

# Aplikace kolenní motodlahy po totální endoprotéze Ovlivňuje rychlost dlahy terapeutický efekt?

Prouza O.<sup>1</sup>, Jelen K.<sup>1</sup>, Lopot F.<sup>1</sup>, Kubový P.<sup>1</sup>, Tomšovský L.<sup>1</sup>, Pánek D.<sup>2</sup>, Pavlů D.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Univerzita Karlova, Fakulta tělesné výchovy a sportu, Katedra anatomie a biomechaniky, Praha

<sup>2</sup>Univerzita Karlova, Fakulta tělesné výchovy a sportu, Katedra fyzioterapie, Praha

## SOUHRN

**Úvod:** Terapie motodlahou (CPM) je metodou volby zvláště po implantování totální endoprotézy u kolenního nebo kyčelního kloubu. Jde o aplikaci kontinuálního pasivního pohybu na postiženou končetinu.

**Cíl studie:** Ověření vlivu rychlosti motodlahy na terapeutický efekt. Zejména na rozsah pohybu v kloubu a subjektivní vnímání klidové bolesti.

**Metody:** Terapie byla provedena u 50 náhodně vybraných pacientů po artroplastice kolenního kloubu formou endoprotézy. Pacienti absolvovali 10 terapií, 5x týdně, 20 minut dle předpisu lékaře. 26 pacientů absolvovalo terapii na motodlaze od firmy BTL, 24 pacientů na motodlaze od konkurenční firmy. K určení rozsahu pohybu byla použita metoda SFTR. K určení

analgetického efektu byla použita kombinace Visual Analog Scale (VAS) a Verbal Numerical Rating Scale (VNRS).

**Výsledky:** Zvýšení rozsahu pohybu a snížení bolesti bylo signifikantní u obou skupin pacientů. Většího rozsahu pohybu (v průměru o 20 %) a snížení bolesti (v průměru o 15 %) dosahovali pacienti s motodlahou BTL, 2 pacienti byli ze studie vyřazeni.

**Závěr:** Prokázali jsme pozitivní vliv vyšší rychlosti motodlahy na zvýšení rozsahu pohybu v kolenním kloubu a na snížení bolesti.

## KLÍČOVÁ SLOVA:

CPM, pasivní pohyb, rozsah pohybu, kolenní kloub

## SUMMARY

**Prouza O., Jelen K., Lopot F., Kubový P., Tomšovský L., Pánek D., Pavlů D.: Application of Knee Motor-Splint after Artificial Joint: Does CMP Speed Influence Therapeutic Effect?**

**Background:** Continuous passive motion (CPM) therapy is the method of choice especially after implantation of total knee or hip joint replacement. It is the application of continuous passive motion on the affected limb.

**Objective:** Verification of the CPM device velocity for therapeutic effect. Particular range of motion and subjective perception of pain (at rest).

**Methods:** The therapy was performed with 50 randomly selected patients following arthroplasty of the knee joint in the form of prosthesis. Patients had 10 therapies, 5 times per week, 20 minutes according to the doctor's prescription. 26 patients completed

therapy on BTL device, 24 on competitive device. To determine the range of motion we used SFTR method. We used the combination of the Visual Analog Scale (VAS) and the Verbal Numerical Rating Scale (VNRS) to determine the analgesic effect.

**Results:** Increased range of motion and pain reduction was significant in both groups. A greater range of motion (on average 20%) and pain reduction (average 15%) patients reached with BTL device, 2 patients were excluded from the study.

**Conclusion:** We have demonstrated the positive impact of CPM speed to increase range of motion in the knee joint and reduce pain.

## KEYWORDS

CPM, passive motion, range of motion, knee joint

*Rehabil. fyz. Lék., 23, 2016, č. 2, s. 107–112*

### ÚVOD

Terapie motodlahou, po celém světě známá jako continuous passive motion (CPM), se využívá v terapii dolních i horních končetin. Nejčastější indikací jsou stavy po artroplastice velkých kloubů endoprotézou a plastice zkřížených vazů kolenního kloubu. Pro potřeby této studie se soustředíme pouze na stavy po artroplastice kolenního kloubu totální endoprotézou. Přihlédneme-li k tomu, že omezení rozsahu pohybu je zásadní komplikací po operaci a často i podmínkou propuštění, je na místě hledat možnosti urychlení jeho obnovení. Dosud nebyla publikována studie věnující se vlivu rychlosti různých motodlah (myšleno různých výrobců) na výsledek terapie. Stanovili jsme si pracovní hypotézu, že vyšší rychlost pohybu dlahy bude mít lepší terapeutické výsledky než rychlost pomalejší. Několik studií se věnuje finančnímu efektu použití motodlahy (4, 16), vlivu na metabolismus chondrocytů (18, 22), srovnávání klasické fyzioterapie s a bez použití motodlahy (11, 12, 25). Objevují se systematická review (3, 7, 17) o efektivitě použití dlahy a další.

### VYUŽITÍ V MEDICÍNĚ

Od 70. let minulého století se začal zkoumat biologický efekt CPM na kloubní chrupavku (22, 23). Na vývoji první kolenní motodlahy určené pro člověka se v r. 1978 podílel i Robert Bruce Salter (21), slavný kanadský profesor a ortoped. Terapie motodlahou se poté stala nedílnou součástí především ortopedických oddělení a oddělení léčebné rehabilitace. Jak už bylo napsáno výše, velmi častou indikací jsou stavy po artroplastice kolenního kloubu totální endoprotézou. Např. Bennet s kolegy zkoumali různá nastavení motodlahy a vliv na rozsah flexe kolenního kloubu (2). Další studie pojednává o zvýšení rozsahu pohybu a snížení bolesti (8). Z jiných indikací stojí za zmínku studie věnující se efektům CPM po operaci předního zkříženého vazů plastikou - použitím štěpu z patelárního vazů (13, 14). Zajímavý článek o zařazení motodlahy do terapie po ortopedických operacích předkládají Faso a Stills (6). Ze statistik OECD (20) vyplývá, že za rok 2012 bylo provedena výměna kolenního nebo kyčelního kloubu u 1 000 000 obyvatel EU. Téměř 154 000 náhrad kolenního nebo kyčelního kloubu za rok 2011 v Německu (26), v Kanadě téměř 50 000 kolenních náhrad a téměř 60 000 kyčelních náhrad (5). Tato čísla se rok od roku zvyšují a i vzhledem k demografickému vývoji v budoucnosti lze předpokládat, že se pooperační rehabilitace motodlahou rozšíří.

### VLIV PASIVNÍHO POHYBU NA SNÍŽENÍ BOLESTI A NÁSLEDNÉ ZVÝŠENÍ ROZSAHU POHYBU

Vjemy registrované především volnými nervovými zakončeními, které jsou difúzně rozloženy v kůži

celého těla, jsou přenášeny prostřednictvím nemylinizovaných C vláken do zadních míšních rohů. Zde jsou na interneuronech připojeny do tzv. spinothalamických drah, které vedou bolestivou informaci do oblasti thalamických jader mozku. Tento uvedený postup je však ideální, protože již na úrovni zadních míšních rohů je patrný kompetitivní vztah mezi nejen nociceptivní informací, ale veškerou somatosenzitivní informací z ostatních extero-, propio- a interoreceptorů. Řada informací z těchto dalších receptorů je vedena myelinizovanými vlákny, které mohou dorazit do oblasti zadních míšních rohů dříve než nociceptivní informace, a tím zabránit jejímu vstupu do CNS. A pokud informace není vpuštěna, není dále hodnocena. Tento mechanismus byl popsán tzv. vrátkovou teorií, která vysvětluje útlum bolesti právě kompetitivním vztahem na úrovni míšní a thalamické, kde vstupují do procesu řízení i vztahy emocionální (10).

Z výše uvedeného pohledu je patrné, že zvýšený aferentní tok informací v průběhu pohybu bude snižovat množství bolestivých podnětů již na míšní úrovni (10).

### METODA

#### Metodický princip

K terapii byly použity dvě kolenní motodlahy od různých výrobců (BTL-CPMotion K PRO, výrobce BTL Industries Ltd. a Artromot K1, Ormed). Efektivita léčby těmito přístroji byla zjišťována v Nemocnici Mělník na rehabilitačním lůžkovém oddělení. Nemocnice Mělník je akreditována jako vzdělávací pracoviště Ministerstva zdravotnictví ČR v oboru Rehabilitační a fyzikální medicína. Spolupracuje také s Klinikou léčebné rehabilitace FNKV a s Rehabilitační klinikou Nemocnice Motol.

#### Experimentální skupina

Studie byla prováděna od 1. 10. 2015 do 30. 10. 2015 na náhodně vybraných pacientech po artroplastice kolenního kloubu totální endoprotézou. Pacienti byli náhodně rozděleni do dvou skupin, z nichž jedna byla léčena přístrojem BTL-CPMotion K PRO (dále skupina 1) a druhá přístrojem Artromot K1 (dále skupina 2). Účinek jsme nesrovnávali s kontrolní skupinou léčenou placebem nebo jiným typem fyzikální léčby. Před samotnou terapií jsme důkladně odebrali anamnézu se zřetelem na kontraindikace a pečlivě provedli vstupní klinické vyšetření dle standardu kliniky. Vstupní kritéria byla stanovena takto: věk více jak 50 let, diagnostikována Gonartróza IV. typu RTG klasifikace dle Lawrence-Kellgrena, bezinfekčnost, dobrovolný souhlas. Během 1 měsíce bylo testováno celkem 50

pacientů (32 žen/18 mužů). Průměrný věk žen byl 68 let (+6/-14), průměrný věk mužů 68 let (+7/-8). Výstupní kritérium bylo stanovena na 10 absolvovaných terapií. Výstupní kritérium nesplnili 2 pacienti (1 žena/1 muž). Byli ze studie vyřazeni. Pacienti průměrně absolvovali 5 terapií týdně po 20 minutách. Neabsolvovali jinou fyzikální terapii. Testování probíhalo v různých místnostech s konstantní teplotou 22° +/- 1°.

#### Technika měření

Motodlaha byla instalována do pacientovy postele nebo na terapeutické lehátko v závislosti na tom, kde terapie probíhala. K hodnocení rozsahu pohybu v kloubu byl použit goniometr a metoda SFTR před a po každé terapii. Pro aktivní a pasivní pohyb bylo měření prováděno vleže na břiše, abychom vyloučili souhryb pánve a kyčelního kloubu. K hodnocení škály bolesti byl využit VAS (Visual Analog Scale) v kombinaci s VNRS (Verbal Numerical Rating Scale) před a po každé terapii. Záznam SFTR, VAS i VNRS jsou součástí protokolu pacienta, který obsahuje údaje o věku, pohlaví, diagnóze a záznam jednotlivých terapií.

#### Sběr dat

Rozsah pohybu byl zaznamenán metodou SFTR do protokolu pacienta. Bolest byla hodnocena na základě subjektivního sdělení pacientů před každou terapií. Hodnoty byly zaznamenávány do protokolu pacienta.

#### Analýza dat

Analýza byla prováděna na základě výpočtu průměrné a střední hodnoty jednotlivých souborů dat. Rozsah pohybu v kloubu byl rozdělen na hodnoty aktivní a pasivní. Byl sledován celkový nárůst rozsahu pohybu po všech terapiích i po jednotlivých. Kromě výše zmíněných hodnot bolesti byl sledován také její průměrný pokles, průměrný počet provedených terapií a celkový pokles bolesti na celém vzorku pacientů.

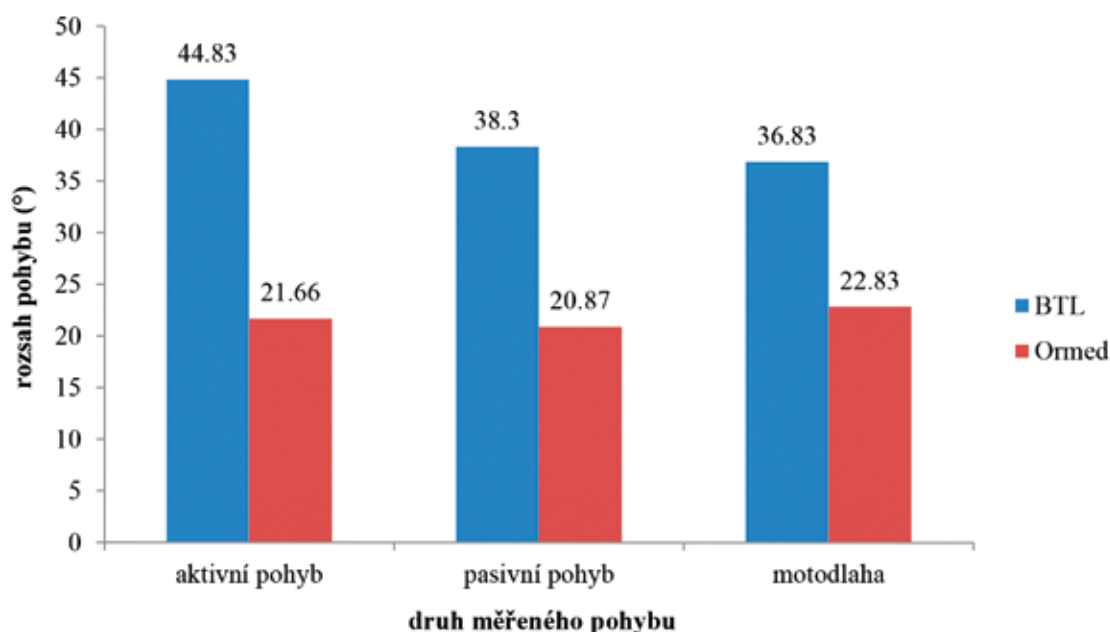
#### VÝSLEDKY

Celkem bylo provedeno 490 terapií na 50 pacientech. Po vyloučení 2 pacientů, kteří absolvovali méně jak 10 návštěv, byl počet terapií zredukován na 480.

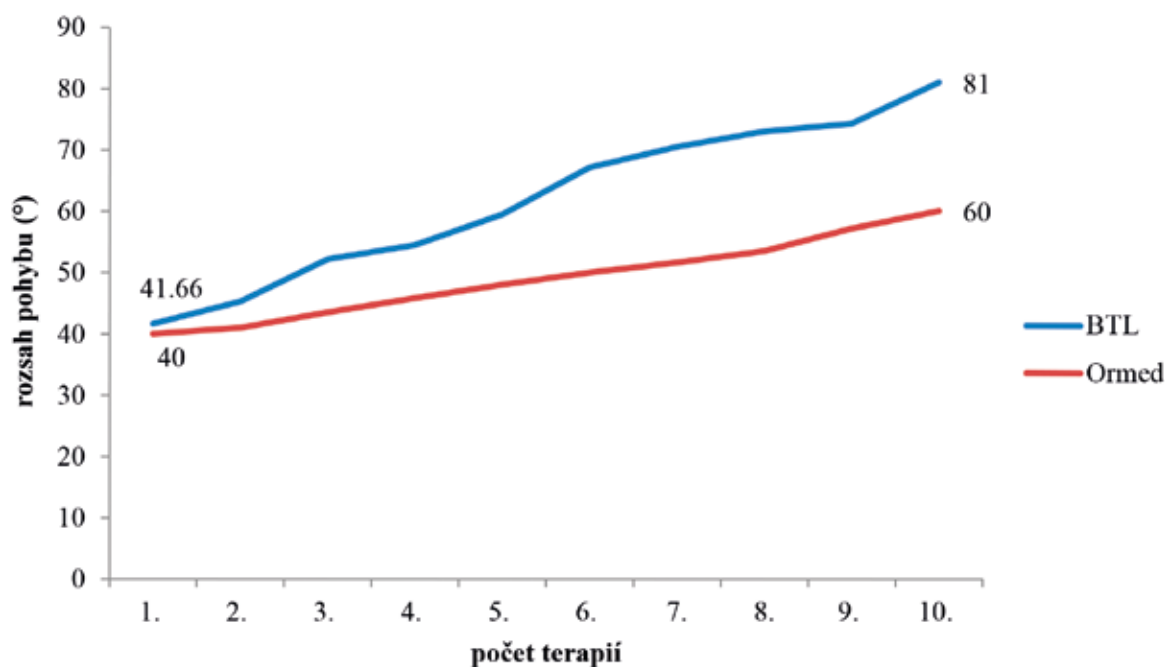
Variační rozpětí mezi minimální a maximální hodnotou aktivního rozsahu pohybu do flexe v kolenním kloubu před první a po poslední terapii bylo pro skupinu 1 průměrně 44,83° a pro skupinu 2 průměrně 21,66° (graf 1, graf 2).

Variační rozpětí mezi minimální a maximální hodnotou pasivního rozsahu pohybu do flexe v kolenním kloubu před první a po poslední terapii bylo pro skupinu 1 průměrně 38,30° a pro skupinu 2 průměrně 20,87° (graf 1).

Variační rozpětí mezi minimální a maximální hodnotou nastavenou na dlaze pro pohyb do flexe v kolenním kloubu před první a po poslední terapii bylo pro skupinu 1 průměrně 36,83° a pro skupinu 2 průměrně 22,83° (graf 1).



**Graf 1** Variační rozpětí zvýšení rozsahu pohybu do flexe (°) v kolenním kloubu od první po poslední terapii. Na ose x jednotlivé druhy měřených pohybů, na ose y rozsah pohybu (°). Nad jednotlivými sloupci jsou průměrné hodnoty aktivního, pasivního rozsahu pohybu a průměrné hodnoty nastavované na motodlaze.



**Graf 2** Průměrné zvýšení aktivního rozsahu pohybu do flexe v kolenním kloubu za 10 terapií. Na ose x počet terapií. Na ose y rozsah pohybu ve (°).

Variační rozpětí mezi maximální hodnotou bolesti před první a minimální hodnotou po poslední terapii byl pro skupinu 1 průměrně 4,66 a pro skupinu 2 průměrně 3,33 (graf 3).

Celkový průměr bolesti před první terapií byl pro obě skupiny byl 5,92 (medián 5), celkový procentuální průměr poklesu bolesti po poslední terapii byl pro skupinu 1 77,50 % a pro skupinu 2 62,5 % (tab. 1). U žádného z pacientů se bolest nezhoršila. Kromě poklesu bolesti a zvýšení rozsahu pohybu jsme pozorovali i ústup otoku a zlepšení posunlivosti jizvy.

## DISKUSE

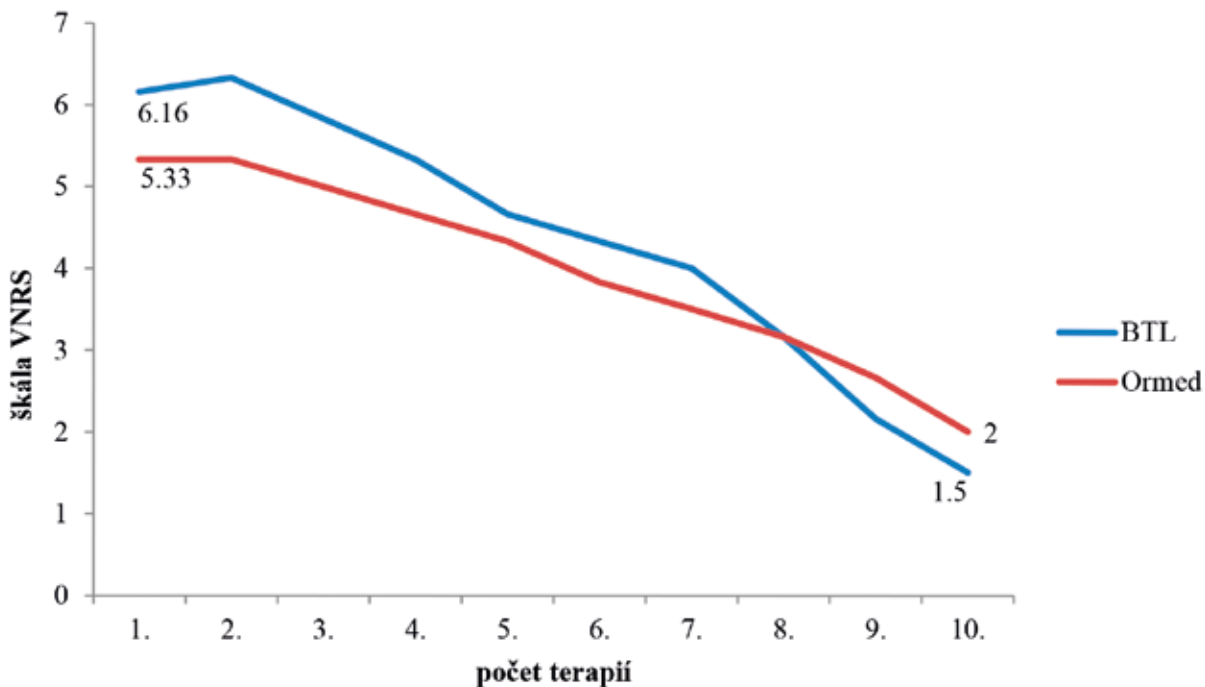
Touto pilotní studií, srovnávající vliv rychlosti motodlahy na zvýšení rozsahu pohybu a snížení bolesti v kratším čase, jsme si potvrdili naši pracovní hypotézu. Zlepšení rozsahu pohybu i analgetický efekt byly zaznamenány u většiny pacientů. V průběhu léčby, která trvala 2 týdny, docházelo k vzrůstu aktivního i pasivního rozsahu

pohybu a k lineárnímu poklesu bolesti u všech pacientů.

U obou skupin byla rychlost dlahy nastavena na maximum. Pro skupinu 1 380°/min., pro skupinu 2 210°/min. Ve studii Johnsona a Eastwooda (11) pracovali s dlahou o maximální rychlosti 155°/min. Na rozdíl od naší studie však neřešili nastavení rychlosti dlahy a čas terapie se lišil od našeho standardu. Prokázali pozitivní účinek terapie motodlahou oproti imobilizaci. Vliv rychlosti motodlahy na terapeutický efekt je také zkoumán týmem z Fakulty tělesné výchovy a sportu. Z pre-testování u 28 zdravých jedinců (věk 22-24 let) vyplývá, že nejvyšší rychlost (v rámci studie 525°/min.) je vnímána u všech testovaných jako subjektivně nejpříjemnější. Testovaná rychlost je přibližně o 27 % vyšší než rychlost dlahy u skupiny 1 v naší studii. Nicméně šlo o testování zdravých jedinců. Lze tedy předpokládat, že u skupiny 1 je nejvyšší rychlost plně dostačující. Naopak rychlosti blíží se 200°/min. byly vnímány subjektivně jako nejméně příjemné. Lze tedy předpokládat, že terapeutický efekt bude horší u skupiny 2 pro příliš pomalý pohyb dlahy než u skupiny 1, kdy měla dlahu rychlost vyšší. Toto jsme v této studii potvrdili. Wasilevski (25) srovnával terapii motodlahou s asistovaným aktivním cvičením. Ve výsledku dosahovala skupina léčená motodlahou lepšího rozsahu pohybu do flexe v kolenním kloubu a i v jiných aspektech (bolest, straight leg raising test).

**Tab. 1** Porovnání poklesu bolesti dle VNRS před první a po poslední terapii.

	BTL	ORMED
X ± bolest před první terapií	6,16	5,33
X ± bolest po poslední terapii	1,50	2,00
% pokles bolesti	75,65	62,48



Graf 3 Průměrné snížení bolesti dle VNRS. Na ose x je počet terapií. Na ose y VNRS hodnoty bolesti.

Vlivu rychlosti motodlahy se nevěnoval. V naší studii jsme používali stupně rozsahu pohybu od 0° do 110° v závislosti na předpisu lékaře. Johnson a Eastwood pracovali s rozsahem od 0° do 90°. Beupapré a kol. (1) začínali v rozsahu 0-30 a zvyšovali dle individuální tolerance probandů. Lenssen a kol. (12) popisují ve své studii standard pro propuštění pasivní rozsah 10°-80°. Bennet a kol. (2) začínali s rozsahem od 0° do 40° s postupným navyšováním o 10° denně a porovnávali to se skupinou, které indikovali rozsah od 90° do 50°. McDonald a kol. (15) porovnávali skupinu s nastaveným rozsahem od 0° do 50° a od 70° do 110° se skupinou, která terapii motodlahou neabsolvovala. Chen a kol. (9) nastavovali rozsah od 0 do hodnoty o 10° nižší než byl naměřený pasivní rozsah pohybu při prvním vyšetření. Průměr vstupní hodnoty byl 71°. Výrazné omezení do extenze jsme nezaznamenali a výše uvedené rozsahy z ostatních studií odpovídají více či méně námi aplikovaným rozsahům pohybu. Analgetickému efektu terapie motodlahou z hlediska snížení potřeby léků proti bolesti se věnoval McCarthy (13, 14). Bruun-Olsen zaznamenal pokles bolesti dle VAS před zahájením terapie 52 na 20 po 3 měsících od terapie (4). Jako přídatný účinek jsme zaznamenali snížení otoku. Mechanismus vlivu pasivního pohybu na redukci otoku popisují např. O'Driscoll a Giori (19).

Z dostupných studií nelze určit, co je všeobecným standardem ve smyslu dosaženého rozsahu pohybu

v kolenním kloubu. Důležitá je schopnost samostatné chůze po rovině i do a ze schodů a dalších denních aktivit, jako např. sezení na záchodě a podobně. Častým závěrem komparativních a dalších studií je, že terapie motodlahou nepřináší žádný benefit, ačkoliv jsou výsledky srovnatelné. Z toho však naopak vyplývá, že pokud je použití motodlahy srovnatelné s efektem manuálních technik terapeuta, je to velký přínos v jeho práci, kdy ušetří své fyzické i psychické síly. Pokud přidá terapii motodlahou ke své manuální práci, dosáhne o to lepších výsledků.

### ZÁVĚR

V naší pilotní studii jsme prokázali pozitivní vliv rychlosti motodlahy na efekt léčby po arthroplastice kolenního kloubu formou endoprotézy. Větší rozsah pohybu a snížení bolesti byl zaznamenán u skupiny 1, kdy byla terapie prováděna přístrojem BTL-CPMotion K PRO. S rychlejší motodlahou lze provést více opakování daného pohybu za předepsaný terapeutický čas. Častější opakování pohybu vede k rychlejšímu hojení a k dřívějšímu návratu domů, což má výrazný sociální i ekonomický dopad. Teoreticky je díky vyšší rychlosti přístroje možné ošetřit několikanásobně více pacientů než pomalejším přístrojem. To však musí být potvrzeno dalšími studiemi. Nicméně tato terapie přináší nespornou výhodu v jednoduchosti použití jak pro terapeuta, tak pro pacienta. Je bezpečná. Lze v ní



pokračovat i doma. Nevyžaduje velkou fyzickou aktivitu pacienta. Během studie nebyly pozorovány žádné vedlejší účinky. Pro potvrzení výsledků a dalších efektů je nutné provést další studie.

### LITERATURA

1. **BEAUPRÉ, L. A., DAVIES, D. M., JONES, C. A., CINATS, J. G.:** Exercise combined with continuous passive motion or slider board therapy compared with exercise only: A randomized controlled trial of patients following total knee arthroplasty. *Physical Therapy*, roč. 81, 2001, č. 4, s. 1029-1037.
2. **BENNET, L. A., BREARLEY, S. C., HART, J. A., BAILEY, M. J.:** A comparison of 2 continuous passive motion protocols after knee arthroplasty: a controlled and randomized study. *Journal of Arthroplasty*, roč. 20, 2005, č. 2, s. 225-233.
3. **BROSSEAU, L., MILNE, S., WELLS, G., TIGWELL, P., ROBINSON, V., CASIMIROLO, PELLAND, L., NOEL, M. J., DAVIS, J., DROUIN, H.:** Efficacy of continuous passive motion following total knee arthroplasty: a metaanalysis. *The Journal of Rheumatology*, roč. 31, 2004, č. 11, s. 2251-2264.
4. **BRUUN-OLSEN, V., HEIBERG, K. E., MENGSHOEL, A. M.:** Continuous passive motion as an adjunct to active exercises in early rehabilitation following total knee arthroplasty - a randomized controlled trial. *Disability and Rehabilitation*, roč. 31, 2009, č. 4, s. 277-283.
5. **CIHI. Hip and Knee Replacements in Canada:** Canadian Joint Replacement Registry 2014 Annual Report.
6. **FASO, D., R., STILLS, M.:** Passive mobilization. An Orthotist's Overview. *Clinical Prosthetics & Orthotics*, 1985, č. 9, s. 7-19.
7. **GOSE, J. C.:** Continuous Passive Motion. In *The postoperative treatment of patients with total knee replacement*. *Journal of the American Physical Therapy Association*, 1987, č. 67, s. 39-42.
8. **HARMS, M., ENGSTROM, B.:** Continuous passive motion as an adjunct to treatment. In *The Physiotherapy Management of the Total Knee Arthroplasty Patient*. *Physiotherapy*, 1991, č. 77, s. 301-307.
9. **CHEN, B., ZIMMERMAN, J. R., SOULEN, L., DeLISA, J. A.:** Continuous passive motion after total knee arthroplasty: A prospective study. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*, roč. 79, 2000, č. 4, s. 421-426.
10. **JELEN, K., LOPOT, F., PAVLŮ, D., KUBOVÝ, P., TOMŠOVSKÝ, L.:** Průběžná zpráva z pre-testování rozsahu rychlosti pohybu ramene motodlahy na její fyzioterapeutický důsledek. Praha, 2015.
11. **JOHNSON, D. P., EASTWOOD, D.:** Beneficial effects of continuous passive motion after total condylar knee arthroplasty. *Annals of the Royal College of Surgeons of England*, 1992, č. 74, s. 412-416.
12. **LENSSEN, A. F., DE BIE, R. A., BULSTRA, S., VAN STEYN, M. J.:** A continuous passive motion (CPM). In *Rehabilitation following total knee arthroplasty. A Randomised Controlled Trial*. *Physical Therapy Reviews*, roč. 8, 2003, č. 3, s. 123-129.
13. **MCCARTHY, M. R., YATES C., K., ANDERSON, M. A., YATES, C. K., MCCARTHY, J. L.:** The effects of immediate continuous-passive motion on pain during the inflammatory phase of soft tissue healing following anterior cruciate ligament reconstruction. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 1993, č. 17, s. 96-101.
14. **MCCARTHY, M. R., BUXTON, B. P., YATES, C. K.:** Effects of continuous passive motion on anterior laxity following ACL reconstruction with autogenous patellar tendon grafts. *Journal of Sport Rehabilitation*, 1993, č. 2, s. 171-178.
15. **McDonald, S. J., BOURNE, R. B., RORABECK, C. H., McCALDEN, R. W., KRAMER, J., VAZ, M.:** Prospective randomized clinical trial of continuous passive motion after total knee arthroplasty. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, 2000, č. 380, s. 30-50.
16. **MCINNES, J., LARSO, M. G., DALTRY, L. H., BROWN, T., FOSSEL, A. H., EATON, H. M., SHULMAN-KIRWAN, B., STEINDORF, S., POSS, R., LIANG, M. H.:** A controlled evaluation of continuous passive motion in patients undergoing total knee arthroplasty. *The Journal of the American Medical Association*, roč. 268, 1992, č. 11, s. 1423-1428.
17. **MONTGOMERY, F., ELIASSON, M.:** Continuous passive motion compared to active physical therapy after knee arthroplasty. *Acta Orthop. Scand.*, roč. 1996, č. 1, s. 7-9.
18. **NUGENT-DERFUS, G. E. et al.:** Continuous passive motion applied to whole joints stimulates chondrocyte biosynthesis of prg4. *Osteoarthritis Cartilage*, roč. 15, 2007, č. 5, s. 566-574.
19. **O'DRISCOLL, S. W., GIORI N., J.:** Continuous passive motion (CPM) : Theory and principles of clinical application. *Journal of Rehabilitation Research and Development*, roč. 37, 2000, č. 2, s. 179-188.
20. **OECD. Hip and knee replacement. Health at a Glance: Europe 2012**, s. 86-87.
21. **SALTER, R. B.:** The biologic concept of continuous passive motion of synovial joints. The first 18 years of basic research and its clinical application. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, 1989, č. 242, s. 12-25.
22. **SALTER, R. B., SIMMONDS, D. F., MALCOLM, B. W., RUMBLE, E. J., MACMICHAEL, D., CLEMENTS, N. D.:** The biological effect of continuous passive motion on the healing of full-thickness defects in articular cartilage. *Journal of Bone and Joint Surgery*, 1980, č. 62, s. 1232-1251.
23. **SALTER, R. B., HAMILTON, H. W., WEDGE, J. H., TILE, M., TORODE, I. P., O'DRISCOLL, S. W., MURNAGHAN, J. J., SARINGER, J. H.:** Clinical application of basic research on continuous passive motion for disorders and injuries of synovial joints: a preliminary report of a feasibility study. *Journal of Orthopaedic Research*, roč. 1, 1984, č. 3, s. 325-342.
24. **VERVERELI, P. A., SUTTON, D. C., HEARN, S. L., BOOTH, R. E. J. R., HOZACK, W. J., ROTHMAN, R. R.:** Continuous passive motion after total knee arthroplasty. Analysis of cost and benefits. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, 1995, č. 321, s. 208-215.
25. **WASILEVSKI, S. A., WOODS L. C., TORGERSON, W. R., HEALY, W. L.:** Value of continuous passive motion. In *Total knee arthroplasty*. *Orthopedics*, roč. 13, 1990, č. 3, s. 291-295.
26. **WENGLER, A., NIMPTSCH, U., MANSKY, T.:** Hip and knee replacement in Germany and the USA. Analysis of individual inpatient data from German and US hospitals for the year 2005 to 2011. *Deutsches Arzteblatt International*, roč. 111, č. 23-24, s. 407-416.

Adresa ke korespondenci:

**Mgr. Ondřej Prouza**

Katedra anatomie a biomechaniky  
FTVS UK  
J. Martího 31  
162 52 Praha 6