesie und Physiotherapie bei der minimal-invasiven Knieendoprothetik. *Der Orthopäde* 2007; 12:1149-1156.
3. Hüter-Becker Antje, Dölken Mechthild. *Physiotherapie in der Orthopädie* (2. Auflage). Stuttgart: Thieme; 2009.
4. Statistik Austria. *Jahrbuch der Gesundheitsstatistik 2010*. Wien: 2011. [zuletzt geprüft am 08. Juni 2013] Verfügbar unter: URL:
http://www.statistik.at/web_de/statistiken/gesundheit/stationaere_aufenthalte/medizinische_leistungen/index.html
5. Knutson Kaj; Robertsson Otto. The Swedish Knee Arthroplasty Register (www.knee.se). *Acta Orthopaedica* 2010; 81: 5-7.
6. Statistik Austria. *Anzahl der unterschiedlichen medizinischen Einzelleistungen bei Spitalsentlassung 2011*. Wien: 2012. [zuletzt geprüft am 08. Juni 2013] Verfügbar unter: URL:
http://www.statistik.at/web_de/statistiken/gesundheit/stationaere_aufenthalte/medizinische_leistungen/index.html.
7. Kirschner Stephan, Lützner Jörg. Primäre Endoprothetik am Kniegelenk. *Orthopädie und Unfallchirurgie up2date* 2008; 3: 177-194.
8. Burchardi Hilmar, Larson Reinhard, Marx Gernot, Muhl Elke, Schölmerich Jürgen. *Die Intensivmedizin* (11. Auflage). Heidelberg: Springer; 2011.

9. Spitzenverband der Krankenkassen. Bekanntmachung des Spitzenverbandes Bund der Krankenkassen, Fortschreibung der Produktgruppe 32 "Therapeutische Bewegungsgeräte" des Hilfsmittelverzeichnisses nach § 139 SGB V vom 27.04.2012. 2012. [zuletzt geprüft am 08. Juni 2013] Verfügbar unter: URL: http://www.gkv-spitzenverband.de/media/dokumente/krankenversicherung_1/hilfsmittel/fortschreibungen_aktuell/Hilfsmittel_Fortschreibung_PG_32_07-2012l.pdf.
10. Lenssen Ton A.F., Van Steyn Mike J.A., Crijns Yvonne H.F., Waltjé Eddie M.H., Roox George M., Geesink Ruud J.T., Van den Brandt Piet A., De Bie Rob A. Effectiveness of prolonged use of continuous passive motion (CPM) as an adjunct to physiotherapy, after total knee arthroplasty. BMC Musculoskeletal Disorders 2008; 1-11.
11. Salter Robert B., Simmonds David F., Malcom Barry W., Rumble Edward J., MacMichael Douglas, Clements Nigel D., The biological effect of continuous passive motion on the healing of full-thickness defects in articular cartilage: an experimental investigation in the rabbit, The Journal of Bone and Joint Surgery, Incorporated 1980:1249-1250.
12. Coutts Richard D., Toth C.* , Kaita J.* H. The role of continuous passive motion in the rehabilitation of the total knee patient. In TKA: a comprehensive approach Edited by: DS HU. Williams & Wilkins 1984:126-132.
13. Rupp Stefan, Wydra Georg. Anschlussheilbehandlung nach Knie totalendoprothesenimplantation. Der Orthopäde 2012; 2:126-135.
14. Theiler Robert, Schmid Corinne, Risler Robin, Moser Lutz. Postoperative Physiotherapie im Akutbereich – wann, welche und wieviel?. Der Orthopäde 2007; 6:552-559.
15. Heisel Jürgen. Rehabilitation nach endoprothetischem Ersatz von Hüfte und Knie. Der Orthopäde 2008; 12:1217-1232.

* Trotz intensiver Recherche konnten die Vornamen der Autoren nicht ermittelt werden.

16. Denis Madeleine, Moffet Hélène, Caron France, Ouellet Denise, Paquet Julien, Nolet Lucie. Effectiveness of Continuous Passive Motion and Conventional Physical Therapy After Total Knee Arthroplasty. *Physical Therapy* 2006; 86:174-185.

17. Bruun-Olsen Vigdis, Heiberg Kristi E., Mengshoel Anne M. Continuous passive motion as an adjunct to active exercises in early rehabilitation following total knee arthroplasty – a randomised controlled trial. *Disability and Rehabilitation* 2009; 31:277-283.