

**Univerzita Karlova**

**2. lékařská fakulta**

Autoreferát disertační práce



Srovnání dlouhodobých výsledků konzervativní  
a chirurgické terapie onemocnění dětského kyčelního  
kloubu v závislosti na typu a stupni onemocnění.

Comparison of long-term results of conservative and surgical therapy of  
hip pathology in children according to the type and degree of the disease.

**MUDr. Andrej Stančák**

Praha, 2023



Disertační práce byla vypracována v rámci kombinovaného studia doktorského studijního programu Experimentální chirurgie na Klinice dětské a dospělé ortopedie a traumatologie 2. lékařské fakulty Univerzity Karlovy a FN v Motole.

**Školitel:** prof. MUDr. Tomáš Trč, CSc. MBA, Klinika dětské a dospělé ortopedie a traumatologie, 2. LF UK a Fakultní nemocnice v Motole, V Úvalu 84, Praha 5, 150 06.

**Konzultant:** prof. MUDr. Vojtěch Havlas, Ph.D., Klinika dětské a dospělé ortopedie a traumatologie, 2. LF UK a Fakultní nemocnice v Motole, V Úvalu 84, Praha 5, 150 06.

**Oponenti:**

Obhajoba se bude konat před komisí pro obhajoby oborové rady

Experimentální chirurgie dne ..... v ..... od ..... hod.

**Předsedou komise pro obhajobu disertační práce byl jmenován:** Předseda oborové rady a garant doktorského studijního programu: prof. MUDr. Zdeněk Krška, DrSc., I. chirurgická klinika 1. LF UK a VFN, Kateřinská 32, 121 08, Praha 2.

**Děkan fakulty:** prof. MUDr. Marek Babjuk, CSc.

S disertační prací je možno se seznámit na Oddělení Ph.D. studia děkanátu 2. lékařské fakulty Univerzity Karlovy, V Úvalu 84, 150 06 Praha 5 (tel. 224 435 836).

# OBSAH

1. Úvod . . . . .	7
2. Cíle a hypotézy disertační práce . . . . .	9
3. Metody a materiál. . . . .	10
3.1. Klinická studie: Prediktory radiologických výsledků konzervativní a operační léčby Legg-Calvé-Perthesovy choroby . . . . .	10
3.2. Experimentální studie: Počítačová analýza chůze u pacientů s Legg- Calvé-Perthesovou chorobou léčených operačně nebo konzervativně. . . . .	12
4. Výsledky . . . . .	17
4.1. Klinická studie: Prediktory radiologických výsledků konzervativní a operační léčby Legg-Calvé-Perthesovy choroby . . . . .	17
4.2. Experimentální studie: Počítačová analýza chůze u pacientů s Legg- Calvé-Perthesovou chorobou léčených operačně nebo konzervativně. . . . .	21
5. Diskuze . . . . .	27
6. Závěry disertační práce a vyhodnocení hypotéz . . . . .	32

# ABSTRAKT

Legg-Calvé-Perthesova (LCP) choroba je onemocnění kyčelního kloubu spojené s aseptickou nekrózou proximální femorální epifyzy v důsledku transientní ischemie s následnou resorpcí nekrotické kosti a její remodelací. Příčiny vzniku a faktory ovlivňující výsledky konzervativní nebo operační léčby LCP choroby nejsou plně známy.

První část disertace rozvádí problematiku LCP choroby včetně současných možností konzervativní a operační terapie. Druhá, klinická část se zaměřuje na retrospektivní zhodnocení prediktorů ovlivňujících výsledky operační a konzervativní léčby, s důrazem na podskupinu dětí pod 6 let věku. Třetí, experimentální část disertace je založena na analýze 3D kinematických záznamů chůze a rozsahu pohybu kyčelního kloubu u pacientů po konzervativní a operační terapii LCP choroby.

Výsledky klinické části výzkumu ukázaly, že hlavními prediktory výsledku léčby byly věk pacienta v době stanovení diagnózy a Herringova klasifikace laterálního pilíře. Výsledky operační terapie byly srovnatelné u pacientů pod a nad 6 let. Funkční data z analýzy chůze prokázaly změny ve sklonu pánve v sagitální rovině v prvních 25 % krokového cyklu a zvýšení amplitudy u flexe kolene v počátečních 13 % krokového cyklu u operačně léčených pacientů. Bylo zjištěno přetrvávající omezení vnitřní rotace a abdukce kyčle u operačně léčené skupiny vůči konzervativní skupině a skupině zdravých osob.

Výsledky klinické studie potvrzují dřívější nálezy o významných prediktorech léčby a nově poukazují na možnost operační léčby LCP choroby u dětí mladších šesti let. Výsledky experimentální studie poukazují na potřebu prodloužené rehabilitace a dalšího zkoumání funkce kyčelního kloubu u pacientů léčených operačně.

**Klíčová slova:** aseptická nekróza, Herringova klasifikace, koxartrosa, Legg-Calvé-Perthesova choroba, Stulbergova klasifikace, transientní ischemie, 3D kinematická analýza chůze

# ABSTRACT

Legg-Calvé-Perthes (LCP) disease is associated with non-vascular necrosis of proximal epiphysis of the femur resulting in resorption of necrotic bone and subsequent remodelling of femoral head. The risk factors of the disease and factors affecting the treatment outcomes following conservative or surgical therapy are not completely understood.

The first part of the thesis outlines the clinical and research problems pertaining to conservative and surgical treatment of LCP disease. The second, clinical part retrospectively analysed the predictors of treatment outcomes in patients treated conservatively or surgically, with emphasis on children younger than 6 years of age. The experimental part of the thesis analysed 3D kinematic data of the gait and hip range-of-motion data in patients treated conservatively or surgically.

Age of the patient at the time of diagnosis and the shape of the lateral pillar of femur were significant predictors of treatment outcomes, and treatment outcomes after surgical treatment were comparable in children below and above the age of 6. Gait analysis showed a larger displacement of the pelvis in sagittal plane during the initial 25% of the standardised gait cycle and a larger extent of knee flexion during initial 13% of the gait in patients treated surgically compared to patients treated conservatively. Patients treated surgically also showed reduction in internal rotation and adduction of the hip in children treated surgically.

Results confirmed previous findings on significant predictors of treatment outcomes, and newly point to the possibility of surgical treatment of LCP disease even in children younger than 6 years. Results of the experimental study point to the importance of continuing rehabilitation and follow-up tests of hip functions in patients treated surgically.

**Key words:** avascular necrosis, Herring classification, hip arthritis, Legg-Calvé-Perthes disease, Stulberg classification, transient ischemia, 3D kinematic gait analysis

# 1. ÚVOD

Legg-Calvé-Perthesova (LCP) choroba je onemocnění dětského věku postihující proximální femorální epifýzu a lze jej charakterizovat jako avaskulární (aseptickou) nekrózu hlavice stehenní kosti. Narušení cévního zásobení hlavice způsobí poruchu vývoje osifikačních center a následně remodelaci a reparaci kostních trámců. V průběhu onemocnění je hlavice měkká a náchylná ke vzniku deformit, které v konečném důsledku vyústí v předčasnou degeneraci kloubní chrupavky – artrózu.

Možnosti terapie LCP choroby jsou operační a konzervativní. Názory na volbu konkrétní terapeutické metody u jednotlivých případů LCP choroby se však stále rozcházejí napříč pracovišti i napříč jednotlivými státy. Obecně platí, že z operační terapie těží především starší pacienti (nad 6 let) s větším rozsahem postižení hlavice (Nguyen et al. 2012). Konzervativní terapie je tradičně rezervována pro děti mladší s nižším rozsahem postižení epifýzy (Gent et al. 2007; Canavese a Dimeglio 2008). Pro vyhodnocení výsledků terapie LCP choroby jsou využívána především klinická a radiologická data. Hodnotí se výsledný tvar hlavice stehenní kosti, například podle Stulbergovy klasifikace. Je dále snaha určit prediktory, které s určitou mírou pravděpodobnosti mohou předpokládat výsledek léčby (Gent et al. 2007; Canavese a Dimeglio 2008; Herring 2011; Wiig et al. 2016; Meurer et al. 1999). Relativně malá skupina prací se věnuje funkčním výsledkům po proběhlé terapii, jako je měření rozsahu postiženého kloubu nebo využití pokročilejších metod měření funkčních abnormalit pomocí 3D kinematické analýzy chůze (Stief et al. 2016; Westhoff et al. 2006; Plasschaert et al. 2006; Westhoff et al. 2012).

Předkládaná disertační práce se zabývá jednotlivými prediktory radiologického výsledku terapie LCP choroby u konzervativně a operačně léčené skupiny pacientů ve snaze lépe popsat možné vztahy mezi těmito prediktory a výsledným

tvarem hlavice stehenní kosti. Dále je součástí práce vyhodnocení výsledků léčby u podskupiny pacientů pod 6 let věku s cílem ozřejmit možný benefit operační léčby i u této skupiny. V experimentální části práce byla snaha popsat možné funkční abnormality, které mohou přetrvávat po proběhlé terapii u konzervativně a operačně léčených pacientů ve snaze o lepší pochopení možných následků LCP choroby. Ke zhodnocení těchto abnormalit byla využita 3D kinematická analýza chůze.



## 2. CÍLE A HYPOTÉZY DISERTAČNÍ PRÁCE

### **Cíle:**

- 1) Zhodnocení prediktorů operační a konzervativní léčby pacientů s LCP chorobou, léčených na pracovišti autora.
- 2) Identifikace funkčních změn v parametrech chůze získaných 3D kinematickou analýzou chůze a měřením rozsahu pohybů u skupiny pacientů léčených pro LCP chorobu konzervativně, operačně a zdravých kontrol.

### **Hypotézy:**

- 1) Významnými faktory určujícími radiologický výsledek léčby LCP choroby jsou: 1. věk pacienta v době diagnózy. 2. rozsah postižení epifýzy.
- 2) Podskupina pacientů pod 6 let věku vykazuje srovnatelné výsledky při operační a léčbě konzervativní léčbě.
- 3) Abnormality v klinických parametrech (ROM) a kinematických parametrech při 3D analýze chůze přetrvávají i po proběhlé terapii.

## 3. METODY A MATERIÁL

### 3.1. Klinická studie: Prediktory radiologických výsledků konzervativní a operační léčby Legg-Calvé-Perthesovy choroby

#### Pacienti

Mezi říjnem 2006 a červencem 2019 bylo na našem pracovišti léčeno celkem 53 pacientů (59 kyčelních kloubů) pro LCP. Inkluzní kritéria do studie byly následující: 1. pacient léčen konzervativně. 2. pacient léčen operačně pomocí Salterovy pánevní osteotomie SPO případně kombinací SPO a varizační osteotomie proximálního femuru. 3. dostupnost RTG dokumentace postiženého kyčelního kloubu před začátkem terapie a na konci terapie. 4. období sledování minimálně dva roky po stanovení diagnózy LCP. Pacienti, kteří podstoupili jiný typ operačního zákroku (redukční osteotomie hlavice, valgizační osteotomie) nebo pacienti s anamnézou epifyzeální dysplazie, septické artritidy nebo závažné vývojové dysplazie kyčle nebyly do studie zahrnuti.

Celkem byla hodnocena klinická a RTG data od 47 pacientů (34 chlapců, 13 dívek), 6 pacientů (7 kyčlí) bylo vyřazeno pro nesplnění inkluzních kritérií studie. 5 pacientů bylo léčeno pro bilaterální LCP. Celkem bylo zahrnuto 25 pravých a 27 levých kyčelních kloubů. Doba léčby mezi všemi 47 pacienty kolísala mezi 9 a 40 měsíci s průměrnou hodnotou 1,75 roku (SD 0,5). Věk pacientů se pohyboval od 1,4 do 12,4 roku (průměr 5,1 let, SD 1,9). 38 postižených kyčelních kloubů bylo u pacientů pod šest let věku a 14 kyčelních kloubů u pacientů nad šest let v době stanovení diagnózy. Etický souhlas poskytla místní etická komise Fakultní nemocnice v Motole s ohledem na retrospektivní charakter studie a fakt, že všechna prováděná vyšetření byla součástí standardního léčebného protokolu. Fakultní nemocnice v Motole obdržela od rodičů pacientů, případně zákonem stanovených zástupců písemný souhlas s možným budoucím použitím dat získaných v průběhu léčby pro vědecké účely.

Rozhodnutí o poskytnutí konzervativní nebo operační terapie byla založena na následujících kritériích: 1) RTG nález ve stadiu fragmentace dle Herringovy klasifikace laterálního pilíře. 2) přítomnost známek „rizikové hlavice“ (Catterall 1980), 3) věk v době stanovení diagnózy.

Operační terapie byla zvolena u všech pacientů nad šest let věku v době diagnózy, vyjma jednoho bez ohledu na stupeň Herringovy klasifikace ve stadiu fragmentace. U pacientů pod šest let věku v době diagnózy byl rozhodující pro zvolenou léčbu vstupní RTG nález ve stadiu fragmentace. Hlavice typu C dle Herringa byly indikovány k operační léčbě. U kyčlí typu B dle Herringa byla důkladně zhodnocena přítomnost známek „rizikové hlavice“ a pokud byl přítomen jeden nebo více z těchto znaků, pacienti byli taktéž indikováni k operační léčbě. Klinické vyšetření bylo sekundárním indikátorem pro zvolení terapie a pacienti s výrazně omezeným rozsahem pohybu byli indikováni k operační léčbě. Pacienti s kyčlemi typu B dle Herringa bez přítomnosti známek "rizikové hlavice" a s dobrým rozsahem pohybů, stejně jako kyčle typu A dle Herringa byly indikovány ke konzervativní terapii. Metodou volby u operační skupiny pacientů byla SPO doplněná ve specifických případech o VO. Rozhodnutí o provedení VO po provedení SPO bylo účinně perioperačně s pomocí arthrografie v případech, kdy nebylo možné dosáhnout korekce pouze pánevní osteotomií. Krytí hlavice a morfologie labra byly taktéž hodnoceny během operace.

Konzervativní léčba zahrnovala fyzioterapii, fyzikální léčbu a odlehčení. Devět pacientů bylo léčeno pomocí Atlanta dlahy, ovšem tento typ léčby nebyl v pozdějších fázích studie používán.

### **Klinická data**

Předozadní a axiální RTG snímky kyčelních kloubů byly pořízeny před zahájením léčby a po proběhlé léčbě. RTG snímky v průběhu onemocnění byly pořizovány v tříměsíčních intervalech. RTG data byla použita pro zařazení závažnosti LCP choroby pomocí Herringovy klasifikace (Herring 2011; Huhnstock et al.

2017) ve stadiu fragmentace před léčbou a dále ke zhodnocení přítomnosti RTG známek „rizikové hlavice“ (Catterall 1980). RTG nálezy byly pečlivě vyhodnoceny dvěma staršími spoluautory publikovaného článku (Stančák et al. 2022). Ke zhodnocení sféricity hlavice na konci sledovacího období po proběhlé terapii byla použita Stulbergova klasifikace (Stulberg et al. 1981). Kategorie Stulbergovy klasifikace byly zredukovány do tří kategorií spojením kategorií I–II do skupiny příznivých výsledků, kategorie III jako průměrné a kategorie IV–V jako nepříznivé výsledky (Canavese a Dimeglio 2008). Tyto tři kategorie byly označeny jako  $S_{I-II}$ ,  $S_{III}$  a  $S_{IV-V}$ . Klinická data zahrnovala typ terapie (konzervativní nebo operační), klasifikaci kyčelních kloubů dle Herringa a dle Stulberga, věk pacientů v době diagnózy a pohlaví.

### **Statistická analýza**

Statistická analýza byla provedena v programu Statistica v.7 (StatSoft Inc., Tulsa, USA) a SPSS v. 27 (IBM Inc., USA). Normalita rozdělení u kontinuálních proměnných byla testována pomocí Kolmogorova–Smirnovova testu. Skupinové rozdíly ve věku pacientů byly hodnoceny pomocí jednostranné ANOVA. Vztahy mezi páry nominálních proměnných byly testovány s použitím kontingenční analýzy. Byla použita úroveň  $P = 0,05$  statistické pravděpodobnosti.

## **3.2. Experimentální studie: Počítačová analýza chůze u pacientů s Legg-Calvé-Perthesovou chorobou léčených operačně nebo konzervativně.**

### **Pacienti a zdravé kontroly**

Studie se zúčastnilo 14 pacientů s jednostrannou LCP chorobou (4 dívky, 10 chlapců) a 8 zdravých dětí (4 dívky, 4 chlapci). Tab. 1 podává vstupní hodnocení závažnosti onemocnění na základě Herringovy klasifikace, dále výsledky terapie dle Stulbergovy klasifikace, pohlaví, věk, trvání období sledování a druh zvolené léčby u každého pacienta. 6 pacientů bylo léčeno konzervativně a 8 pacientů bylo léčeno operačně pomocí Salterovy pánevní osteotomie. Do studie byli zařazeni

pouze pacienti bez jiných ortopedických onemocnění kromě LCP choroby. Žádné ze zdravých dětí nevykazovalo ortopedickou příčinu ovlivňující stoj nebo chůzi.

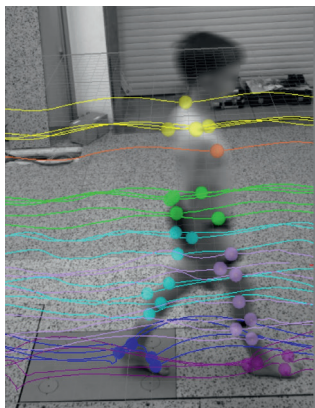
**Tab. 1** Typ terapie, pohlaví, věk, délka období sledování, radiologická klasifikace dle Herringa a výsledky terapie dle Stulbergovy klasifikace u pacientů s LCP chorobou.

Pacient	Druh léčby	Pohlaví	věk [roky]	Sledovací období [měsíce]	Herringova klasifikace	Stulbergova klasifikace
P01	Operační	žena	7	24	B	I
P02	Operační	muž	9	36	B	II
P03	Operační	muž	6	4	B	II
P04	Operační	muž	14	72	C	III
P05	Operační	muž	11	50	B	II
P06	Operační	muž	12	89	B	II
P07	Operační	muž	10	56	C	II
P08	Operační	muž	12	49	B	II
P09	Konzervativní	muž	5	12	A	II
P10	Konzervativní	žena	9	53	A	II
P11	Konzervativní	žena	6	19	A	I
P12	Konzervativní	muž	6	16	A	II
P13	Konzervativní	muž	8	37	A	I
P14	Konzervativní	žena	11	54	A	I

### Data kinematické analýzy chůze

Všechny děti se zúčastnili experimentu v laboratoři biomechaniky a extrémní zátěže na Fakultě tělesné výchovy a sportu Univerzity Karlovy. Subjekty procházeli naboso po měřicích deskách v délce 7 metrů, rychlost chůze si pacient zvolil individuálně. 3D kinematická krokových cyklů byla snímána pomocí systému Qualisis MOCAP (Qualisis AB, Goteborg, Švédsko). K zachycení 3D kinamtických dat bylo použito 11 Oqus kamer (4 Oqus 3+ kamery, 3 Oqus 5+ kamery, 4 Oqus 7+ kamer) a 38 sférických markerů (Obr. 14) o průměru 12 mm. Standardní odchylka pozice markerů v kalibrovaném prostoru byla pod 1 mm. Všechna data byla vzorkována na 200 Hz. 3D reaktivní síly byly během kroků

zaznamenány pomocí 6ti silových plošin (Kistler Group, Witherthur, Švýcarsko). Kalibrované 3D silové plošiny byly typů 9281E, 9286B, 9285BA a 9253B. Odhadovaná chyba v měření sil byla pod 2N. Obr. 1 ukazuje uspořádání při experimentu, lokalizaci markerů a kinematické signály zachycené při chůzi jednoho z účastníků experimentu



*Obr. 1 Rozvržení experimentu, umístění sférických markerů (barevná kolečka) a kinematické signály související s jednotlivými markery během krokového cyklu.*

### **Klinická data**

Rozsah pohybu v kyčelních kloubech byl na obou dolních končetinách zaznamenán pomocí standardního ocelového goniometru s rozlišovací schopností  $1^\circ$ . U pacientů s LCP chorobou byly použity maximální úhlové hodnoty na postižené končetině. V kontrolní skupině zdravých osob byly použity hodnoty z pravé dolní končetiny, jelikož rozsahy pohybů obou dolních končetin byly identické. Byly hodnoceny následující parametry rozsahu pohybu: flexe a extenze kyčle, vnitřní a zevní rotace kyčle a abdukce a addukce kyčle. Kontinuální parametry jako věk a rozsah pohybu byly statisticky zpracovány pomocí jednorozměrné ANOVA analýzy s výjimkou délky sledovacího období, která byla analyzována pomocí nepárového Studentova t-testu.

### 3D kinematická analýza

Pro kvantifikaci úhlových rozdílů každé části těla v sagitální rovině byly použity pohybové signály ze senzorů umístěných na pánvi, kyčli a koleni. Vzhledem k technické chybě nebylo možno použít data od 4 zdravých osob z kontrolní skupiny k dalšímu zpracování. Pro účely statistického zhodnocení bylo zprůměrováno více krokových cyklů od zbylých 4 subjektů do finálního počtu 24 krokových cyklů. Ve skupině operačně léčených pacientů byla k dispozici data od 8 pacientů s celkovým počtem 48 krokových cyklů. Skupina pacientů léčených konzervativně zahrnovala data od 6ti pacientů s 42 krokovými cykly, které byly zahrnuty ve finální statistické analýze. Všechny kinematické signály, původně nasnímané se vzorkovací frekvencí 200 Hz, byly převedeny na standardizovaný krokový cyklus, kde 100 časových bodů reprezentuje celý krokový cyklus.

K analýze rozdílů amplitud kinematických signálů mezi třemi skupinami dětí během jednoho krokového cyklu byla provedena jednorozměrná ANOVA v každém ze 100 časových bodů standardizovaného krokového cyklu. K vyřazení rizika chyby typu 1 (falešně pozitivní výsledek) kvůli velkému množství ANOVA testů byla použita permutační analýza (Maris a Oostenveld 2007). V permutační analýze jsou původní data rozdělena do mnoha segmentů a statistický test je proveden v rámci těchto segmentů. Tento proces je opakován při velkém množství permutací výběru segmentů a vytváří histogram P hodnot. Histogram P hodnot je prohlédnut z hlediska proporce segmentů, které dosahují vyšší hodnoty významnosti, než je významnost v původním souboru. V případě, že je hodnota P nižší v původním souboru, než kritická hodnota P získaná z permutační analýzy, je nulová hypotéza zamítnuta. V dané analýze bylo použito 2000 permutací a kritická hodnota byla nastavena na  $P = 0,01$ .

Sousedící intervaly standardizovaných krokových cyklů poskytující statisticky signifikantní ANOVA efekty ve skupinách podle opravené hodnoty P byly dále analyzovány zprůměrováním amplitud kinematických signálů přes specific-

ký interval standardizovaného krokového cyklu a zadáním zprůměrovaných dat do jednosměrné ANOVA. Následné statistické testy byly vypočítány ve Statistica v. 7 (Statsoft, Inc., USA). Zvýšení počtu případů použitím více měření ve stejné skupině pacientů zvýšilo statistickou sílu naší analýzy, ale snížilo vnější validitu našich výsledků. V důsledku této limitace analýzy chůzových dat, která je známá z jiných studií využívající *fixed-effect* plán datové analýzy, se všechny nálezy, získané z analýzy chůze, vztahují pouze na náš soubor pacientů a zdravých kontrol a nemohou být zobecňována na celou populaci pacientů s LCP chorobou.



## 4. VÝSLEDKY

### 4.1. Klinická studie: Prediktory radiologických výsledků konzervativní a operační léčby Legg-Calvé-Perthesovy choroby

Na základě vstupních kritérií byla operační léčba metodou volby u 35 kyčelních kloubů (67 %), přičemž konzervativní léčba byla použita u 17 kyčlí (33 %). V podskupině pacientů pod 6 let věku bylo operačně léčeno 23 kyčelních kloubů a 15 bylo léčeno konzervativně.

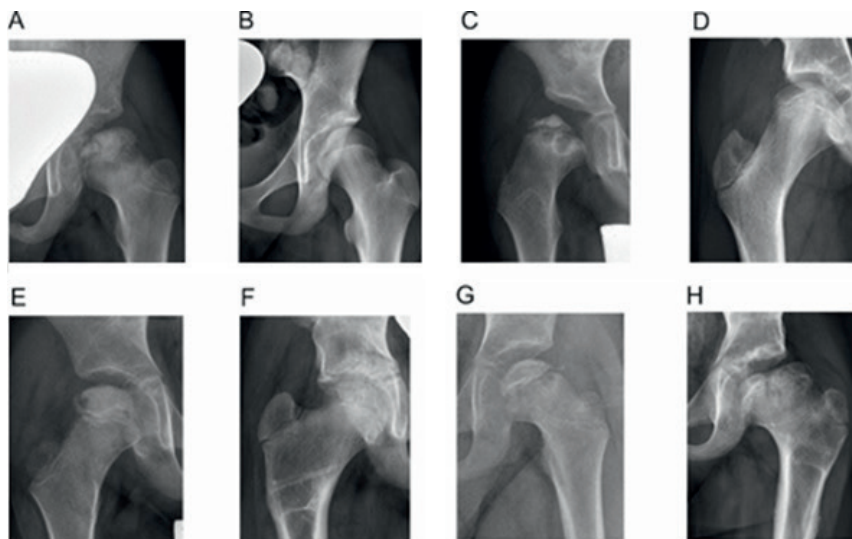
#### Věk a výsledek léčby

Pro analýzu rozdílů ve věku mezi třemi kategoriemi výsledků terapie dle Stulberga byla provedena jednosměrná ANOVA se Stulbergovými kategoriemi jako nezávislou proměnnou a věkem jako závislou hodnotou. Byl statisticky významný rozdíl ve věku mezi třemi skupinami výsledků terapie ( $F(4,96) = 4,47$ ,  $P = 0,016$ ). Průměrný věk byl 4,66 let ( $SEM = 0,29$ ) ve skupině  $S_{I-II}$ , 6,22 let ( $SEM = 0,64$ ) ve skupině  $S_{III}$  a 6,65 let ( $SEM = 0,81$ ) ve skupině  $S_{IV-V}$ . Efekt kategorií výsledků terapie na věk byl statisticky významný kvůli nálezů, že skupina  $S_{IV-V}$  byla starší než skupina  $S_{I-II}$  ( $F(2,48) = 5,31$ ,  $P = 0,025$ ) a skupina  $S_{III}$  starší, než  $S_{I-II}$  ( $F(2,48) = 4,48$ ,  $P = 0,032$ ). Nicméně věk ve skupině  $S_{I-V}$  se signifikantně nelišil od věku ve skupině pacientů  $S_{III}$  ( $F(2,48) = 0,17$ ,  $P = 0,68$ ).

#### Vliv pohlaví, typu zvolené terapie a klasifikace dle Herringa na výsledek léčby

Obr. 2A–H ukazují vliv věku, závažnosti LCP choroby a typu léčby u vybraných pacientů doložených na RTG snímcích kyčlí před a po léčbě. Obr. 2A a 5B ukazují kyčel 4-letého pacienta před léčbou a 8 let po léčbě. Výsledek léčby byl vyhodnocen jako příznivý (Stulberg I). Obr. 2C a D ukazuje RTG snímky 4-letého pacienta se závažným postižením epifýzy (Herring C) před a po operační léčbě. Výsledek léčby u tohoto pacienta byl hodnocen jako příznivý (Stulberg II) po 7 letech sledování. Obr. 2E ukazuje RTG snímek pánve 8 letého pacienta s pra-

vostranným LCP před léčbou a Obr. 2F ukazuje RTG stejného pacienta 4 roky po SPO v kombinaci s VO, výsledek terapie byl vyhodnocen jako příznivý (Stulberg II). Konečně, Obr. 2G–H dokládá RTG snímky kyčelního kloubu pacienta ve věku 6 let v době stanovení diagnózy LCP před a po operační léčbě. RTG snímek na konci sledovacího období byl pořízen ve věku dvanácti let a výsledek byl vyhodnocen jako nepříznivý (Stulberg IV).



**Obr. 2** Předozadní RTG snímky kyčlí u vybraných pacientů s LPC chorobou před a po léčbě. **A.** RTG snímek levé kyčle u 4-letého pacienta před léčbou. **B.** Stejný kyčelní kloub jako u (A) po konzervativní terapii. **C.** Kyčelní kloub 4-letého pacienta před chirurgickou terapií a **(D)** po terapii. **E.** Kyčelní kloub 8-letého pacienta před léčbou a 4 roky po Salterově pánevní osteotomii v kombinaci s varizační osteotomií **(F)**. **G.** Kyčel 6-letého pacienta před operací a po operaci **(H)**. Z archivu kliniky dětské a dospělé ortopedie a traumatologie 2. LF UK a Fakultní nemocnice v Motole.

**Tab. 2** Počty pacientů dle pohlaví ve třech skupinách výsledků terapie.

Pohlaví / Výsledek léčby	S <sub>I-II</sub>	S <sub>III</sub>	S <sub>IV-V</sub>	Celkem
Chlapci	27	8	3	38
Dívky	12	0	2	14
Celkem	39	8	5	52

**Tab. 3** Počty pacientů dle typu léčby ve skupinách výsledků terapie.

Typ léčby / Výsledek léčby	S <sub>I-II</sub>	S <sub>III</sub>	S <sub>IV-V</sub>	Celkem
Konzervativní léčba	16	0	1	17
Operační léčba	23	8	4	35
Celkem	39	8	5	52

**Tab. 4** Počty pacientů ve třech výsledných skupinách dle iniciační Herringovy klasifikace. A–C.

Herringova skupina / Výsledky léčby	S <sub>I-II</sub>	S <sub>III</sub>	S <sub>IV-V</sub>	Celkem
A	11	0	1	12
B	22	3	1	26
C	6	5	3	14
Celkem	39	8	5	52

**Tab. 5** Počty pacientů rozděleny podle věkových skupin a výsledků terapie.

Věk / Výsledek léčby	S <sub>I-II</sub>	S <sub>III</sub>	S <sub>IV-V</sub>	Celkem
< 6 let	32	3	3	38
≥ 6 let	7	5	2	14
Celkem	39	8	5	52

**Tab. 6** Výsledky léčby v podskupině dětí pod 6 let věku léčených konzervativně nebo operačně.

Typ / Výsledek léčby	S <sub>I-II</sub>	S <sub>III</sub>	S <sub>IV-V</sub>	Celkem
Konzervativní léčba	15	0	0	15
Operační léčba	17	3	3	23
Celkem	32	3	3	38

Pro zhodnocení vlivu pohlaví, stupně postižení dle Herringa a typu zvolené terapie na výsledek léčby byly analyzovány kontingenční tabulky. Z 52 kyčelních kloubů zahrnutých do studie dosáhlo dle Stulbergovy klasifikace 39 kyčlí (75 %) příznivého výsledku v kategorii I–II, 8 kyčlí (15,3 %) průměrného výsledku v kategorii Stulberg III a 5 kyčlí (9,6 %) nepříznivého výsledku v kategorii Stulberg IV a V. Počty chlapců a dívek dle jednotlivých kategorií výsledků terapie  $S_{I-II}$ ,  $S_{III}$ , a  $S_{IV-V}$  byly zpřehledněny v Tab. 2. Vztah mezi těmito dvěma proměnnými nebyl statisticky významný ( $\chi^2 = 3,68$ ,  $P = 0,159$ ).

Pro zhodnocení vztahu mezi výsledky léčby a zvolenou metodou léčby byla vytvořena a analyzována kontingenční tabulka s třemi možnými stupni výsledků  $S_{I-II}$ ,  $S_{III}$  a  $S_{IV-V}$  a dvěma možnými typy terapie (konzervativní a operační) (Tab. 3). Nebyl nalezen statisticky významný rozdíl mezi výsledky léčby ( $S_{I-II}$ ,  $S_{III}$  a  $S_{IV-V}$ ) a zvoleným typem terapie ( $\chi^2(2) = 5,48$ ,  $P = 0,064$ ).

Tab. 4 dokládá kontingenční analýzu vztahu kategoriemi A–C dle Herringa a třemi kategoriemi Stulbergovy klasifikace ( $S_{I-II}$ ,  $S_{III}$  a  $S_{IV-V}$ ). Korelace mezi vstupní Herringovou kategorií a výsledky léčby dle Stulberga byla statisticky významná ( $\chi^2(4) = 11,5$ ,  $P = 0,021$ ) přičemž závažnější postižení laterálního pilíře při počátečním vyšetření bylo spojeno s horšími výsledky léčby.

### **Výsledek léčby a typ léčby u pacientů pod šest let věku**

52 kyčelních kloubů bylo rozděleno do skupiny dětí pod šest let (38 kyčlí, 73 %) a nad šest let (14 kyčlí, 27 %). Tab. 5 ukazuje počty pacientů ve třech skupinách dle výsledků léčby ( $S_{I-II}$ ,  $S_{III}$  a  $S_{IV-V}$ ) a dvou skupinách dle věku ( $< 6$  let,  $\geq 6$  let).  $\chi^2$  dle Pearsona bylo 7,18 ( $P = 0,028$ ) což dokládá statisticky významný vztah mezi věkovými skupinami a výsledky léčby, přičemž děti pod 6 let věku většinou dosahují nejlepších výsledků  $S_{I-II}$ .

Z 38 kyčelních kloubů v kategorii dětí pod 6 let spadalo 10 kyčlí (26,3 %) do kategorie Herring A, 19 kyčlí (50 %) do kategorie Herring B a 9 kyčlí (23,8 %) do kategorie Herring C. Naprostá většina kyčlí (32 nebo 84 %) vykazovala dobrý

výsledek léčby  $S_{I-II}$  bez ohledu na zvolenou metodu terapie, 3 kyčle (7,8 %) průměrný výsledek  $S_{III}$  a 3 kyčle s nepříznivým výsledkem terapie  $S_{IV-V}$ .

Sekundárním cílem naší práce bylo zhodnotit, zda výsledky operační nebo konzervativní léčby se liší u podskupiny pacientů pod 6 let věku. Ke zhodnocení rozdílů byla analyzována kontingenční tabulka (Tab. 6), kde byl faktorem typ léčby (konzervativní vs. operační) a výsledek léčby ( $S_{I-II}$ ,  $S_{III}$  a  $S_{IV-V}$ ). 15 kyčlí (39,5 %) ve skupině dětí pod 6 let bylo léčeno konzervativně a zbylých 23 (60,5 %) operačně. Vztah mezi typem terapie a výsledkem léčby nebyl statisticky významný (Pearsonovo  $\chi^2 = 4,65$ ,  $P = 0,098$ ), což naznačuje dosažení podobných výsledků u obou typů zvolené terapie. U 15 ze 17 (88 %) kyčlí léčených konzervativně a u 17 z 25 kyčlí (68 %) léčených operačně dosaženo dobrých výsledků terapie  $S_{I-II}$ .

#### **4.2. Experimentální studie: Počítačová analýza chůze u pacientů s Legg-Calvé-Perthesovou chorobou léčených operačně nebo konzervativně.**

##### **Vliv typu léčby na rozsah kyčelního pohybu**

Tab. 7A podává deskriptivní data všech pacientů a zdravých kontrol a výsledky jednorozměrné ANOVA analýzy, a Tab. 7B sumarizuje výsledky statistické analýzy dat o rozsahu pohybu kyčelního kloubu.

Pacienti skupiny léčené operačně byli vyšší, těžší a vykazovali větší rozdíl délek končetin oproti jak konzervativně léčeným pacientům, tak zdravým kontrolám. V ostatních deskriptivních parametrech nebyl statisticky významný rozdíl mezi pacienty léčenými konzervativně a zdravými kontrolami ( $P > 0,05$ ). Průměrná doba sledování pacientů s LCP chorobou byla 40,8 měsíců ( $SD = 24,1$ ) a nelišila se ve skupině léčených operačně a konzervativně (Tab. 7A).

V parametrech rozsahu pohybů (Tab. 7B) byl statisticky významný efekt ve skupině vnitřní rotace a abdukce. V obou těchto parametrech měli pacienti s LCP chorobou léčení operačně nižší rozsahy pohybu, než ve skupině léčené konzerva-

tivně a skupině kontrolní. Rozdíl mezi konzervativně léčenými pacienty a zdravými kontrolami pro vnitřní rotaci a abdukci nebyl statisticky významný ( $P > 0,05$ ).

**Tab. 7** Deskriptivní (A) a klinická (rozsahy pohybů) (B) data u zdravé kontrolní skupiny a pacientů s LCP chorobou léčených konzervativně nebo operačně. Sloupec zcela napravo ukazuje hodnoty F/t a hodnoty významnosti P jednosměrné ANOVA/nepárového t-testu. BMI = body mass index, LLD = difference délky končetin.

### A. Deskriptivní data pacientů léčených konzervativně nebo operačně a zdravých kontrol

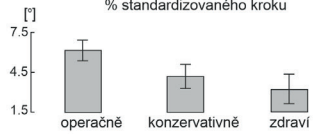
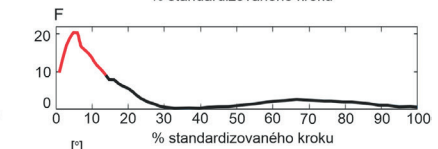
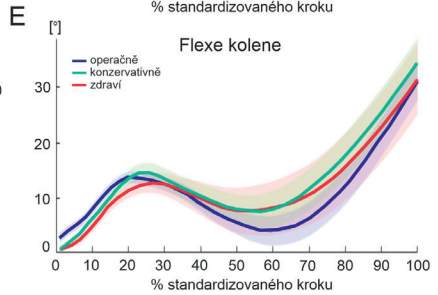
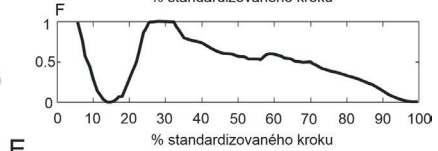
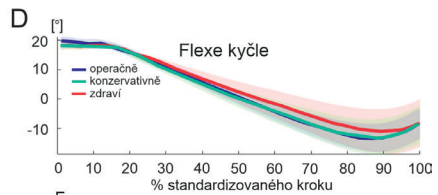
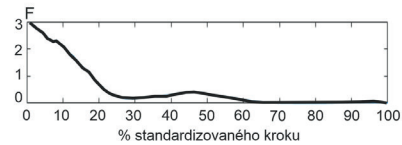
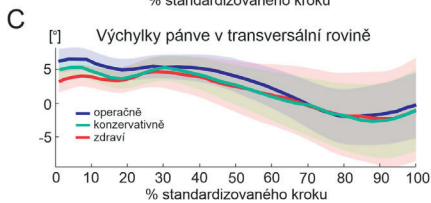
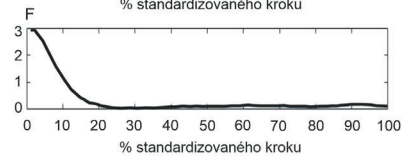
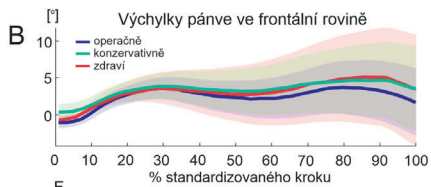
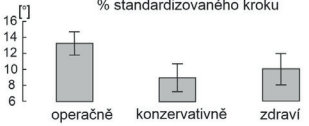
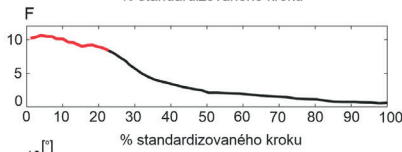
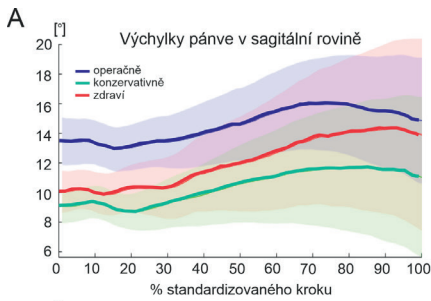
Parametr	Operační léčba (n = 8)	Konzervativní léčba (n = 6)	Zdraví probandi (n = 8)	Statistické hodnoty F/t a hodnoty významnosti P
Pohlaví (dívky:chlapeci)	1:7	3:3	4:4	–
Věk [roky]	10,1 ± 2,5	7,5 ± 2,06	8,25 ± 1,49	F(2,19) = 2,74 P = 0,09
Doba pooperačního sledování [měsíce]	47,5 ± 26,7	31,8 ± 18,8	–	t(12) = 1,22 P = 0,25
Výška [cm]	151,8 ± 20,7	128,0 ± 16,7	128,9 ± 10,7	F(2,19) = 5,06 <b>P = 0,017</b>
Hmotnost [kg]	43,3 ± 19,01	28,7 ± 9,69	26,4 ± 5,12	F(2,19) = 3,9 <b>P = 0,038</b>
BMI	18,7 ± 4,37	17,0 ± 2,87	15,8 ± 1,06	F(2,19) = 1,73 P = 0,204
Rozdíl délky dolních končetin [cm]	0,81 ± 0,79	0,167 ± 0,26	0,00 ± 0,00	F(2,19) = 5,72 <b>P = 0,011</b>

## B. Rozsah kyčelního pohybu

Parametr	Operační léčba (n = 7)	Konzervativní léčba (n = 6)	Zdraví probandi (n = 8)	Statistické hodnoty F a hodnoty významnosti P
Flexe kyčle [°]	114,4 ± 11,8	114,2 ± 12,4	122,5 ± 3,8	F(2,19) = 1,77 P = 0,197
Extense kyčle [°]	20,0 ± 7,1	17,5 ± 5,24	24,4 ± 6,2	F(2,19) = 2,16 P = 0,143
Vnitřní rotace kyčle [°]	25,0 ± 6,0	40,0 ± 8,9	35,6 ± 9,0	F(2,19) = 7,02 <b>P = 0,016</b>
Externí rotace kyčle [°]	40,0 ± 16,9	45,8 ± 9,7	50,0 ± 8,9	F(2,19) = 1,27 P = 0,304
Abdukce kyčle [°]	30,6 ± 5,6	43,3 ± 10,3	50,0 ± 6,0	F(2,19) = 28,38 <b>P &lt; 0,0001</b>
Addukce kyčle [°]	28,8 ± 3,5	25,8 ± 3,8	28,8 ± 4,4	F(2,19) = 1,192 P = 0,325

### Kinematické vzory chůze u pacientů a zdravých kontrol

Obr. 3A–C ukazuje úhlové odchylky v sagitální, frontální a transversální rovině. Obr. 3D–E ukazuje časový průběh úhlových odchylek v kyčelním a kolenním kloubu. V každé části představuje horní panel křivky příslušné části těla u pacientů léčených operačně (modrá) nebo konzervativně (zelená) a u zdravých kontrol (červená). Druhý panel od shora představuje časové průběhy hodnot F získaných vypočítáním jednosměrné ANOVA na každých 100 časových bodů standardizovaného krokového cyklu. Ke snížení rizika falešně pozitivních výsledků v důsledku velkého množství ANOVA analýz byly hodnoty P upraveny pomocí permutační analýzy (Maris a Oostenveld 2007).





**Obr. 3** Sklony pánve ve třech orthogonálních rovinách a amplitudy flexe kyčle a kolene během standardizovaného krokového cyklu ve třech skupinách probandů. **A.** Sklon pánve v sagitální rovině. Horní panel ukazuje průměrnou úhlovou výchylku ve skupině pacientů léčených operačně (modrá), konzervativně (zeleň) a zdravých kontrol (červená). 90% interval spolehlivosti je také zobrazen. Střední panel ukazuje  $F$  hodnoty z jednosměrné ANOVA během standardizovaného krokového cyklu. Červená část křivky pro hodnoty  $F$  ukazuje statistickou významnost v úrovni korekce hodnoty  $P = 0,01$ . Spodní panel ukazuje průměrné hodnoty sklonu pánve v sagitální rovině u třech skupin probandů. Ukazatele variability v sloupcových grafech jsou 95% konfidenční intervaly. **B.** Sklon pánve ve frontální rovině. **C.** Sklon pánve v transversální rovině. **D.** Amplituda flexe v kyčli. Záporné hodnoty odpovídají extenzi v kyčli. **E.** Amplituda ve flexi kolene. Horní panel ukazuje časový průběh flexe kolene ve stupních během standardizovaného krokového cyklu ve třech skupinách probandů. Střední panel ukazuje profil  $F$  hodnot ANOVA během standardizovaného krokového cyklu. Statisticky významné hodnoty  $F$  jsou vyznačeny červeně. Spodní panel ukazuje průměrné amplitudy flexe v koleni u třech skupin probandů. Ukazatele variability v sloupcových grafech jsou 95% konfidenční intervaly.

Mezi třemi skupinami dětí byl rozdíl amplitud v odchylce pánve v sagitální rovině (Obr. 3A) a v amplitudě flexe kolene (Obr. 3E). Ve skupině léčené operačně byla statisticky výraznější odchylka v náklonu pánve v sagitální rovině v počátečních 25 % krokového cyklu (horní a střední panel v Obr. 3A). Spodní panel v Obr. 3A ukazuje střední hodnoty a 95% intervaly jistoty u sklonu pánve v sagitální rovině pro 1–25 % intervalu krokového cyklu. Celkový efekt skupin byl statisticky významný ( $F(2,85) = 7,6, P = 0,0009$ ). Hlavní efekt skupin byl způsoben statisticky vyšším sklonem pánve v sagitální rovině u pacientů léčených operačně v porovnání ke skupině léčené konzervativně ( $F(1,85) = 13,91, P = 0,003$  a ke zdravým kontrolám ( $F(1,85) = 6,7, P = 0,011$ ). Mezi skupinou

léčenou konzervativně a zdravými kontrolami nebyl statisticky významný rozdíl ve sklonu pánve v sagitální rovině ( $P > 0,05$ ).

Co se týče signálu flexe kolene, tak statisticky významný efekt skupiny dětí se vyskytl v počáteční fázi (1–13 %) standardizovaného krokového cyklu (Obr. 3E, horní a prostřední panel). Střední hodnoty a 95% intervaly jistoty v amplitudě flexe kolene ve třech skupinách dětí je zobrazen v Obr. 3E (spodní panel). Jednosměrná ANOVA amplitudy flexe kolene v intervalu 1–13 % byla statisticky významná ( $F(2,82) = 10,47$ ,  $P = 0,0009$ ). Podobně jako u sklonu pánve v sagitální rovině byla amplituda flexe kolene v počátečním intervalu krokového cyklu větší u operačně léčené skupiny v porovnání s konzervativní ( $F(1,82) = 10,1$ ,  $P = 0,002$ ) a zdravými kontrolami ( $F(1,82) = 18,2$ ,  $P = 0,00006$ ), přičemž mezi pacienty léčenými konzervativně a zdravými kontrolami nebyl statisticky významný rozdíl ( $P > 0,05$ ).

## 5. DISKUZE

Výsledky retrospektivní studie pacientů s LCP potvrdily vztah mezi iniciálním stupněm onemocnění reprezentovaným Herringovou klasifikací a radiologicky hodnocenými výsledky léčby dle Stulberga, dále vztah mezi věkem pacienta v době stanovení diagnózy a výsledky léčby. Výsledky u pacientů léčených operačně a konzervativně byly srovnatelné a to jak napříč celým věkovým spektrem, tak v podskupině pacientů pod 6 let věku.

Věk v době diagnózy byl silným prediktorem výsledku terapie, přičemž vyšší věk byl ve vztahu s horšími výsledky. Výsledky terapie se lišily u podskupiny pacientů pod 6 let a nad 6 let věku. Naše výsledky jsou v souladu s předchozími pracemi (Gent et al. 2007; Canavese a Dimeglio 2008; Nakamura et al. 2015; Rosenfeld et al. 2007; Oh et al. 2021). Dřívější prospektivní studie dokládá, že věk v době stanovení diagnózy byl druhým nejsilnějším prediktorem výsledku léčby (Wiig et al. 2008). Vliv věku na výsledek terapie může zahrnovat vyšší remodelační schopnost kosti, menší absolutní množství kostní hmoty ke zhojení a více času ke zhojení u mladších pacientů v porovnání se staršími (Wiig et al. 2008). Jak bylo doloženo, remodelační kapacita acetabula klesá po dosažení věku 8 let (Wiig et al. 2008).

Dalším prediktorem pro výsledek léčby byla klasifikace laterálního pilíře dle Herringa v počátečních stádiích onemocnění. K hodnocení úrovně postižení epifyzy je možno použít celou řadu klasifikačních schémat, ovšem Herringova klasifikace laterálního pilíře vykazuje nejvyšší spolehlivost mezi hodnotícími odborníky (Rosenfeld et al. 2007; Lee et al. 2009). Herringova klasifikace zůstává validní, přestože některá pozorování upozorňují na nutnost přehodnocení časných RTG snímků v pozdější fázi onemocnění až ve 30 % z důvodu dalšího kolapsu hlavice stehenní kosti (Lappin et al. 2002). Pacienti s nižším stupněm postižení hlavice (Herring A) vykazují dosažení lepších výsledků v porovnání

s pacienty s vyšším stupněm postižení epifýzy (Herring B–C) (Wiig et al. 2016; Ismail a Macnicol 1998). Naše výsledky dále podporují Herringovu klasifikaci jako silný prediktor výsledků léčby u LCP.

Předchozí studie, které zkoumaly výsledky léčby u podskupiny pacientů pod 6 let věku využívaly k léčbě těchto pacientů téměř výhradně konzervativní terapii (Canavese a Dimeglio 2008; Gent et al. 2006). Pomocí konzervativní terapie zahrnující užití ortéz, sádrování, odlehčování a fyzikální léčbu, bylo dosaženo dobrých výsledků. Přesto byly zaznamenány potenciálně nepříznivé výsledky konzervativní terapie u pacientů pod 6 let věku, především u těch, kde byl velký podíl nekrotické epifýzy (Fabry et al. 2003; Nakamura et al. 2015). Dále byl pozorován negativní psychologický vliv konzervativní terapie především pro délku jejího trvání s dlouhodobou fyzioterapií a užitím abdukčních pomůcek (Price et al. 1988; Do et al. 2021). Články dokazující vztah mezi nižší socio-ekonomickou úrovní a compliance při léčbě zlomenin naznačují možnou podobnost i u rodin pacientů s LCP chorobou léčených konzervativně, znevýhodněných svou socio-ekonomickou situací (Menza et al. 2020). Zároveň byla prokázána vyšší incidence LCP choroby u některých komunit s horším sociálním pozadím (Pillai et al. 2005).

Předchozí studie dokazují dobré výsledky léčby u dětí pod 6 let věku s hodnotami 63 % (Nakamura et al. 2015), 65 % (Gent et al. 2007) a 80 % (Rosenfeld et al. 2007). Naše studie vykazuje podobně příznivé výsledky napříč oběma metodami léčby (87 %), ve skupině operačně léčených pacientů s příznivými výsledky v 74 % případů. Naše data přidávají k předchozím studiím, kde byla konzervativní léčba využita výhradně u všech pacientů (Nakamura et al. 2015) nebo ve valné většině případů (Canavese a Dimeglio 2008; Gent et al. 2007). Příznivé výsledky operačně léčené podskupiny pacientů bez ohledu na závažnost onemocnění (Herring B, C) naznačují, že operační léčba je vhodnou metodou léčby i u pacientů pod 6 let věku. Možnost dosažení srovnatelných výsledků

operační a konzervativní léčby může být důležitý rozhodující moment, zvláště v případech, kde compliance rodiny není plně zaručitelná.

Na základě našich výsledků předpokládáme, že výsledky léčby u pacientů s LCP chorobou jsou ovlivněni především iniciálním stupněm postižení hlavice a věkem pacienta v době stanovení diagnózy. Operační a konzervativní léčba poskytuje porovnatelné výsledky a to jak v podskupině pacientů pod 6 let věku, tak v celém souboru. Operační léčba by mohla představovat metodu volby i u pacientů pod 6 let věku, zvláště pokud není možné zaručit compliance při poskytování konzervativní terapie. Přestože současná studie dokládá podobné výsledky operační a konzervativní terapie, je nutné zdůraznit individuální přístup při hodnocení klinických a radiologických parametrů u konkrétních pacientů.

Předložená experimentální studie hodnotila vzory chůze a rozsah pohybů v kyčelním kloubu u pacientů s LCP chorobou po proběhlé operační nebo konzervativní léčbě. Operačně léčení pacienti vykazovali snížený rozsah vnitřní rotace a abdukce v kyčli, vyšší výchylku pánve v sagitální rovině a vyšší amplitudu flexe v koleni během počáteční fáze krokového cyklu v porovnání s pacienty léčenými konzervativně a se zdravými kontrolami.

V porovnání se zdravými kontrolami, byl rozsah pohybů v kyčelním kloubu snížen u pacientů léčených operačně, ale ne u pacientů léčených konzervativně. Snížení pasivního rozsahu pohybů bylo popsáno u 20–30 % pacientů s LCP chorobou po proběhlé terapii (Westhoff et al. 2011; Stief et al. 2016; Kitakoji et al. 2005). Především snížení vnitřní rotace a abdukce v kyčli bylo popsáno u pacientů po operaci a během období rehabilitace (Stief et al. 2016). Omezení rozsahu pohybu bylo podobně u pacientů léčených pomocí SPO a VO (Kitakoji et al. 2005) a taktéž podobné mezi skupinami léčenými operačně a konzervativně po dosažení kostní zralosti (Kaneko et al. 2020). Vzhledem k tomu, že funkční parametry v současné studii byly získávány v odstupu přibližně 3,4 let po proběhlé léčbě, je možné, že se parametry rozsahů pohybu u operačně léčené sku-

piny upraví v době dosažení kostní zralosti. Zároveň pacienti z operačně léčené skupiny neuváděli žádné subjektivní obtíže v důsledku omezení rozsahu pohybu.

Pacienti léčení operačně vykazovali zvýšenou amplitudu sklonu pánve v sagitální rovině během počátečních 25 % standardizovaného krokového cyklu a zvýšenou amplitudu flexe kolene v počátečních 13% krokového cyklu. Zvýšení předního sklonu pánve bylo popsáno ve skupině pacientů s LCP chorobou ve floridním stadiu v porovnání s pacienty ve stadiu hojení (Westhoff et al. 2012). Naše data dokládají možnost zvýšení předního sklonu pánve i v residuální fázi onemocnění u pacientů léčených operačně. Přestože naše studie ukazuje zvýšenou amplitudu flexe kolene v počáteční fázi standardizovaného krokového cyklu u pacientů léčených operačně, tak předchozí studie ukazují snížení amplitudy flexe kolene během chůze u pacientů s LCP v residuální fázi (zhruba 28 měsíců po operaci) v porovnání se zdravými kontrolami (Kaneko et al. 2020). Dále vykazovali pacienti snížení flexe kolene během rehabilitace v porovnání s výchozím bodem. Vzhledem k nepřítomnosti dat z výchozího bodu v současné studii a nepřítomnost konzervativně léčené skupiny v předchozí zmíněné studii zůstávají důvody pro tento rozpor ve flexi kolene nejasné a je nutné se na ně zaměřit v budoucích studiích, které budou zahrnovat větší skupiny pacientů léčených konzervativně a operačně, vstupní hodnoty a vícečetné záznamy ze sledování.

Využití globálních parametrů chůze jako je *Gillette Gait Index* nebo *Hip Flexor Index* v analýze chůze pacientů s LCP chorobou (Westhoff et al. 2012; 2011; Stief et al. 2016) nebo vyhodnocení maximálních změn kinematických signálů může maskovat časovou informaci poskytovanou 3D kinematickými daty. Časová analýza kinematických vzorců chůze využitá v současné studii zahrnující velké množství vzorků k popisu standardizovaného krokového cyklu nasměrovala k přítomnosti statisticky významných skupinových efektů u sklonu pánve v sagitální rovině a flexe v koleni pouze v počáteční fázi krokového cyklu. Naše pozorování časově závislých změn v chůzi je v souladu s nedávnou

studií zdůrazňující riziko přehlédnutí časových aspektů chůze u pacientů s LCP při použití globálních chůzových indexů (Westhoff et al. 2022). Je důležité zdůraznit, že časová analýza 3D kinematických dat zahrnuje vyšší riziko chyby typu I a je nutná korekce hodnot P z důvodu vícečetných statistických testů.

Bylo prokázáno, že rozdíl délek končetin nad 2 cm je spjat s komplexním posturálním přizpůsobením se zvýšením práce v delší končetině jako nejdůležitějším znakem (Schulze a Tingart 2016). Byla zmíněna možnost, že rozdíl délek končetin u pacientů s LCP chorobou může vést ke kompenzačním mechanismům jako je omezení rozsahu flexe v kolenu (Kitakoji et al. 2005). V naší studii byla však průměrná diference délek u operačně léčených pacientů 0,81 cm (SD = 0,79), tedy moc nízká na vysvětlení změn při chůzi v této skupině pacientů.

## 6. ZÁVĚRY DISERTAČNÍ PRÁCE A VYHODNOCENÍ HYPOTÉZ

Ze získaných výsledků klinické i experimentální části práce vyplývají poznatky s možným dopadem na stratifikaci léčby a následnou rehabilitační péči u pacientů s LCP chorobou.

V klinické části práce jsme potvrdili hlavní prediktory určující výsledek terapie LCP choroby. Dále jsme u skupiny pacientů pod 6 let věku srovnali výsledky operační a konzervativní terapie a označili operační léčbu za adekvátní alternativu k léčbě konzervativní v této podskupině.

V experimentální části práce s využitím analýzy chůze jsme potvrdili alterace při stereotypu chůze u pacientů v residuální fázi onemocnění. Na základě těchto poznatků bylo možno potvrdit základní hypotézy studie.

### **Hypotéza 1. Hlavními prediktory určující radiologický výsledek léčby LCP choroby jsou věk pacienta v době diagnózy a rozsah postižení epifýzy.**

Věk pacienta byl na základě naší retrospektivní analýzy vyhodnocen jako statisticky významný prediktor výsledného tvaru hlavice, reprezentovaný klasifikací dle Stulberga. Věk pacientů pod 6 let věku byl asociován s lepším finálním výsledkem, věk nad 6 let s horším výsledkem. Naše zjištění jsou v souladu s ostatními pracemi, které se zabývali touto problematikou (Gent et al. 2007; Canavese a Dimeglio 2008; Nakamura et al. 2015; Rosenfeld et al. 2007; Oh et al. 2021).

Rozsah postižení epifýzy ve fragmentačním stadiu onemocnění v předložené klinické studii, představovaný klasifikací laterálního pilíře dle Herringa, byl dalším významným prediktorem výsledku terapie dle Stulbergovy klasifikace. Tento náleze je v souladu s dřívějšími pracemi, potvrzujícími, že pacienti s mírnějším postižením hlavice (Herring A) dosahují lepších radiologických výsledků, než pacienti s vyšším stupněm postižení (Herring B–C) (Wiig et al. 2016; Ismail a Macnicol 1998).



## **Hypozéza 2. Podskupina pacientů pod 6 let věku vykazuje srovnatelné výsledky při léčbě operační a léčbě konzervativní.**

Výsledky léčby u podskupiny pacientů pod 6 let věku v klinické studii byly příznivé napříč oběma skupinami zvolené terapie (87 %). U podskupiny operačně léčených bylo dobrých výsledků 74 %. Naše data doplňují ostatní práce zkoumající podskupinu dětí pod 6 let věku přidáním operačně léčené skupiny pacientů (Nakamura et al. 2015; Gent et al. 2007; Rosenfeld et al. 2007).

## **Hypozéza 3. Abnormality v klinických parametrech (ROM) a kinematických parametrech při 3D analýze chůze přetrvávají i po proběhlé terapii.**

Experimentální práce potvrdila omezený rozsah vnitřní rotace a abdukce v kyčli po operační terapii pro LCP chorobu. Dále byla metodou kinematické analýzy chůze potvrzena vyšší výchylka pánve v sagitální rovině a vyšší amplituda flexe v koleni během počáteční fáze krokového cyklu u operačně léčených pacientů v porovnání se skupinou léčenou konzervativně a kontrolní skupinou zdravých kontrol.

## SOUHRN

**Cíl:** Cílem klinické části práce bylo zhodnotit základní prediktory ovlivňující výsledky léčby hodnocené radiologicky za použití Stulbergovy klasifikace. Dále bylo cílem porovnat u podskupiny pacientů pod 6 let výsledky konzervativní a operační terapie. V experimentální části práce bylo cílem zhodnotit abnormality ROM a parametrů chůze získaných kinematickou analýzou chůze po proběhlé terapii.

**Metody:** Disertační práce byla rozdělena do dvou základních částí. V první klinické části byl vyhodnocen soubor pacientů s LCP chorobou léčených v období let 2006–2019. Celkem se jednalo o 47 pacientů. Hodnocení bylo založeno na radiologických nálezech a klinických datech. Ve sledovaném souboru jsme hodnotili vztah mezi prediktory (Herringova klasifikace, věk v době diagnózy, pohlaví) na výsledek léčby hodnocený pomocí Stulbergovy klasifikace. Dále jsme srovnávali výsledky operační a konzervativní terapie u podskupiny pacientů pod 6 let.

V experimentální části práce jsme u 14 pacientů po terapii LCP choroby a 8 zdravých osob zkoumali změny v parametrech chůze získaných pomocí 3D kinematickou analýzou chůze s využitím systému Qualisis. Dále jsme hodnotili klinický parametr rozsahu pohybu v kyčelním kloubu získaný goniometrickým měřením.

**Výsledky:** V klinické části jsme potvrdili, že nejvýznamnějšími prediktory pro výsledek terapie jsou věk pacienta v době diagnózy a rozsah postižení hlavičky dle Herringovy klasifikace. Korelace mezi vstupní Herringovou klasifikací a výslednou Stulbergovou klasifikací byla statisticky významná ( $\chi^2(4) = 11,5$ ,  $P = 0,021$ ) přičemž závažnější postižení laterálního pilíře při počátečním vyšetření bylo spojeno s horšími výsledky léčby. U druhého prediktoru – tedy věku v době stanovení diagnózy byl statisticky významný rozdíl mezi třemi skupinami výsledků terapie ( $F(4,96) = 4,47$ ,  $P = 0,016$ ). Vliv pohlaví na výsledek terapie

nebyl statisticky významný ( $\chi^2 = 3,68$ ,  $P = 0,159$ ) stejně jako vliv zvolené terapie ( $\chi^2(2) = 5,48$ ,  $P = 0,064$ ).

Při hodnocení podskupiny pacientů pod 6 let věku bylo prokázáno, že není statisticky významný rozdíl mezi zvolenou konzervativní a operační terapií v této podskupině (Pearsonovo  $\chi^2 = 4,65$ ,  $P = 0,098$ ) a tedy dosažení dobrých (Stulberg I–II) výsledků terapie u konzervativně léčené skupiny (88 %) i operačně léčené skupiny (68 %).

V experimentální části byl prokázán statisticky významný efekt ve vnitřní rotaci a abdukci kyčle v parametrech rozsahu pohybu oproti zdravým kontrolám a konzervativně léčené skupině pacientů. Dále byl mezi třemi skupinami dětí rozdíl amplitud v odchylce pánve v sagitální rovině a v amplitudě flexe kolene. Ve skupině léčené operačně byla statisticky výraznější odchylka v náklonu pánve v sagitální rovině v počátečních 25 % krokového cyklu. Celkový efekt skupin byl statisticky významný ( $F(2,85) = 7,6$ ,  $P = 0,0009$ ). U signálu při flexi kolene byl statisticky významný vliv typu léčby v počáteční fázi (1–13 %) standardizovaného krokového cyklu ( $F(2,82) = 10,47$ ,  $P = 0,0009$ ).

**Závěr:** Klinická část práce potvrzuje jako nejsilnější prediktory na výsledek léčby věk v době stanovení diagnózy a rozsah postižení epifyzy ve fragmentační fázi onemocnění. Dále byl prokázán srovnatelně dobrý výsledek konzervativní a operační terapie u podskupiny dětí pod 6 let. V experimentální části práce bylo prokázáno omezení funkčního parametru rozsahu pohybu (vnitřní rotace a abdukce) u pacientů po operační terapii a dále abnormality ve stereotypu chůze (sklon pánve v sagitální rovině a flexe kolene) v počáteční fázi krokového cyklu u pacientů po operační terapii při hodnocení 3D kinematickou analýzou chůze. Práce podporuje možnost zvolení operační terapie u vybraných pacientů pod 6 let věku a dále poukazuje na nutné dlouhodobé sledování a rehabilitaci funkčních odchylek lokomoce.

## SUMMARY

**Aims:** The aim of the clinical study was to analyse the predictors of treatment of LCP disease in patients treated conservatively or surgically with treatment outcomes being evaluated using Stulberg classification. A secondary aim of the clinical study was to compare the treatment outcomes of both treatments in children below 6 years of age. The aim of the experimental study was to evaluate the hip range of motion and kinematic gait patterns after surgical or conservative treatment.

**Methods:** Research was presented in form of a clinical and experimental study. In the clinical study, a sample of 47 patients treated for LCP disease between the years 2006 and 2019 was evaluated. Evaluation of clinical outcomes was based on radiographic and clinical data. Associations between selected predictors (Herring categories, age at the time of diagnosis, sex) and treatment outcomes evaluated using Stulberg classification were analysed using contingency table analysis. Further, treatment outcomes of surgical or conservative treatment were evaluated in children below 6 years of age.

In the experimental study, the gait patterns were evaluated in 14 LCP patients and 8 healthy children using a 3D kinematic gait analysis system Qualisys. In addition, the hip range of motion was evaluated using goniometric measurements.

**Results:** Results of the clinical study confirmed a significant role of age at the time of diagnosis and the amount of deterioration of femoral head according to Herring classification. The correlation between Herring and Stulberg classifications was statistically significant ( $\chi^2(4) = 11.5, P = 0.021$ ) with severity of deterioration of femoral head being positively related to poor treatment outcome. As far as age at the time of diagnosis is concerned, there was a statistically significant main effect of age ( $F(4,96) = 4.47, P = 0.016$ ). Neither sex ( $\chi^2 = 3.68, P = 0.159$ ) nor the type of therapy ( $\chi^2(2) = 5.48, P = 0.064$ ) were statistically significant predictors of treatment outcome.

In the group of patients below the age of 6 years, no statistically significant difference in treatment outcomes between surgical and conservative treatment was found (Pearson's  $\chi^2 = 4.65$ ,  $P = 0.098$ ) suggesting favourable treatment outcomes (Stulberg I–II) in patients treated conservatively (88%) or surgically (68%).

In the experimental study, patients treated surgically showed a statistically significant reduction in internal rotation and abduction of hip joint compared to patients treated conservatively or healthy controls. Further, the gait analysis revealed differences in gait patterns between groups of children treated surgically and groups of children treated conservatively or healthy controls. In the group of patients receiving surgical treatment, the pelvic tilt in sagittal plane during the initial 25% of the standardised gait cycle was larger compared to the other two groups of children ( $F(2,85) = 7.6$ ,  $P = 0,0009$ ). Likewise, the amount of knee flexion during the initial 13% of the gait cycle was larger in surgically treated patients compared to patients treated conservatively or healthy children ( $F(2,82) = 10.47$ ,  $P = 0,0009$ ).

**Conclusion:** Results of the clinical study confirmed age at the time of diagnosis and the amount of necrosis of femoral epiphysis, equivalent to the fragmentation stage of the disease, as significant predictors of treatment outcome. Further, comparable favourable outcomes of surgical and conservative treatment were found in children below 6 years of age. Results of the experimental study revealed a reduction of the hip range of motion (internal rotation of the hip and adduction of the hip) and alterations in gait stereotypes (pelvic tilt in sagittal plane and knee flexion) in 3D kinematic recordings of the gait in patients treated surgically.

Results reinforce the possibility of surgical treatment of LCP disease even in children below 6 years of age, and point to the necessity of a longterm follow-up testing and rehabilitation to mitigate the sustained functional alterations in locomotion in patients receiving surgical treatment.

## Použitá literatura

1. Canavese, F, and A Dimeglio. 2008. "Perthes' Disease: Prognosis in Children under Six Years of Age." *J Bone Joint Surg Br* 90 (7): 940–45. <https://doi.org/10.1302/0301-620X.90B7.20691>.
2. Catterall, A. 1980. "Natural History, Classification, and x-Ray Signs in Legg-Calve-Perthes' Disease." *Acta Orthop Belg* 46 (4): 346–51. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/7223380>.
3. Do, D H, A A Valencia, C H Jo, and H K W Kim. 2021. "Moderate Weightbearing Restrictions Are Associated with Worse Depressive Symptoms and Anxiety in Children Aged 5 to 7 Years with Perthes Disease." *Clin Orthop Relat Res*. <https://doi.org/10.1097/CORR.0000000000002010>.
4. Fabry, K, G Fabry, and P Moens. 2003. "Legg-Calve-Perthes Disease in Patients under 5 Years of Age Does Not Always Result in a Good Outcome. Personal Experience and Meta-Analysis of the Literature." *J Pediatr Orthop B* 12 (3): 222–27. <https://doi.org/10.1097/01.bpb.0000049583.53117.f7>.
5. Gent, E, P Antapur, J Fairhurst, G R Taylor, and N M Clarke. 2006. "Perthes' Disease in the Very Young Child." *J Pediatr Orthop B* 15 (1): 16–22. <https://doi.org/10.1097/01202412-200601000-00004>.
6. Gent, E, P Antapur, R L Mehta, V M Sudheer, and N M Clarke. 2007. "Predicting the Outcome of Legg-Calve-Perthes' Disease in Children under 6 Years Old." *J Child Orthop* 1 (2): 159. <https://doi.org/10.1007/s11832-007-0023-7>.
7. Herring, J A. 2011. "Legg-Calve-Perthes Disease at 100: A Review of Evidence-Based Treatment." *J Pediatr Orthop* 31 (2 Suppl): S137-40. <https://doi.org/10.1097/BPO.0b013e318223b52d>.
8. Huhnstock, S, S Svenningsen, E Merckoll, A Catterall, T Terjesen, and O Wiig. 2017. "Radiographic Classifications in Perthes Disease." *Acta Orthop* 88 (5): 522–29. <https://doi.org/10.1080/17453674.2017.1340040>.
9. Ismail, A M, and M F Macnicol. 1998. "Prognosis in Perthes' Disease: A Comparison of Radiological Predictors." *J Bone Joint Surg Br* 80 (2): 310–14. <https://doi.org/10.1302/0301-620x.80b2.8054>.
10. Kaneko, H, H Kitoh, K Mishima, M Matsushita, T Hattori, K Noritake, N Ishiguro, and Y Yoshihashi. 2020. "Comparison of Surgical and Nonsurgical Containment Methods for Patients with Legg-Calve-Perthes Disease of the Onset Ages between 6.0 and 8.0 Years: Salter Osteotomy versus a Non-Weight-Bearing Hip Flexion-Abduction Brace." *J Pediatr Orthop B* 29 (6): 542–49. <https://doi.org/10.1097/BPB.0000000000000710>.
11. Kitakoji, T, T Hattori, H Kitoh, M Katoh, and N Ishiguro. 2005. "Which Is a Better Method for Perthes' Disease: Femoral Varus or Salter Osteotomy?" *Clin Orthop Relat Res*, 430: 163–70. <https://doi.org/10.1097/01.blo.0000137549.60694.63>.

12. Lappin, Kieran, David Kealey, and Aidan Cosgrove. 2002. "Herring Classification: How Useful Is the Initial Radiograph?" *Journal of Pediatric Orthopaedics* 22 (4): 479–82. <https://doi.org/10.1097/00004694-200207000-00012>.
13. Lee, D S, S T Jung, K H Kim, and J J Lee. 2009. "Prognostic Value of Modified Lateral Pillar Classification in Legg-Calve-Perthes Disease." *Clin Orthop Surg* 1 (4): 222–29. <https://doi.org/10.4055/cios.2009.1.4.222>.
14. Maris, E, and R Oostenveld. 2007. "Nonparametric Statistical Testing of EEG- and MEG-Data." *J. Neurosci. Meth.* 164: 177–90.
15. Menza, B, D Iacone, D Talvar, S Wudbhaw, and S Apurva. 2020. "Socioeconomic Deprivation and Its Adverse Association with Adolescent Fracture Care Compliance." *JBHS Open Access* 5 (2).
16. Meurer, A, M Schwitalle, T Humke, T Rosendahl, and J Heine. 1999. "[Comparison of the Prognostic Value of the Catterall and Herring Classification in Patients with Perthes Disease]." *Z Orthop Ihre Grenzgeb* 137 (2): 168–72. <https://doi.org/10.1055/s-2008-1039353>.
17. Nakamura, J, M Kamegaya, T Saisu, J Kakizaki, S Hagiwara, S Ohtori, S Orita, and K Takahashi. 2015. "Outcome of Patients with Legg-Calve-Perthes Onset before 6 Years of Age." *J Pediatr Orthop* 35 (2): 144–50. <https://doi.org/10.1097/BPO.0000000000000246>.
18. Nguyen, N A, G Klein, G Dogbey, J B McCourt, and C T Mehlman. 2012. "Operative versus Nonoperative Treatments for Legg-Calve-Perthes Disease: A Meta-Analysis." *J Pediatr Orthop* 32 (7): 697–705. <https://doi.org/10.1097/BPO.0b013e318269c55d>.
19. Oh, H S, M J Sung, Y M Lee, S Kim, and S T Jung. 2021. "Does the Duration of Each Waldenstrom Stage Affect the Final Outcome of Legg-Calve-Perthes Disease Onset before 6 Years of Age?" *Children (Basel)* 8 (2). <https://doi.org/10.3390/children8020118>.
20. Pillai, A, S Atiya, and P S Costigan. 2005. "The Incidence of Perthes' Disease in Southwest Scotland." *J Bone Joint Surg Br* 87 (11): 1531–35. <https://doi.org/10.1302/0301-620X.87B11.16744>.
21. Plasschaert, V F, H L Horemans, L M de Boer, J Harlaar, A F Diepstraten, and M E Roebroek. 2006. "Hip Abductor Function in Adults Treated for Perthes Disease." *J Pediatr Orthop B* 15 (3): 183–89. <https://doi.org/10.1097/01.bpb.0000186645.76697.7a>.
22. Price, C T, D D Day, and J C Flynn. 1988. "Behavioral Sequelae of Bracing versus Surgery for Legg-Calve-Perthes Disease." *J Pediatr Orthop* 8 (3): 285–87. <https://doi.org/10.1097/01241398-198805000-00006>.
23. Rosenfeld, S B, J A Herring, and J C Chao. 2007. "Legg-Calve-Perthes Disease: A Review of Cases with Onset before Six Years of Age." *J Bone Joint Surg Am* 89 (12): 2712–22. <https://doi.org/10.2106/JBJS.G.00191>.
24. Schulze, A, and M Tingart. 2016. "Salter Innominate Osteotomy : Indications, Surgical Technique, Results." *Orthopade* 45: 659–65. <https://doi.org/10.1007/s00132-016-3290-5>.

25. Stančák, A, J Kautzner, P Chládek, O Adamec, V Havlas, and T Trč. 2022. “Predictors of Radiographic Outcomes of Conservative and Surgical Treatment of Legg-Calvé-Perthes Disease.” *Int Orthop*. <https://doi.org/10.1007/s00264-022-05584-x>.
26. Stief, F, A Schmidt, S Adolf, L Kremer, M Brkic, and A Meurer. 2016. “Development of Gait Performance and Dynamic Hip and Knee Joint Loading after Containment Improving Surgery in Patients with Legg-Calve-Perthes Disease.” *Gait Posture* 47: 51–56. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2016.04.009>.
27. Stulberg, S D, D R Cooperman, and R Wallensten. 1981. “The Natural History of Legg-Calve-Perthes Disease.” *J Bone Joint Surg Am* 63 (7): 1095–1108. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/7276045>.
28. Westhoff, B, L Hegemann, C Lederer, and D Raab. 2022. “Evaluation of Overall Gait Quality in Perthes Disease. Are Global Gait Indices of Value for a Local Musculoskeletal Disorder?” *Clin Biomech (Bristol, Avon)* 97 (Epub May 20): 105670. <https://doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2022.105670>.
29. Westhoff, B, F Martiny, A Reith, R Willers, and R Krauspe. 2012. “Computerized Gait Analysis in Legg-Calve-Perthes Disease - Analysis of the Sagittal Plane.” *Gait Posture* 35 (4): 541–46. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2011.11.020>.
30. Westhoff, B, A Petermann, M A Hirsch, R Willers, and R Krauspe. 2006. “Computerized Gait Analysis in Legg Calve Perthes Disease--Analysis of the Frontal Plane.” *Gait Posture* 24 (2): 196–202. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2005.08.008>.
31. Westhoff, B, C Zilkens, A Reith, E Jelinek, F Martiny, R Willers, and R Krauspe. 2011. “Correlation of Functional Outcome and X-Ray Findings after Perthes Disease.” *Int Orthop* 35 (12): 1833–37. <https://doi.org/10.1007/s00264-011-1254-2>.
32. Wiig, O, S Huhnstock, T Terjesen, A H Pripp, and S Svenningsen. 2016. “The Outcome and Prognostic Factors in Children with Bilateral Perthes’ Disease: A Prospective Study of 40 Children with Follow-up over Five Years.” *Bone Joint J* 98-B (4): 569–75. <https://doi.org/10.1302/0301-620X.98B4.36045>.
33. Wiig, O, T Terjesen, and S Svenningsen. 2008. “Prognostic Factors and Outcome of Treatment in Perthes’ Disease: A Prospective Study of 368 Patients with Five-Year Follow-Up.” *J Bone Joint Surg Br* 90 (10): 1364–71. <https://doi.org/10.1302/0301-620X.90B10.20649>.

## Přehled publikační činnosti autora

### 1. Původní vědecké práce in extenso, které jsou podkladem disertace

#### *a) Práce s impakt faktorem*

Stančák, A., Kautzner, J., Chládek, P., Adamec, O., Havlas, V., Trč, T., Predictors of radiographic outcomes of conservative and surgical treatment of Legg-Calvé-Perthes disease *Int. Orthop.*, 2022; Dec;46(12):2869-2875. doi: 10.1007/s00264-022-05584-x. **IF: 3.075**



Stančák, A., Kautzner, J., Havlas, V., Porovnání výsledků konzervativní a operační léčby zlomenin spina iliaca anterior superior a spina iliaca anterior inferior u dětí a dospívajících. Acta Chir. Orthop. Traum., 2016;83(1):38-42. **IF: 0.531**

Salášek, M., Havránek, P., Havlas, V., Pavelka, T., Pešl, T., Stančák, A., Hendrych, J., Džupa, V. Paediatric pelvic injuries: a retrospective epidemiological study from four level I trauma centers. Int. Orthop., 2021; 45:2033–2048. **IF: 3.479**

Kautzner, J., Zeman, P., Stančák, A., Havlas, V., Hip arthroscopy learning curve: a prospective single-surgeon study. Int. Orthop., 2018; Apr;42(4):777-782. **IF : 2.384**

## ***b) Práce bez IF***

Stančák, A., Chládek, P., Kautzner, J., Trč, T., Současné trendy v terapii morbus Perthes – přehledový článek Ortopedie, 2021, číslo 3., 76-80.

Schejbalová, A., Stančák, A., Chládek, P., Trč, T., Havlas, V., Legg – Calvé – Perthesova choroba – přehledový článek. Česko – Slovenská pediatrie, 3/72, červen 2017, 212-217.

Smetana, P., Stančák, A., Chládek, P., Kautzner, J., Trč, T., Přehled možností operační léčby pro vývojovou dysplasi kyčelního kloubu, Ortopedie, Vol.11, 2017, číslo 4., 187-190.

Kautzner, J., Stančák, A., Trč, T., Využití arthrografie při diagnostice a terapii vývojové kyčelní dysplasie, Ortopedie, Vol.11, 2017, číslo 4, 182-185.

Stančák, A., Chládek, P., Kautzner, J., Trč, T., Skluz proximální femorální epifýzy – přehledový článek, Ortopedie, 2018, číslo 6, 254-261.

Stančák, A., Kautzner, J., Trč, T., Havlas, J., Léčba avulzních zlomenin v oblasti pánve a kyčle u dětí a dospívajících. Rozhledy v chirurgii, 2017;96(4):156-162., vol. 96.

Zeman, P., a spol., Artrioskopie kyčelního kloubu, Maxdorf, 2016, Kapitola: Vývoj a historie artrioskopie kyčelního kloubu. str. 13-17.

## **2. Původní vědecké práce in extenso bez vztahu k tématu disertace**

### ***a) Práce s impakt faktorem***

Stančák, A., Němec, J., Havlas, V., Raritní dorsální traumatická luxace SC kloubu u 14ti letého pacienta – kazuistika, Acta Chir. Orthop. Traum. Cech., 84 (3):215-218, 2017, **IF: 0.531**

Hanus, M., Handl, M., Stančák, A., Trč, T., Nová metoda rekonstrukce předního zkríženého vazů kolenního kloubu pomocí hamstringů – klinická část, Acta Chir Orthop Traumatol Cech. 2019;86(1):46-50., **IF: 0.531**

Hanus, P., Stančák, A., Šťastný, E., Trč, T., Reoperace plastik LCA v našem souboru, Acta Chir Orthop Traumatol Cech. 2021;88(2):124-130, **IF: 0.531**

## ***b) Práce bez IF***

Stančák, A., Zpráva ze stáže – Inselspital Bern, Ortopedie, Vol.11, 2017, číslo 4

### **3. Přednášky, plakátová sdělení na odborných setkáních**

Stančák, A., Chládek, Trč, T. Sympozium dětské zlomeniny Zbiroh, 13.-14.5.2015 přednáška: CVA – onemocnění adolescentního věku?

Stančák, A., Kautzner, J., Trč, T., Havlas, V., 61. Kongres českých a slovenských dětských chirurgů, 30.9.-2.10. 2015, Český Krumlov, přednáška: Zlomeniny SIAS a SIAI u dětí a dospívajících.

Stančák, A., Seminář pediatrie pro praxi, Praha, 2017, přednáška: Problematika kyčelního kloubu u dětí a adolescentů VDK, m.Perthes, CVA.

Stančák, A., Trč, T., 17. pracovní schůze Sekce dětské ortopedie při ČSOT, 5-6.10.2018, Kunětická Hora, přednáška: CVA – náš přístup k terapii.

Stančák, A., Kautzner, J., Trč, T., Havlas, V., IX. kongres SSAST, Bratislava, 13.-14.10. 2016 přednáška: Zlomeniny SIAS a SIAI u dětí a dospívajících.

Stančák, A., XII. Teplické ortopedické symposium, 12.-13.12. 2019, přednáška: Avulzní zlomeniny pánve u adolescentů.

Stančák, A., Chládek, P., Kautzner, J., Trč, T., CEOC kongres, Kaiseštejský palác, 9.-10.6. 2016 přednášky: Treatment options of Legg - Calve - Perthes disease - our experience.

Stančák, A., Chládek, P., Kautzner, J., Trč, T., SCFE – treatment outcomes.

Stančák, A., XXV. Národní kongres ČSOT, 2.-3.11. 2022, Praha, přednáška: Prediktory výsledků operační a konzervativní terapie morbus Perthes.

Stančák, A., Kautzner, J., Trč, T., Havlas, V., Vědecká konference 2. LF UK, 2015, Poster: Porovnání výsledků konzervativní a operační léčby avulzních zlomenin v oblasti kyčle a pánve u dětí a dospívajících.

Stančák, A., Salzburg CHOP Seminar, Pediatric Orthopaedics, 28.8. 2016 – 3.9. 2016, Ocenění za nejlepší case report na téma SCFE.

Stančák, A., XII. Jarní ortopedické symposium, 30.3.2023, Praha, přednáška: Možnosti řešení následků konzervativní terapie m. Perthes.



