

# Vliv odlehčující ortézy na dynamické parametry stojné fáze chůze u pacientů s gonartrózou

## Effect of Unloading Knee Brace on Dynamic Parameters of the Stance Phase of Gait in Patients with Knee Osteoarthritis

M. LEHNERTOVÁ<sup>1</sup>, L. SIUDOVÁ<sup>2</sup>, M. JANURA<sup>1</sup>, Z. SVOBODA<sup>1</sup>, J. GALLO<sup>3</sup>, P. KAMÍNEK<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Fakulta tělesné kultury, Univerzita Palackého v Olomouci

<sup>2</sup> Lékařská fakulta, Ostravská univerzita v Ostravě

<sup>3</sup> Ortopedická klinika, Fakultní nemocnice Olomouc

### ABSTRACT

#### PURPOSE OF THE STUDY

Knee joint is the most common place where osteoarthritis may occur. A specific therapy is indicated to patients depending on the degree of disability and other signs. The available methods and their clinical value are regularly assessed in systematic reviews and meta-analysis of clinical studies. The evidence of working mechanism of the specific therapeutic intervention is another important part of evaluating its therapy effect. One of the possibilities of knee osteoarthritis conservative treatment is a functional prophylactic knee brace. This type of knee brace is designed to transfer the load away from the affected part of the knee joint in every step. The main goal of this study was to determine the effect of a prophylactic knee brace on dynamic parameters of the stance phase of gait in patients with knee osteoarthritis.

#### MATERIAL AND METHODS

The research involved twelve subjects with predominantly unilateral medial knee osteoarthritis of grade 2 and 3. Six patients did not complete the study. Therefore, the data of six persons were processed (average age  $68.3 \pm 4.4$  years, average weight  $83 \pm 15.9$  kg, average height  $170.5 \pm 11.7$  cm). There were two piezoelectric Kistler 9286AA force plates used to determine the reaction forces. In total, six attempts were evaluated – three attempts with the knee brace and three attempts without it. Each subject completed three measurements. The first one took place at the beginning of the research, the second one after three months of using the brace, and the last one took place three months after the brace removal. The data processing methods were accustomed. At the beginning and at the end of the study the patients completed the WOMAC questionnaire and determined the level of their pain on the visual analogue scale (VAS).

#### RESULTS

The minimum value ( $p = 0.020$ ) and the second maximum value ( $p = 0.035$ ) of vertical reaction force significantly increased on the unaffected limb after a short-term application of a knee brace. There were significant increases found for walking without a brace in the maximum vertical force in the braking phase on the affected limb ( $p = 0.006$ ) after three months of bracing, followed by similar results in the maximum vertical force in the braking ( $p = 0.001$ ) as well as the propulsion ( $p = 0.035$ ) phase on the unaffected side. Furthermore, we observed a significant extension in the overall duration of the stance phase of gait ( $p = 0.001$ ) on the affected limb. According to the WOMAC and VAS results, three patients experienced subjective conditional improvement, two subjective deterioration and one participant remained unchanged.

#### DISCUSSION

The individualized solutions, i.e. their "adaptation" to a particular type of knee arthrosis in each patient, is the biggest problem in the treatment of knee arthrosis using a prophylactic brace. Our results confirm the usefulness of modern knee orthosis in terms of motion biomechanics. However, it still remains to be proved that it is possible to use the brace for a long time during the active time of the day and that this use brings about a significant relief from troubles, improving the patient's quality of life.

#### CONCLUSIONS

The effect of the orthosis application was reflected in force and time parameters of the vertical and anteroposterior component of the reaction force. The use of a prophylactic knee brace can influence the dynamics of gait. The short-term effect of prophylactic brace use is reflected in an increased load on the unaffected limb. From a long-term point of view, a prolongation of the stance phase in both extremities was observed. However, the positive effect of the knee brace use tended to persist even after the brace removal. There were no significant changes in the subjective assessment of pain, stiffness and function of the knee joint.

**Key words:** osteoarthritis, knee joint, knee brace, walking, dynamic analysis, adduction moment.

## ÚVOD

V populaci nad 65 let trpí obtížemi spojenými s artrózou kolenních a kyčelních kloubů až 40 % populace a vzhledem k demografickému vývoji pacientů s artrózou přibývá (15). Uvádí se, že osteoartróza je nezánnětlivě degenerativní onemocnění vedoucí k destrukci všech kloubních tkání a k biologickým a biomechanickým změnám v kloubu, resp. v sousedních pohybových segmentech. Podle některých autorů je osteoartróza kolena primárně mechanickým onemocněním (5), resp. je nepochybné, že se na rozvoji osteoartrózy váhonosných kloubů podílí zatěžování končetiny. Gonartrózu třídíme podle několika hledisek, přičemž v současnosti stále dominuje morfologický pohled na onemocnění (podle lokalizace, stupně postižení chrupavky, rozvoje kostních změn apod.). Je důležité, uvědomit si, že i na zdravém kloubu přenáší 60 % zatížení dolní končetiny mediální femorotibiální kompartment (20).

Orientaci v léčebných metodách zlepšují doporučené léčebné postupy odborných společností, případně systematická review a meta-analýzy klinických studií. Podle recentního stanoviska OARSI (10) mají biomechanické intervence nízkou úroveň evidence, kritizována je především špatná kvalita studií. Avšak přesto je uznáván dobrý poměr riziko – přínos, který tyto metody nepochybně mají. Významným faktorem je především citlivost indikace. Je rozdíl, jestli odlehčující ortézu aplikujeme u pacienta s víceetážovým postižením anebo s izolovanou mediální osteoartrózou. Důležitou roli hrají také další parametry (a všechny ani neznáme), jako jsou tvar končetiny, komorbidita, body mass index, kognitivní a behaviorální schopnosti pacienta, stejně jako motivace a spolupráce pacienta. V neposlední řadě je nutné zhodnotit, jestli by pacient neprofitoval více z některé „konkurenční“ metody (například osteotomie v oblasti kolena).

Odlehčující ortézy byly navrženy se záměrem usměrňovat při každém došlápnutí distribuci zátěže přes kolenní kloub s konkrétním cílem ulevit nejvíce postiženým částem kloubu, více zatížit méně postižené oblasti, resp. přenést část sil do konstrukce ortézy. Tím by se mělo přispět k úlevě od potíží mechanického původu a ke zlepšení funkční kapacity kloubu. Další potenciálně zajímavý preventivní cíl (zpomalení progresu nemoci) se zatím prokázat nepodařilo. Na toto téma bylo publikováno relativně dost studií, převažují studie hodnotící kinematiku chůze. Méně už je studií zabývajících se dynamikou chůze. Není výjimkou, že se ve výsledcích studií setkáváme s protichůdnými závěry, které jsou zpravidla způsobeny rozdílnou metodikou výzkumu, nebo odlišným typem použité ortézy (6, 7).

Cílem našeho sdělení bylo určit, jaký vliv má odlehčující ortéza na dynamické parametry ve stojné fázi chůze a jak se mohou případné změny v zatížení promítnout do následné péče o tuto skupinu pacientů.

## MATERIÁL A METODIKA

### Charakteristika souboru

Na začátku bylo do výzkumu zařazeno 12 probandů. Z toho 6 osob úspěšně absolvovalo všechna tři měření.

Šest jedinců bylo vyřazeno na základě antropometrických parametrů dolní končetiny nesplňujících rozměry ortézy, neochoty nosit ortézu požadovanou dobu nebo chybného provedení náslapu na silové plošiny během měření.

Průměrný věk probandů (3 ženy a 3 muži) byl  $68,3 \pm 4,4$  let, průměrná hmotnost  $83 \pm 15,9$  kg a průměrná výška  $170,5 \pm 11,7$  cm. U těchto osob byla diagnostikovaná mediální gonartróza středního (2. st.) až pokročilého (3. st.) stupně dle Kellgrena a Lawrence (průměrně 2,6). Dominující bylo postižení mediálního kompartmentu, v pěti případech byl současně postižen femoropatelní kloub a v jednom případě byl rozsah postižení kolena označen jako trikompartmentální. V pěti případech bylo koleno varózní, v jednom případě byla osa hodnocena jako neutrální. Anatomický tibiofemorální úhel byl průměrně  $-2,16^\circ$  ( $-6^\circ$  až  $4^\circ$ ), anatomický tibiometafyzární úhel byl  $86^\circ$  ( $82^\circ$  až  $89^\circ$ ), dorzální sklon plata tibie byl  $5,3^\circ$  ( $-2^\circ$  až  $9^\circ$ ). Všichni jedinci souhlasili s dlouhodobým používáním ortézy a v průběhu výzkumu nebrali při bolestech kolene analgetika ani jim nebyly intraartikulárně aplikovány injekce. Kritériem pro vyloučení byl sporný či těžký stupeň gonartrózy (tj. I. nebo IV. stadium dle Kellgrena-Lawrence), oboustranné postižení, nutnost použití pomůcek při chůzi, větší nebo menší rozměry dolní končetiny, než poskytuje ortéza (obvod stehna  $34,5\text{--}73,5$  cm, obvod lýtky  $25,0\text{--}61,5$  cm).

Všichni probandi byli informováni o účelu a průběhu měření a poskytli informovaný souhlas se zařazením do výzkumu. Výzkum byl schválen Etickou komisí Fakulty tělesné kultury Univerzity Palackého v Olomouci.

### Průběh měření

Výzkum se uskutečnil v období od dubna 2014 do prosince 2015. Měření probíhalo v laboratoři chůze na Ortopedické klinice Fakultní nemocnice v Olomouci ve spolupráci s Fakultou tělesné kultury Univerzity Palackého v Olomouci. Během měření byly v laboratoři zajištěny optimální tepelné podmínky, kvalitní osvětlení, klidné a tiché prostředí a dostatečně velký prostor pro chůzi. Měření se vždy účastnili stejní pracovníci.

U každého probanda byly zaznamenány základní anamnestické a antropometrické údaje a bylo provedeno kineziologické vyšetření aspektů a palpací.

Probandům byly ortotikem-protetikem změřeny rozměry dolních končetin, které byly spolu s dalšími potřebnými informacemi zaznamenány do měrného listu firmy Össur. Následně byla probandům aplikována odlehčující ortéza Unloader One® (Össur, Reykjavík, Island), která je cílená na pacienty s mírnou až těžkou jednostrannou gonartrózou (obr. 1). Představuje neinvazivní variantu léčby, která by měla přinést snížení bolesti, lepší mobilitu uživatelů a tím zvýšení kvality života (13). Tuto ortézu účastníci výzkumu nosili po dobu 3 měsíců během pobytu venku, v práci a při vykonávání sportovních aktivit alespoň 6 až 8 hodin denně.

Pro dotazníkové šetření byl využit Western Ontario and MacMaster Universities Osteoarthritis Index (WOMAC). Dotazník WOMAC má tři části: část A obsahuje 5 otázek na bolest kloubu, část B dvě otázky na ztuhlost kolenních kloubů, část C obsahuje celkem 17 dotazů na



Obr. 1. Kolenní ortéza Unloader One®, upraveno dle [www.ossur.com](http://www.ossur.com) (14).

aktivitu běžného denního života, které mohou být gonartrózou omezeny (12). Dále pacienti určili míru své bolesti na vizuální analogové škále (VAS). Odpovědi na otázky z dotazníku a míra bolesti na VAS byly hodnoceny kategoricky pomocí Likertovy škály.

Pro měření reakční síly byly použity dvě silové piezoelektrické plošiny Kistler (typ 9286AA, Kistler Instrumente AG, Winterthur, Švýcarsko), každá o rozměrech 600 x 400 x 35 mm

a o snímací frekvenci 200 Hz. Plošiny byly umístěny tak, že jejich horní plocha byla na úrovni povrchu, po kterém byla prováděna chůze.

Před každým měřením proběhla slovní instruktáž o provedení chůze a o průběhu měření pomocí silových plošin. Probandi vykonávali chůzi na boso pro ně obvyklým způsobem tak, aby rytmus, délka kroku a rychlost chůze byly co nejpřirozenější. Během každého měření bylo změřeno 6 pokusů – 3 pokusy bez ortézy a 3 pokusy s ortézou. Celkově proběhla u každého jedince tři měření. První při zahájení výzkumu, druhé po třech měsících používání ortézy a třetí tři měsíce po ukončení nošení ortézy. Při každém měření byli probandi měřeni nejdříve bez ortézy a následně s ortézou.

### Měřené parametry

Měřené silové a časové parametry jsou znázorněny na obrázku 2. Parametry získané ze silových plošin byly zpracovány v počítačovém programu MATLAB (verze 7.01, MathWorks, Natick, MA, USA). Velikost silových parametrů byla vztažena k tíhové síle měřených osob a vyjádřena v procentech. Podobně i hodnoty silových impulzů byly normovány s použitím tíhové síly.

### Statistické zpracování dat

Naměřená data byla zpracována a upravena pro statistické vyhodnocení v programu Microsoft Office Excel. Ke statistickému zpracování numerických dat byl použit program Statistica (12.0, StatSoft, Inc., Tulsa, OK, USA). Z naměřených dat byly vypočítány základní statistické charakteristiky. Porovnání hodnot experimentální skupiny mezi jednotlivými měřeními bylo provedeno párovým Wilcoxonovým testem. Pro testování hypotéz byla stanovena hladina statistické významnosti  $\alpha = 0,05$ .

## VÝSLEDKY

### Měření při první aplikaci ortézy

Krátkodobý efekt aplikace ortézy (hodnocení po prvním měření) se projevil na nepostižené končetině. Při chůzi bez ortézy byla doba dosažení maxima vertikální složky reakční síly v akcelerační fázi (t7) delší než při

chůzi s ortézou ( $p = 0,028$ ). Při porovnání silových parametrů jsme zjistili statisticky významný rozdíl ( $p = 0,035$ ) u maximální vertikální síly v akcelerační fázi (F4), která byla při chůzi bez ortézy menší než při chůzi s ortézou. Hodnota minima síly v mezistoji a koncovém stoji (F5) byla významně menší ( $p = 0,020$ ) při chůzi bez ortézy než při chůzi s ortézou.

### Měření po třech měsících nošení ortézy

Po třech měsících ortézování byla při chůzi bez ortézy na postižené končetině velikost vertikální síly v brzdící fázi (F3) vyšší než před první aplikací ortézy ( $p = 0,006$ ). Také na nepostižené končetině byla vertikální síla v brzdící (F3) i akcelerační fázi (F4) po 3 měsících nošení ortézy vyšší ( $p = 0,001$  resp.  $p = 0,035$ ) než před její aplikací. Na nepostižené končetině byla doba dosažení maxima vertikální složky reakční síly v akcelerační fázi (t7) po třech měsících nošení ortézy významně kratší ( $p = 0,025$ ).

### Měření po třech měsících od ukončení nošení ortézy

Tři měsíce po ukončení ortézování jsme na postižené končetině při chůzi bez ortézy zjistili významně delší ( $p = 0,001$ ) dobu trvání stejné fáze chůze než na počátku výzkumu. Doba dosažení maxima anteroposteriorní složky reakční síly v brzdící fázi (t3) byla na postižené končetině významně delší ( $p = 0,022$ ) než před aplikací ortézy. Na postižené končetině se také prodloužila doba trvání brzdící fáze (t1;  $p = 0,018$ ) ve srovnání se stavem před aplikací ortézy.

Při porovnání časových parametrů na nepostižené končetině jsme při chůzi bez ortézy zjistili, že celková doba trvání stejné fáze chůze byla významně kratší ( $p = 0,001$ ) před aplikací ortézy než 3 měsíce po ukončení nošení ortézy. Doba dosažení maximální hodnoty anteroposteriorní složky reakční síly v brzdící fázi (t3) byla před aplikací ortézy významně delší ( $p = 0,014$ ). Čas dosažení maxima vertikální síly v brzdící (t5;  $p = 0,025$ ) i v akcelerační (t7;  $p = 0,004$ ) fázi byl před aplikací ortézy významně delší.

Při porovnání silových parametrů byla maximální velikost anteroposteriorní složky reakční síly v akcelerační fázi (F2) na nepostižené končetině před aplikací ortézy významně větší ( $p = 0,039$ ).

### Klinické hodnocení nošení ortézy

V tabulce 1 jsou uvedeny výsledné hodnoty dotazníku WOMAC a vizuální analogové škály na začátku a na konci sledovaného období.

Na základě subjektivního hodnocení stavu pacientů prostřednictvím dotazníku a určování úrovně bolesti jsme u tří probandů pozorovali zlepšení hodnot, jeden proband zůstal beze změn a u dvou účastníků došlo ke zhoršení výsledků. Typické bylo počáteční nadšení účastníků studie, které se s délkou používání ortézy a zřejmě i v souvislosti s adaptačními změnami posléze ustálilo na hodnotách uvedených v tabulce 1. Klinicky užitečné může být také přetrvávání efektu nošení ortézy po nějakou dobu od ukončení léčby.



Tab. 1. Výsledné hodnoty dotazníku WOMAC a vizuální analogové škály po prvním a třetím měření

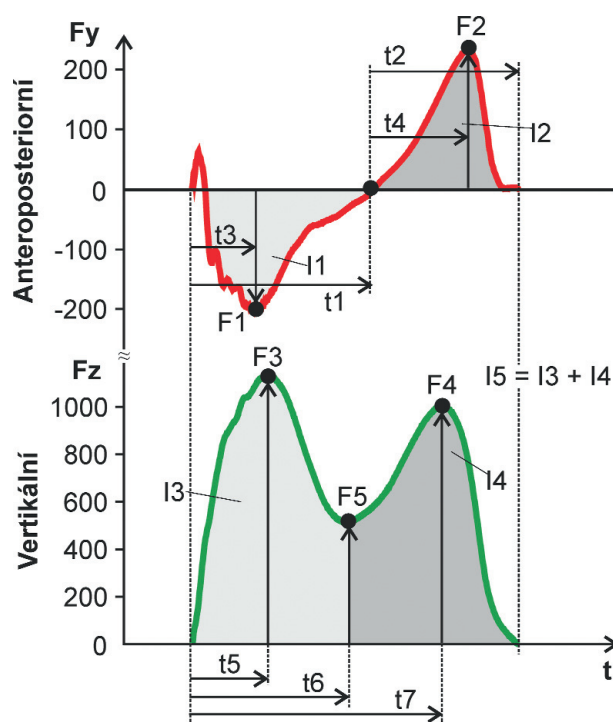
	WOMAC skóre (body)		VAS skóre (body)	
	1. měření	3. měření	1. měření	3. měření
Proband 1	48	41	5	4
Proband 2	39	34	4	4
Proband 3	70	72	7	8
Proband 4	47	27	7	5
Proband 5	50	50	6	5
Proband 6	25	37	5	7

## DISKUSE

V naší studii se efekt první aplikace ortézy projevil na nepostižené končetině prodloužením doby dosažení maxima vertikální složky reakční síly v akcelerační fázi, menší maximální vertikální silou ve fázi konečného stoje a nižším minimem síly v mezistoji a koncovém stoji. Po třech měsících nošení odlehčující ortézy se na postižené končetině zvětšila vertikální síla v brzdící fázi. Na nepostižené končetině se vertikální síla zvětšila v brzdící i akcelerační fázi a zkrátila se doba dosažení maxima vertikální složky reakční síly v akcelerační fázi. Výsledkem měření po třech měsících od ukončení nošení ortézy bylo na postižené končetině prodloužení stejné fáze chůze a delší doba dosažení maximální síly v brzdící fázi. Zvýšení síly v brzdící fázi na postižené končetině pozorovali Schmalz, Knopf a kol. (18), kteří zkoumali efekt valgózní ortézy u pacientů s gonartrózou v průběhu 4týdenní terapie. Autoři prokázali, že mezi 5–15 % krokového cyklu dochází u lidí s artrózou kolenního kloubu k poklesu vertikálního zatížení na postižené končetině. Z jejich výzkumu dále vyplývá, že při chůzi bez ortézy došlo k významnému snížení prvního maxima vertikální složky reakční síly oproti chůzi s ortézou.

Účelem měření před a po první aplikaci ortézy bylo zhodnocení krátkodobého efektu ortézy. Po první aplikaci ortézy jsme našli významné rozdíly pouze na nepostižené končetině. V tomto případě byla při chůzi bez ortézy delší doba dosažení maxima vertikální složky reakční síly v akcelerační fázi než při chůzi s ortézou. Perry a Burnfield (16) i Richards (17) se shodují, že na průběh vertikální složky reakční síly má vliv rychlost chůze jedince. Podle Andriacchi (1) lidé s gonartrózou chodí prokazatelně pomaleji než zdraví jedinci. Avšak existují také studie, které tento fakt vyvracejí (8).

Při porovnání silových parametrů (hodnoty jsou vyjádřeny v % tíhové síly) byla hodnota maximální vertikální síly v akcelerační fázi při chůzi s ortézou (107,1 %) významně větší než při chůzi bez ortézy (104,9 %). Toto maximum vertikální složky odpovídá předšvihové fázi krokového cyklu. Z toho vyplývá, že probandi při chůzi s ortézou prováděli odraz větší silou. Minimum vertikální síly v mezistoji a koncovém stoji bylo menší při chůzi bez ortézy (88,3 %) než při chůzi s ortézou (92,0 %). Z toho usuzujeme, že bezprostředně po první aplikaci ortézy bylo zatížení končetiny ve fázi mezistojie a koncového stoje vyšší. Větší zatížení končetiny si můžeme vysvětlit tím, že ortéza pacientům poskytla jistotu a nebáli se končetinu více zatížit.



Obr. 2. Grafické znázornění měřených parametrů, upraveno dle Vaverka, Elfmark a kol. (21).

## Legenda:

Anteroposteriorní složka síly: F1 – maximální síla v brzdící fázi, F2 – maximální síla v akcelerační fázi, t1 – doba trvání brzdící fáze, t2 – doba trvání akcelerační fáze, t3 – čas dosažení maximální síly v brzdící fázi, t4 – doba od počátku akcelerační fáze do okamžiku maximální síly v akcelerační fázi, I1 – silový impulz v brzdící fázi, I2 – silový impulz v akcelerační fázi.

Vertikální složka síly: F3 – maximální síla v brzdící fázi, F4 – maximální síla v akcelerační fázi, F5 – minimum síly v mezistoji a koncovém stoji, t5 – čas dosažení maximální síly v brzdící fázi, t6 – čas dosažení minimální síly, t7 – čas dosažení maximální síly v akcelerační fázi, I3 – silový impulz v brzdící fázi, I4 – silový impulz v akcelerační fázi, I5 – celkový silový impulz.

Účelem porovnání výsledků měření před aplikací, po 3 měsících nošení a 3 měsíce po ukončení nošení ortézy bylo zhodnocení jejího dlouhodobého efektu na dynamické parametry chůze. Z výsledků vyplývá, že po 3 měsících nošení ortézy se na nepostižené končetině zvýšila velikost vertikální složky reakční síly a na postižené končetině došlo k nárůstu této síly v brzdící fázi. Tento závěr se liší od výsledků studie Dessery, Belzile a kol. (3), kteří použili tři různé typy kolenních ortéz. Žádná z těchto ortéz velikost vertikální složky reakční síly neovlivnila.

Velikost minimální hodnoty vertikální síly ve fázi mezistojie se významně nezměnila. Na základě zjištění, že větší rozdíl mezi maximem a minimem vertikální složky reakční síly znamená větší dynamiku chůze (9, 16), tak můžeme usuzovat, že aplikace ortézy vedla k dynamičtějšímu provedení odrazu.

Schmalz, Knopf a kol. (18) prokázali, že mezi 5–15 % krokového cyklu dochází u lidí s artrózou kolenního kloubu k poklesu vertikálního zatížení na postižené končetině. Z jejich výzkumu dále vyplývá, že při chůzi bez ortézy se významně snížilo maximum vertikální složky

reakční síly v brzdící fázi v porovnání s chůzí s ortézou. Tyto závěry odpovídají výsledkům naší studie.

Otázka reálného klinického efektu ortézování je stále předmětem intenzivního výzkumu. Recentní metaanalýza randomizovaných klinických studií zjistila příznivý vliv nošení ortézy na bolest („malá až středně významná úleva“), v některých studiích i na funkci (11). Také studie Briggs, Matheny a kol. (2) prokázala signifikantní zlepšení stavu probandů po aplikaci ortézy ve všech třech oblastech indexu WOMAC. Avšak existují rovněž studie, které úlevu od bolesti a zlepšení kvality života po delším používání ortézy zpochybňují (4). Při porovnání výsledků korekční osteotomie a ortézování kolena z hlediska úlevy od bolesti a funkce byl v jedné z recentních prací nalezen významný rozdíl ve prospěch korekční osteotomie (19). Co se týče úvodních pozitivních klinických výsledků, je třeba určitě počítat s vlivem očekávání („expectation bias“). Zastánci ortéz nezastírají ani problémy se spoluprací pacientů a komplikace plynoucí z dlouhodobého nošení ortézy.

### Limity studie

Limitem studie byl nízký počet testovaných probandů. Výběr pacientů byl prováděn pouze na podkladě klinického a radiologického vyšetření. Přínosem by také bylo doplnit výsledky této studie o výsledky kinematické analýzy chůze. Tím bychom získali komplexnější pohled na řešené téma. Neměli jsme také objektivnější doložení doby, po kterou byla ortéza pacienty používána. Na straně druhé v naší studii nešlo primárně o hodnocení léčebného přínosu použité intervence, nýbrž o zhodnocení vlivu ortézy na vybrané biomechanické parametry chůze.

### ZÁVĚR

Na základě analýzy dynamických parametrů stejné fáze chůze u pacientů s unilaterální gonartrózou v rámci tří měření, která proběhla vždy s tříměsíčním časovým odstupem, lze vyvodit tyto závěry:

- Krátkodobý efekt odlehčující ortézy se projevil v nárůstu vertikální reakční síly u nepostižené končetiny.
- Z hlediska dlouhodobého efektu aplikace ortézy došlo na obou končetinách k prodloužení doby trvání stejné fáze. Zvýšila se velikost reakční síly ve vertikálním směru.
- Aplikace ortézy se projevila ve zlepšení dynamiky chůze.
- Pozitivní mechanický efekt ortézy měl tendenci přetrvávat i po ukončení aplikace ortézy.
- Po ukončení terapie jsme nezjistili významnou úlevu od bolesti či zlepšení funkce.

### Literatura

1. Andriacchi TP. Walking speed as a basis for normal and abnormal gait measurements. *J Biomech.* 1977;10:261–268.
2. Briggs KK, Matheny LM, Steadman JR. Improvement in quality of life with use of an unloader knee brace in active patients with OA: A prospective cohort study. *J Knee Surg.* 2012;25:417–422.
3. Dessery Y, Belzile EL, Turmel S, Corbei P. Comparison of three knee braces in the treatment of medial knee osteoarthritis. *Knee.* 2014;21:1107–1114.
4. Duivenvoorden T, van Raaij TM, Horemans HLD, Brouwer RW, Bos PK, Bierma-Zeinstra SMA, Verhaar JAN, Reijman M. Do laterally wedged insoles or valgus braces unload the medial compartment of the knee in patients with osteoarthritis? *Clin Orthop Relat Res.* 2015;473:265–274.
5. Felson DT, Lawrence RC, Dieppe PA, Hirsch R, Helmick CG, Jordan JM, Kington RS, Lane NE, Nevitt MC, Zhang Y, Sowers M, McAlindon T, Spector TD, Poole AR, Yanovski SZ, Ateshian G, Sharma L, Buckwalter JA, Brandt KD, Fries JF. Osteoarthritis: new insights. Part 1: the disease and its risk factors. *Ann Intern Med.* 2000;133:635–646.
6. Gaasbeek RDA, Groen BE, Hampsink B, van Heerwaarden RJ, Duysens J. Valgus bracing in patients with medial compartment osteoarthritis of the knee. *Gait Posture.* 2007;26:3–10.
7. Kapadia BH, Cherian JJ, Starr R, Chughtai M, Mont MA, Harwin SF, Steven F, Bhav A. Gait using pneumatic brace for end-stage knee osteoarthritis. *J Knee Surg.* 2016;29:218–223.
8. Kaufman KR, Huges C, Morrey BF, Morrey M, An KN. Gait characteristics of patients with knee osteoarthritis. *J Biomech.* 2001;34:907–915.
9. Kirtley C. Clinical gait analysis: theory and practice. Elsevier, New York, 2006.
10. McAlindon TE, Bannuru RR, Sullivan MC, Arden NK, Berenbaum F, Bierma-Zeinstra SM, Hawker GA, Henrotin Y, Hunter DJ, Kawaguchi H, Kwoh K, Lohmander S, Rannou F, Roos EM, Underwood M. OARSI guidelines for the non-surgical management of knee osteoarthritis. *Osteoarthr Cartil.* 2014;22:363–388.
11. Moyer RF, Birmingham TB, Bryant DM, Giffin JR, Marriott KA, Leitch KM. Biomechanical effects of valgus knee bracing: a systematic review and meta-analysis. *Osteoarthr Cartil.* 2015;23:178–188.
12. Olejárová M, Šléglová O, Dušek L, Vencovský J, Pavelka K, Hodnocení funkčního postižení u pacientů s gonartrózou – validace české verze dotazníku WOMAC. *Čes Revmatol.* 2005;13:47–53.
13. Össur. Řešení pro artrózu: Unloader One – Pokyny pro pacienta – Fitting Guide. Dostupné z <http://www.ossur.cz/lisalib/getfile.aspx?itemid=35105>
14. Össur. OA Knee Braces. Dostupné z <https://www.ossur.com/oa-solutions/oa-products/oa-knee/oa-knee-braces/unloader-one>
15. Pavelka K. *Revmatologie*. Maxdorf, Praha, 2012.
16. Perry J, Burnfield J. *Gait analysis: normal and pathological function* (2nd ed.). Slack Inc, Thorofare, 2010.
17. Richards J. *Biomechanics in clinic and research: an interactive teaching and learning course*. Churchill Livingstone, New York, 2008.
18. Schmalz T, Knopf E, Drewitz H, Siegmars B. Analysis of biomechanical effectiveness of valgus-inducing knee brace for osteoarthritis of knee. *J Rehabil Res Dev.* 2010;47:419–430.
19. van Outeren MV, Waarsing JH, Brouwer RW, Verhaar JAN, Reijman M, Bierma-Zeinstra SMA. Is a high tibial osteotomy (HTO) superior to non-surgical treatment in patients with varus malaligned medial knee osteoarthritis (OA)? A propensity matched study using 2 randomized controlled trial (RCT) datasets. *Osteoarthr Cartilage.* 2017;25:988–993 [epub ahead of print, 2017].
20. Vařeka I, Vařeková R. Využití ortotických vložek v léčbě gonartrózy. *Rehabil Fyz Léč.* 2013;20:77–80.
21. Vaverka F, Elfmark M, Svoboda Z, Janura M. System of gait analysis based on ground reaction force assessment. *Acta Gymnica.* 2015;45:187–193.

### Korespondující autor:

Prof. RNDr. Miroslav Janura, Dr.

Fakulta tělesné kultury,

katedra přírodních věd v kinantropologii

Univerzita Palackého v Olomouci

třída Míru 117

771 11 Olomouc

E-mail: miroslav.janura@upol.cz