UNIVERZITA KARLOVA
Fakulta tělesné výchovy a sportu

# Rozsahy kloubní pohyblivosti v kyčelních a hlezenních kloubech a hodnocení plochonoží na podoskopu při nálezu hallux valgus u tanečnic klasického tance

Diplomová práce

Vedoucí diplomové práce:
**PhDr. Tereza Nováková, PhD.**

Vypracoval:
**Bc. Magdaléna Hlobilová**

Konzultant:
**Mgr. Jan Vávra**

Praha, 2021

**Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem závěrečnou diplomovou práci zpracovala samostatně a že jsem uvedla všechny použité informační zdroje a literaturu. Tato práce ani její podstatná část nebyla předložena k získání jiného nebo stejného akademického titulu.

V Praze dne ……  ……

Bc. Magdaléna Hlobilová

**Poděkování**

Ráda bych touto cestou poděkovala své vedoucí PhDr. Tereze Novákové, Ph.D. za vedení, odborné připomínky, cenné poznámky, náměty a čas věnovaný této práci. Dále bych chtěla poděkovat Mgr. Janu Vávrovi za pomoc při statistickém zpracování dat. V neposlední řadě mé díky patří i všem probandkám za jejich ochotu, spolupráci a čas věnovaný praktické části této diplomové práce.

# ABSTRAKT

**Název:** Rozsahy kloubní pohyblivosti v kyčelních a hlezenních kloubech a hodnocení plochonoží na podoskopu při nálezu hallux valgus u tanečnic klasického tance

**Cíle:** Cílem této práce je zhodnotit, zda mají vybrané parametry: pasivní rozsahy rotací kyčelních kloubů, velikost Q úhlu, pasivní rozsah pohybu plantární flexe v hlezenním kloubu a index chodidla souvislost s výskytem diagnózy hallux valgus (HV). Tyto faktory budou v rámci studie porovnávány mezi skupinami tanečnic klasického tance s HV a bez diagnózy HV.

**Metody:** Jedná se o observační studii případů, které se dohromady zúčastnilo 30 probandek ve věku 20-40 let. Experimentální skupinu tvořily tanečnice klasického tance, u kterých byl úhel HV >15° alespoň na jedné dolní končetině ($n_1$ = 19), v kontrolní skupině byly tanečnice klasického tance s úhlem HV <15° bilaterálně ($n_2$ = 11). Velikost úhlu HV, rozsahů pohybu rotací v kyčelním kloubu, plantární flexe v hlezenním kloubu a velikost Q úhlu byla změřena pomocí goniometru. Plantogram byl získán fotografií chodidla při stoji na podoskopu a pro následné hodnocení indexu chodidla byla využita metoda Sztriter-Godunov. Statistická analýza dat byla provedena ve statistickém programu R za využití Welchova dvouvýběrového t-testu a korelace byla určena Pearsonovým korelačním koeficientem.

**Výsledky:** Oproti skupině bez diagnózy HV byly u experimentální skupiny zaznamenány statisticky signifikantně nižší hodnoty zevní rotace (ZR) v kyčelním kloubu u LDK (p = 0,031), vyšší hodnoty vnitřní rotace (VR) u PDK (p = 0,032), vyšší hodnoty plantární flexe bilaterálně (p = 0,043 PDK; p = 0,002 LDK) a významně nižší rozdíl mezi ZR a VR kyčelního kloubu bilaterálně (p = 0,014 PDK; p = 0,003 LDK). Dále byla zjištěna statisticky významná korelace mezi velikostí ZR a úhlu HV bilaterálně (r = -0,39; p = 0,033 PDK; r = -0,49; p = 0,006 LDK) a velikostí VR a úhlu HV u PDK (r = 0,37; p = 0,047), kdy byly s nižšími úhly ZR kyčelního kloubu spojeny vyšší úhly HV bilaterálně a současně s vyššími úhly VR spojeny vyšší úhly HV u PDK. Statisticky významná korelace se taktéž vyskytovala ve vztahu rozdílů rotací kyčelního kloubu a úhlu HV, kdy nižší rozdíl rotací koreloval s větším úhlem HV (r = -0,5; p = 0,005 PDK; r = -0,47; p = 0,009 LDK). Hodnocení Q úhlu a indexu chodidla nepřineslo statisticky signifikantní výsledky.



**Klíčová slova:** hallux valgus, klasický tanec, rozsahy pohybu, Q úhel, noha, plochonoží

# ABSTRACT

**Title:** Ranges of joint mobility in the hip and ankle joints and evaluation of flat feet on a podoscope when finding hallux valgus in classical ballet dancers

**Objectives:** The aim of this thesis is to evaluate if selected parameters: passive range of motion (ROM) of rotations in hip joints, Q angle, passive range of motion of plantar flexion in ankle joints and the foot index are connected with the finding of hallux valgus (HV) diagnose. These factors will be compared between two groups of ballet dancers, one with HV and one without the HV diagnose.

**Methods:** This observational case control study involved 30 probands between the age of 20-40 years. The experimental group consisted of classical ballet dances with the HV angle (HVA) >15° at least on one foot ($n_1 = 19$), in the control group were classical ballet dancers with the HVA <15° bilaterally ($n_2 = 11$). The HVA, ROM of the rotations in the hip joints, ROM of the plantar flexion in the ankle joints and Q angle were measured by a goniometer. The plantogram was captured by a photograph of the foot while standing on a podoscope and then it was evaluated by the Sztriter-Godunov method. Analysis of the data was done in R software by means of a Welch's Two-Sample t-Test and the correlation was given by Pearson's Correlation Coefficient.

**Results:** Contrary to the group without HV in the experimental group there were found statistically significant lower values of external rotation (ER) in the hip joint on the left lower extremity (LLE) ($p = 0,031$), higher values of internal rotation (IR) in the hip joint on the right lower extremity (RLE) ($p = 0,032$), higher values of plantar flexion (PF) bilaterally ($p = 0,043$ RLE; $p = 0,002$ LLE) and significantly lower difference between ER and IR in the hip joint bilaterally ($p = 0,014$ RLE; $p = 0,003$ LLE). There was also found statistically significant correlation between ER and HVA bilaterally ($r = -0,39$; $p = 0,033$ RLE; $r = -0,49$; $p = 0,006$ LLE) and IR and HVA on the right side ($r = 0,37$; $p = 0,047$) when higher ER correlated with higher HVA bilaterally and higher IR correlated with higher HVA on the right side. Statistically significant correlation was also found in the difference of rotations and HVA where lower difference correlated with higher HVA ($r = -0,5$; $p = 0,005$ RLE; $r = -0,47$; $p = 0,009$ LLE). Evaluation of Q angle and foot index didn't bring any statistically significant results.



**Key words:** hallux valgus, classical ballet dance, range of motion, Q angle, foot, flat foot

# OBSAH


**1 ÚVOD ..... 9**

**2 TEORETICKÁ ČÁST ..... 10**

2.1 KLASICKÝ TANEC ..... 10
*2.1.1 Baletní špičky ..... 10*
*2.1.2 Taneční techniky (školy) ..... 11*
*2.1.3 Základní pozice klasického tance ..... 11*
*2.1.4 Taneční trénink ..... 13*
2.2 MECHANIKA VZNIKU ÚRAZŮ A DEFORMIT V OBLASTI NOHY U TANEČNIC ..... 14
2.3 KINEZIOLOGIE DOLNÍ KONČETINY ..... 16
*2.3.1 Kyčelní kloub ..... 16*
*2.3.2 Kolenní kloub ..... 18*
*2.3.3 Hlezenní kloub a noha ..... 21*
2.4 HALLUX VALGUS ..... 24
*2.4.1 Anatomie MTP kloubu palce ..... 24*
*2.4.2 Etiologie a patogeneze ..... 25*
*2.4.3 Diagnostika a vyšetření ..... 27*
*2.4.4 Funkční změny ..... 29*
2.5 HALLUX VALGUS U TANEČNIC KLASICKÉHO TANCE ..... 30

**3 CÍL PRÁCE A HYPOTÉZY ..... 34**

3.1 CÍL PRÁCE ..... 34
3.2 ÚKOLY PRÁCE ..... 34
3.3 VÝZKUMNÉ OTÁZKY ..... 34
3.4 HYPOTÉZY ..... 35

**4 METODIKA PRÁCE ..... 36**

4.1 CHARAKTER PRÁCE ..... 36
4.2 METODICKÝ POSTUP TEORETICKÉ ČÁSTI PRÁCE ..... 36
4.3 METODICKÝ POSTUP PRAKTICKÉ ČÁSTI PRÁCE ..... 36
4.4 CHARAKTERISTIKA VÝZKUMNÉHO SOUBORU ..... 36
4.5 POUŽITÉ NÁSTROJE MĚŘENÍ ..... 37
*4.5.1 Měření velikosti úhlu hallux valgus ..... 37*
*4.5.2 Měření rozsahu pohybu vnitřní a zevní rotace v kyčelním kloubu ..... 38*
*4.5.3 Měření rozsahu pohybu plantární flexe v hlezenním kloubu ..... 38*
*4.5.4 Měření velikosti Q úhlu ..... 38*
*4.5.5 Vyšetření na podoskopu ..... 39*
4.6 SBĚR DAT ..... 39
*4.6.1 Časový harmonogram měření ..... 39*
4.7 ANALÝZA A ZPRACOVÁNÍ DAT ..... 40
*4.7.1 Zpracování hodnot goniometrie ..... 40*
*4.7.2 Vyhodnocení plantogramu ..... 40*
*4.7.3 Statistické zpracování dat ..... 41*

**5 VÝSLEDKY ..... 42**

5.1 VÝSLEDKY PRO POROVNÁNÍ ZEVNÍ ROTACE V KYČELNÍM KLOUBU MEZI EXPERIMENTÁLNÍ A KONTROLNÍ SKUPINOU ..... 44
5.2 VÝSLEDKY PRO POROVNÁNÍ VNITŘNÍ ROTACE V KYČELNÍM KLOUBU MEZI EXPERIMENTÁLNÍ A KONTROLNÍ SKUPINOU ..... 46
5.3 VÝSLEDKY PRO POROVNÁNÍ ROZDÍLU ZEVNÍ A VNITŘNÍ ROTACE V KYČELNÍM KLOUBU MEZI EXPERIMENTÁLNÍ A KONTROLNÍ SKUPINOU ..... 48
5.4 VÝSLEDKY PRO POROVNÁNÍ PLANTÁRNÍ FLEXE MEZI EXPERIMENTÁLNÍ A KONTROLNÍ SKUPINOU ..... 50
5.5 VÝSLEDKY PRO POROVNÁNÍ Q ÚHLU MEZI EXPERIMENTÁLNÍ A KONTROLNÍ SKUPINOU ..... 52
5.6 VÝSLEDKY PRO POROVNÁNÍ INDEXU CHODIDLA MEZI EXPERIMENTÁLNÍ A KONTROLNÍ SKUPINOU ..... 54

**6 DISKUSE ..... 56**

**7 ZÁVĚR ..... 65**
**REFERENČNÍ SEZNAM ..... 66**
**SEZNAM OBRÁZKŮ ..... 76**
**SEZNAM TABULEK ..... 77**
**SEZNAM GRAFŮ ..... 78**
**SEZNAM PŘÍLOH ..... 79**

# SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

| | |
|---|---|
| BMI | Body Mass Index |
| cm | centimetr |
| CNS | centrální nervová soustava |
| č. | číslo |
| DK | dolní končetina |
| ER | external rotation |
| HV | hallux valgus |
| HVA | Hallux valgus Angle |
| IMA | Intermetatarsal Angle |
| IR | internal rotation |
| kg | kilogram |
| LDK | levá dolní končetina |
| LLE | left lower extremity |
| lig. | ligamentum |
| m | metr |
| m. | musculus, sval |
| mm. | musculi, svaly |
| MTP | metatarsophalangeální |
| n. | nervus, nerv |
| PDK | pravá dolní končetina |
| PF | plantární flexe |
| RLE | right lower extremity |
| ROM | Range of motion |
| SD | směrodatná odchylka |
| SIAI | spina iliaca anterior inferior |
| SIAS | spina iliaca anterior superior |
| tzv. | takzvaný |
| VR | vnitřní rotace |
| ZR | zevní rotace |

# 1 ÚVOD

Diagnóza hallux valgus představuje jednu z velmi častých deformit přednoží, která je charakterizována valgózním postavením palce, varozitou I. metatarzu a mediální prominencí jeho hlavice. Ačkoliv bývá tato porucha primárně vnímána v kontextu žen staršího věku, nepředstavuje výjimku ani u mladých žen a dívek, ale i mužů. Zejména se pak vyskytuje u osob, které výrazněji přetěžují dolní končetiny, zvláště oblast hlezna a nohy. U tanečnic klasického tance je tato porucha nohy spolu s patologickým postavením palce často spojována se specifickou obuví, kterou jsou baletní špičky. Hallux valgus se však nevyskytuje pouze u tanečnic, ale i u tanečníků, kteří na špičkách netančí.

Kromě neovlivnitelných faktorů ve formě genetických predispozic či tvaru prstů nohy zapříčiňují vznik deformity hallux valgus také faktory ovlivnitelné. U tanečnic klasického tance mezi ně patří například nesprávná taneční technika, která může mít za následek vznik této deformity již v samotných začátcích studia tance. Vzhledem k vysoké zátěži a nadměrným požadavkům na rozsahy kloubů dolních končetin, dochází při neadekvátním rozložení pohybu mezi jednotlivými segmenty k přetěžování určitých struktur, jako je například oblast prvního metatarzu a kloubu palce.

Z holistického pohledu vyplývá, že patologie palce se neprojevuje pouze v oblasti chodidla, ale má i velký vliv na postavení proximálních kloubů dolní končetiny, čímž ovlivňuje její celkovou linii a držení. Stejně tak nastavení a funkce segmentů proximálních výrazně působí na formaci struktury a funkce segmentů distálních. V některých případech je tak velice obtížné určit, jaká byla primární příčina vzniku a rozvoje deformity. Znalost těchto biomechanických a kineziologických souvislostí nám může poskytnout podrobný vhled do diagnostiky a následné terapie diagnózy hallux valgus.

V rámci této práce je zkoumán vliv vybraných faktorů na výskyt diagnózy hallux valgus u tanečnic klasického tance. Vzhledem k tomu, že se u velké části těchto osob tato diagnóza vyskytuje a zároveň u nich dochází k již zmíněné nadměrné zátěži dolních končetin a nohou, umožňuje kohorta tanečnic zkoumání ovlivnitelných faktorů souvisejících s touto diagnózou.

# 2 TEORETICKÁ ČÁST

## 2.1 Klasický tanec

Jedná se o formu scénického tance, který se nejprve objevoval v 16. století pouze jako taneční vložka oper či francouzských dvorských baletů, tzv. ballet de cour. V 17. století přešel balet z palácových síní na profesionální scénu a začal se vyvíjet jako samostatný druh divadelního umění. Z počátku vystupovali umělci v tanečních botách na podpatku, po francouzské revoluci se však od těchto bot upustilo. V období romantismu tanečnice často znázorňovaly nadpozemské bytosti, začaly se tedy využívat baletní špičky, které podpořily iluzi odpoutání od země (Bazarovová a Mejová, 1980). Tanec na špičkách by měl primárně vypadat lehce a snadně, baletní špička by na chodidle měla působit přirozeně. Veškeré výpony na špičku a následné sestoupení dolů by mělo být kontrolované a co nejplynulejší, aby tento přechod nebyl na první pohled znatelný (Warren, 1989).

### 2.1.1 Baletní špičky

Design baletních špiček se v průběhu staletí příliš nezměnil a stále jsou některé špičky vyráběny ručně. Ve světě existuje přibližně 20 populárních značek, které se jejich výrobou zabývají. Výběr vhodné špičky pro dané chodidlo tanečnice je zásadní již v počátcích baletního tréninku na špičkách. Věk, ve kterém by děti měly začínat s tancem na špičkách, je diskutabilní. Zatížení prstů a kloubů chodidla může mít negativní dopad na růstové ploténky, zejména poté u prvního prstu, na kterém spočívá většina váhy. Žádná studie však toto tvrzení nepotvrdila. Tradičně se s tréninkem na špičkách začíná ve věku 11 či 12 let, avšak v některých baletních přípravkách děti tančí na špičkách již v 5 či 6 letech (Nunes et al., 2002). Dle Shah (2009) záleží především na mentální vyspělosti a fyzické zdatnosti daného jedince. Pro stoj na špičce by plantární flexe komplexu hlezenního kloubu a nohy měla dosahovat 90°.

***Obrázek č. 1:*** *Baletní špičky (https://dancewearcorner.com /products/nikolay-3007-pointe-shoe-medium-shank)*

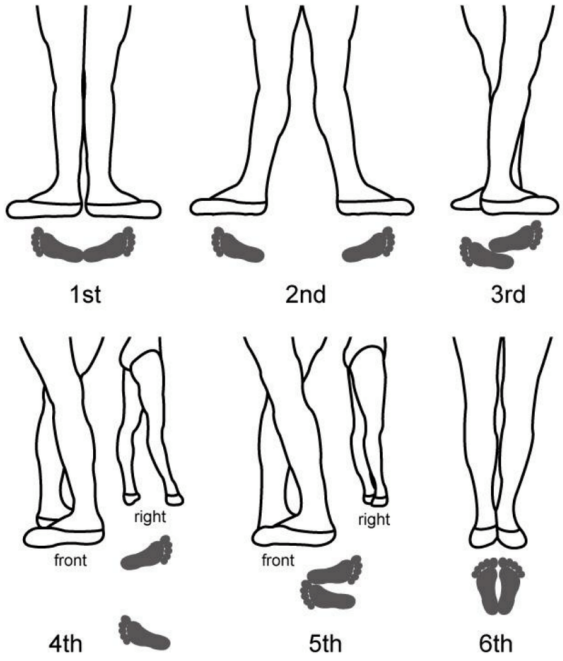
### 2.1.2 Taneční techniky (školy)

V klasickém tanci se rozlišuje šest tanečních technik či škol, kdy každá se od sebe mírně liší ve stylizaci či výukových metodách. Jako taneční školy se tyto techniky nazývají v souvislosti se zemí, ve které vznikly a nadále se dle dané techniky vyučuje na tanečních školách. Řadíme sem tedy Francouzskou školu, Ruskou školu (Vaganova technika), Cecchettiho techniku, Bournonvillovu techniku, Anglickou techniku (technika Královské akademie) a Balanchinovu techniku (Americká škola). V České republice se na konzervatořích vyučuje dle Ruské školy (Janeček, 2013).

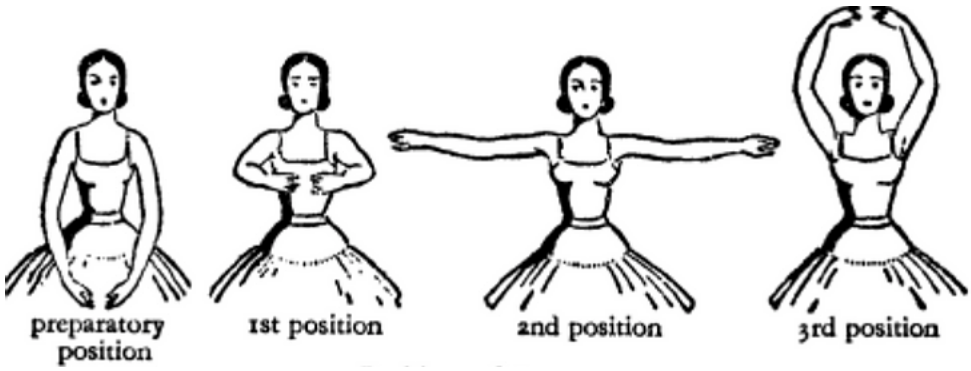
### 2.1.3 Základní pozice klasického tance

Dle Vaganovy techniky rozdělujeme šest základních pozic chodidel, kdy šestá pozice je považována za přípravnou, a čtyři pozice paží.

Hlavní složkou základního stoje v klasickém baletu je zevní rotace dolních končetin. Pouze u šesté pozice jsou chodidla v neutrálním postavení. V ideálním případě by měl tanečník při stoji v první pozici stát vzpřímeně s chodidly a koleny obou dolních končetin vytočenými zevně tak, že chodidla tvoří jednu přímku. Popisuje se, že správné provedení vytočení dolních končetin by mělo vycházet ze zevní rotace v kyčelních kloubech (Vaganova, 2015). Klade se zde důraz na aktivitu hýžďových svalů, supinační postavení hlezna (aktivace podélné klenby), kontakt palce nohy se zemí, střed patelly by měl směřovat nad druhý prst na noze. Objevují se rozdílné názory na podíl vytočení dolních končetin v dalších kloubech (Quanbeck et al., 2017). Některé výzkumy uvádí, že 50-70 % vytočení vychází z kyčelních kloubů a dalších 30-50 % z dalších segmentů dolních končetin (Shermann et al., 2014, Champion a Chatfield, 2008, Jenkins et al., 2013). Quanbeck et al. (2017) však udává, že rotace v kyčelních kloubech pokrývá pouze 29-43 % celkového vytočení končetin.




***Obrázek č. 2:*** *Základní pozice chodidel I.-IV. (Tanabe et al., 2015)*




***Obrázek č. 3:*** *Základní pozice paží: přípravná, I.-III. pozice (Hollingsworth, 2018)*

Mezi základní pozice paží v klasickém tanci řadíme přípravnou pozici a 1.- 3. pozici, dále se v taneční technice objevuje několik odvozených či přechodných pozic, jako je například postavení paží pro arabesky (taneční pózy). Paže jsou v tanci často doprovázené pohybem hlavy, zejména při tréninku, v choreografiích se pohyby a pozice řídí dle individuálního pohybového slovníku každého choreografa (Vaganova, 2015).

Postavení paže je spojené s nastavením lopatky, ta by měla být přilehlá na hrudníku, rotována laterálním směrem a tažena do deprese za pomoci aktivity m. serratus anterorior a m. trapezius pars ascendens. V klasickém tanci je také důležité zapojení m. deltoideus a m. latissimus dorsi spolu se svaly rotátorové manžety pro stabilizaci ramenního kloubu. Při statickém i dynamickém provedení by nemělo docházet k elevaci ramenních kloubu. Loketní klouby jsou u základních pozic vždy mírně flektovány, stejně tak jsou zaoblené dlaně a prsty a palec je schovaný v dlani. Celé paže tak vytvářejí elipsu.

Baletní pozice byly vytvořeny tak, aby byly na pohled estetické, klade se tedy důraz na to, aby postavení horních a dolních končetin spolu s postavením hlavy působilo dojmem jejich protažení a prodloužení. Současně by také díky svalové aktivace mělo docházet k napřímení páteře (Calais-Germain, 2008).

Základní taneční postoj je důležitou součástí tanečního tréninku, studenti by měli být schopni zvládnout správné provedení tohoto stoje již po prvním roce studia na taneční škole. Vychází z něj také další taneční prvky a při nesprávném provedení již v baletních začátcích může docházet k fixaci nesprávných pohybových stereotypů a do budoucna také ke většímu riziku vzniku úrazů (Warren, 1989).

### 2.1.4 Taneční trénink

Důležitou součástí přípravy tanečníků na výkon je taneční trénink. Ten by měl být přesně strukturovaný, aby tanečníkům poskytl co nejlepší přípravu na taneční představení. Trénink většinou začíná sérií zahřívacích cviků u tyče, v tomto případě se jedná o vodorovně položenou tyč, která tanečníkům slouží jako zevní opora. Cvičení u baletní tyče (exercice à la barre) zahrnuje cviky jako je plié (pokrčení kolen), různé druhy battementů (pokrčení nebo vysunutí a natažení kročné nohy), dále se přechází k rond de jambe (kruhový pohyb dolní končetinou prováděný na zemi či ve vzduchu), développé („rozvinutý pohyb," zvednutí jedné dolní končetiny nahoru přes pokrčení kolene až do propnutí v co nejvyšším možném rozsahu pohybu). Cvičení je většinou zakončené švihovým cvikem grand battement (rychlé a energické zvednutí nohy do vzduchu). Pohyb dolních končetin je vždy doprovázen pohybem horních končetin tzv. port de bras a pohybem hlavy. Exercice à la barre trvá okolo 25-45 minut. Dále následuje exercice au millieu (cvičením ve středu sálu – na volnosti), kde se již mohou objevit komplikovanější cviky, které se pohybují více do prostoru a tanečníci provádí cviky bez opory o baletní tyč. Nejprve se zařazují pomalejší cviky ve stylu adagio (tzn. lehce, zvolna) zaměřené na trénink stability a síly. Následné allegro (tzn. rychle, živě) zahrnuje rychlejší pohyby, kombinace pro práci dolních končetin, otočky a malé skoky. Do cvičení se také zařazuje trénink velkých skoků (grand allegro) a piruet, na závěr je taneční hodina ukončena poklonou. Délka jednoho tanečního tréninku je přibližně 90 minut. Tanečníci mají takový trénink jednou denně, 6x do týdne. Téměř každé odpoledne poté mají zkoušku na představení, které trvá 5-6 hodin a několikrát do měsíce je práce tanečníka ukončena večerním představením v divadle. Baletní terminologie je odvozena převážně z francouzského jazyka a většina výrazů tak doslovně popisuje prováděný prvek (Janeček, 2013, Malone a Hardaker, 1990).

Klasický tanec je taneční styl, který je založen na přesně daných pohybech a pozicích celého těla, které umožňují tanečníkovi pohyb s maximální možnou hbitostí, kontrolou, rychlostí, lehkostí a půvabem. Základní výrazovou jednotkou klasického tance je póza, která může mít tanečně i kompozičně různé podoby. Póza je také současně hlavním prostředkem vyjádření obsahu, při provedení určitého pohybu se může měnit dynamika či temporytmický charakter, čímž dochází k rozlišení jemné a jasné lyriky od prudké dramatičnosti. Taneční pózy se mohou různými způsoby spojovat a vznikají tak ucelené taneční kombinace (Tarasov, 1983).

## 2.2 Mechanika vzniku úrazů a deformit v oblasti nohy u tanečnic

U tanečnic je velice důležitá stabilita hlezenního kloubu, která je zajišťována komplexem tvořeným okolními svaly, vazy a kostěnou strukturou. U tanečnic je pro kvalitní provedení všech prvků potřebný velký rozsah pohybu v hlezenním kloubu a je zde tedy kladen velký nárok na udržení stability, aby následně nedocházelo k úrazům. Při tanečních krocích musí být svalstvo nohy neustále aktivní, aby byla zajištěna aktivní stabilita segmentů nohy. V klasickém tanci, kdy tanečnice tančí na špičkách, je při stoji ve výponu (en pointé) veškerá váha na boxu baletní špičky, tedy na prstech tanečnice. Stoje en pointé je docíleno dosažením maximálního rozsahu pohybu do plantární flexe v hlezenním kloubu, subtalárním kloubu, transversotarzálním a tarzálních kloubech nohy. Dochází k velkému zatížení dorzálních pouzder a vazů hlezenního kloubu a nohy, při ztrátě stability v této pozici jsou dané struktury více náchylné k přetížení či případným zraněním (Schon a Wifeld, 1996). Jedním ze základních mechanismů vzniku úrazu hlezenního kloubu a chodidla se tedy vyskytuje při stoji na pološpičce (demi-pointé) či špičce (pointé), kdy může při snížené stabilitě dojít k překlenutí se přes hranu špičky, případně pološpičky s hleznem postaveným v plné plantární flexi.

Další mechanismus se objevuje při kompenzaci nedostatečné zevní rotaci v kyčelním kloubu. Tanečník se snaží provést ideální „vytočenou" pozici dolních končetin, avšak při oslabení zevních rotátorů kyčelního kloubu či omezeném pohybu do zevní rotace dochází k rotaci převážně v nižších segmentech dolní končetiny. Nejčastěji je při kompenzačním stoji docíleno vytočení v hlezenním kloubu, tedy větším pohybem do everze a dále rotací v kloubu kolenním. Současně dochází k přesunu váhy na mediální hranu chodidla. Při tomto stoji je zánoží postavené v everzi a středonoží s přednožím ve vynucené pronaci. Následkem je poté přílišný tah na mediální struktury chodidla a hlezna, což může vést ke chronickým zraněním tohoto regionu a vzniku vyššího stupně úhlu hallux valgus. Pozice s vytočením dolních končetin u tanečníků vyžaduje zevní rotaci dolních končetin do 180° směrem od sebe, což může být pro některé jedince zejména v začátcích tanečního vzdělání náročné na provedení. Z tohoto důvodu je důležité, aby taneční pedagogové respektovali individuální postavení dolních končetin u každého tanečníka. Je možné, že tento kompenzační mechanismus může být příčinou toho, že řada nejčastějších zranění v klasickém tanci je právě v oblasti hlezenního kloubu a chodidla (Lin et al., 2007).

Svalová síla a souhra jednotlivých segmentů dolní končetiny je důležitá již při provedení základních prvků klasického tance. Zdánlivě jednoduchý pohyb relevé (pohyb se zvednutím paty do stoje na pološpičce či špičce) je však kombinací několika pohybů v kloubech nohy, hlezenním kloubu a dalších segmentů celé dolní končetiny. Při tomto pohybu by se váha měla přenášet na první a druhou hlavičku metatarzu a současně se tibie a femur rotují zevně pomocí hlubokých zevních rotátorů kyčelního kloubu. V opačném případě by mohla vzniknout nestabilita stoje na relevé, mediolaterálním pohybům chodidla za účelem získání rovnováhy (Ahonen, 2008).

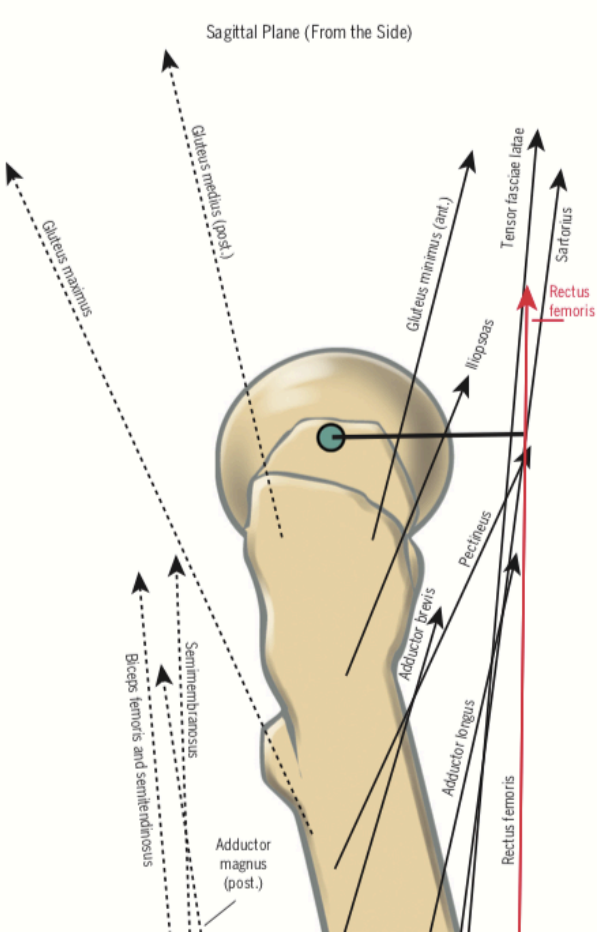
Picon et al. ve své studii zkoumali mechanické zatížení chodidla u tanečníků ve vertikále při provedení tanečních prvků grand jeté (velký skok v prostoru z jedné nohy na druhou), sauté (skok) v 1. pozici a sauté v 5. pozici. Tlak byl změřen na piezoelektrické plošině. Z výsledků vyplývá, že nejvíce zatížené jsou při provedení daných prvků hlavičky metatarzů, což může vést ke vzniku deformit v této oblasti (Picon, 2000).

Perry et Burnfield (2010) uvádí, že při zatížení hlezenního kloubu do dorzální flexe dochází ke tlumení nárazu díky everzi calcaneu. Ta by však neměla být větší než 7°, pokud je tento pohyb větší, vede to ke kompenzaci, kdy se tibie rotuje vnitřně a kolenní kloub se vychyluje mediálně, což způsobuje vnitřně rotační postavení a ztrátu kontroly v kyčelním kloubu. Pokud je everze calcaneu nižší než 7°, nastává kompenzace v šikmé a podélné ose Chopartova kloubu, což vede k dorzální flexi prvního paprsku, následně špatné kontrole rovnováhy v přednoží způsobené ztrátou opěrného bodu hlavičky prvního metatarzu. Při omezené everzi calcaneu je také z důvodu opožděné pronace oslaben stoj na pološpičce či špičce. Pokud je pohyb v subtalárním kloubu limitován dlouhodobě, může docházet ke vzniku stresových zlomenin, tendinitid v oblasti dolních končetin či compartment syndromům (Ahonen, 2008).

## 2.3 Kineziologie dolní končetiny

### 2.3.1 Kyčelní kloub

Kyčelní kloub je velký jednoduchý kulový kloub, který slouží jako centrální otočný bod pro lidské tělo. Jeho tvar umožňuje simultánní pohyby femuru vůči pánvi, stejně tak jako pohyb trupu a pánve vůči femuru. Vzhledem ke vzpřímenému stoji se jedná o jeden z nejvíce zatěžovaných kloubů lidského těla (Neumann, 2010). Tento kloub je obklopen velkými vazy (lig. pubofemorale, iliofemorale a ischiofemorale) a svaly (m. gluteus maximus, ischiocrurální svaly, m. quadriceps femoris). Toto uspořádání zajišťuje pevnost a zároveň velké rozsahy pohybu, jelikož se jedná o nejhybnější kloub v oblasti dolní končetiny. Oproti periferním kloubům obsahuje jeho pouzdro velké množství diferencovaných i volných nervových zakončení, která přinášejí do CNS silné proprioceptivní i nociceptivní signály. Svaly v okolí kyčelního kloubu jsou zavzaty v dlouhých řetězcích spojující horní a dolní trup, popřípadě i horní a dolní končetiny (Véle, 2006).




***Obrázek č. 4:*** *Kyčelní kloub – laterální pohled na linie působících sil několika svalů kyčelního kloubu (Neumann, 2010)*

Pohyb v kyčelním kloubu je možný v jednotlivých rovinách, sagitální, frontální a dále pohyb do rotace. V rovině sagitální umožňuje flexi, kdy se velikost rozsahu odvíjí v závislosti na extenzi či flexi v kolenním kloubu. Kolář et al. (2012) uvádí 140°, Véle (2006) udává 90° s extendovaným kolenem nebo 150° se současnou flexí v kolenním kloubu. Podobné hodnoty popisuje i Kapandji (1987) s rozsahem flexe s flexí kolene do 120° a více. Roaas a Andersson (1982) naměřili rozpětí hodnot flexe v kyčelním kloubu mezi 90-150°. Pro extenzi jsou uvedeny hodnoty 10° či 20°. V rovině frontální je

pohyb do abdukce možný do 50° a addukce do 30°. Nakonec vnitřní/vnější rotace o součtu 90°, s mírnou převahou pohybu do rotace vnější. Kolář et al. (2012) popisuje vyšší rozsah pohybu do rotace při výchozí pozici s flexí 90° v kyčli a koleni oproti nulovému postavení v kyčelním kloubu.

Základem pro to, aby byl kloub takto hybný, je schopnost dobré stabilizace a zamezení nechtěným pohybům. K tomuto účelu slouží jednak již zmíněné vazy, tak krátké svaly v oblasti kloubu. Jedná se zejména o m. gluteus medius zabezpečující stabilizaci pánve ve frontální rovině tvořící tzv. laterální korzet pánve. Při chůzi zabraňuje svou aktivitou na straně stojné končetiny poklesu končetiny švihové. V případě jeho jednostranné absence je daný člověk nucen kompenzovat pohyb v jiné etáži, a tak často dochází k elevaci pánve, v případě oboustranného oslabení ke kachní chůzi, která je typická u myopatů. Obdobnou funkci má jeho synergista, m. gluteus minimus.

Další skupina svalů, podílející se na stabilitě kyčelního kloubu, jsou zevní rotátory. Tato skupina šesti svalů spojuje pánev s femurem, a kromě provádění zevní rotace femuru stabilizuje kyčelní kloub, přes který přechází. Adduktory kyčelního kloubu mají oproti tomu naopak tendenci k everzi hlavice vlivem jejich zkrácení (Dylevský, 2009, Véle, 2006).

Stav svalů, měkkých tkání a kloubních segmentů v okolí kyčelního kloubu se podílí na jeho postavení. To dále ovlivňuje přes celou dolní končetinu pozici nohy a klenby. Dle Kapandjiho má chodidlo při zevní rotaci kyčelního kloubu tendenci k supinaci a zároveň dochází ke zvýšení podélné klenby. Vnitřní rotace kyčelního kloubu naopak vede nohu do pronace a podélnou klenbu snižuje (Kapandji, 1987).

Kyčelní kloub a jeho postavení je také závislé na stavu bederní páteře. Pokud se v oblasti beder vyskytuje hyperlordóza, dochází ke zvýšení zatížení kyčelních kloubů, což dále vede k jejich opotřebení a omezení vnitřní rotace. Na základě těchto faktorů inklinuje takto přetěžovaný kloub ke vzniku koxartrózy (Okuzu et al., 2019).

### 2.3.2 Kolenní kloub

Oproti kyčelnímu kloubu je složení svalových skupin podílejících se na pohybu v kolenním kloubu jednodušší. Jeho pohyb je zajištěn pomocí aktivity extenzorů a flexorů kolena společně s m. popliteus. Avšak z hlediska kloubního je koleno mnohem složitější. Je to nejsložitější složený a zároveň největší kloub lidského těla. Skládá se ze čtyř kostí: patelly, femuru, tibie a fibuly. Kostní aparát je doplněn o dva menisky (laterální a mediální) a čtyři hlavní vazy (lig. colaterale mediale/laterale a lig. cruciatum anterior/posterior). Postranní vazy se napínají při extenzi a tím ji omezují, přední a zadní zkřížený vaz omezují flexi, extenzi a vnitřní rotaci. Pouzdro kolenního kloubu není tak pevné, jak je tomu u kyčle a vytváří četné výchlipky. Svojí funkcí umožňuje upravovat délku dolní končetiny v závislosti na terénu a tvoří tak spojku mezi kyčelním a hlezenním kloubem (Véle, 2006). Kolenní kloub tvoří tibiofemorální a patellofemorální kloub. Tento komplex zajišťuje přenos sil mezi femurem a tibií, absorpci a distribuci zatížení při pohybu a lokomoci s minimální ztrátou energie (Harput, 2020).

Na stabilizaci kolenního kloubu se podílejí extenzory kolene, primárně mm. vasti, které rovněž provádí extenzi v koleni. Mm. vasti mají rovněž schopnost táhnou patellu mediálně či laterálně (Farahmand et al., 1998). Jejich aktivita se během chůze a stoje interpersonálně liší.

M. rectus femoris, který se společně s mm. vasti součástí m. quadriceps femoris prochází přes dva klouby, jeho funkce extenzoru kolene je tak závislá na postavení v kyčelním kloubu. Při extenzi v kyčli má výraznější vliv na extenzi kolene, než je tomu při flexi. V případě nefunkčnosti m. quadriceps femoris se objevuje hyperextenze kloubu kolenního, za účelem vytvoření tzv. funkčního zámku kolene. Prvním ochabujícím svalem je m. vastus medialis. Flexory kolenního kloubu jsou taktéž svaly dvoukloubovými participující navíc na extenzi kyčle. Zajímavým fenoménem je Lombardův paradox, při kterém se aktivují antagonistické skupiny (flexory a extenzory kolenního kloubu) současně. Tento centrálně řízený mechanismu je naprosto nezbytný pro stabilizaci kolena (Gross, 2005, Véle, 2006).

Rozsah pohybu v kolenním kloubu, zejména do flexe je závislý na tom, zda je proveden pasivně či aktivně a rovněž na postavení v kyčelním kloubu. Kapandji (1987) uvádí aktivní flexi kolene s flexí v kyčli 140°, s extenzí poté 120°. Pasivní rozsah flexe dosahuje 160°. Hyperextenzi omezuje napětí vazů dorzální části pouzdra, předního

zkříženého vazu, poté nalehnutí kondylů femuru na přední rohy menisků a také napětí flexorů kolena (Kolář et al., 2012).

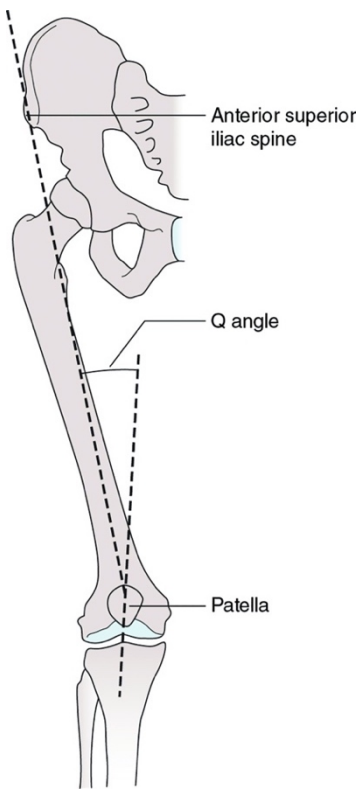
Kromě pohybů v předozadní ose se v oblasti kolene vyskytují rotace. K zevní rotaci dochází vždy automaticky při extenzi kolene a k rotaci vnitřní naopak při odemykání zámku kolene prostřednictvím m. popliteus. Největší volní rotabilita kolenního kloubu je vzhledem k jeho složitosti možná v úhlu 80° a dosahuje cca 60° (15–30° zevní a 40° vnitřní rotace) (Véle, 2006).

Stejně jako u postavení kyčelního kloubu lze z postavení patelly sledovat orientaci femuru a následnou tendenci k supinaci či pronaci nohy (Kapandji, 1987).

#### 2.3.2.1 Q úhel

Úhel quadricepsu (z angl. quadriceps angle) neboli Q úhel je v klinické praxi měřítkem pro stanovení odklonu femuru vůči pánvi a tibii, kdy současně také popisuje úhel, který svírá osa tahu m. quadriceps femoris a osa lig. patellae. Vyznačuje se jako úhel mezi těmito dvěma osami spojující střed patelly se spina iliaca anterior superior a střed patelly s tuberositas tibiae (Čihák, 2011, Malon a Pfeifle, 2017).

Hodnota Q úhlu většinou bývá u žen vyšší, jelikož v průběhu puberty dochází vlivem hormonů k rozšíření pánve, což má za následek posun SIAS a SIAI laterálně vůči kolennímu kloubu. Tímto posunem je na lig. patellae vyvíjen laterální tah, což vede ke zvětšení úhlu quadricepsu (Carreiro, 2009). Nguyen et al. (2009) přikládá vyšší hodnotu Q úhlu strukturálně více anteverznímu postavení femuru a vyšší hodnotě tibiofemorálního úhlu, což se více vyskytuje u žen. Dále také pronace chodidla (pes planus, plochonoží) a vnitřně rotační postavení dolní končetiny může vést ke zvětšení úhlu quadricepsu (Brotzman, 2018). Véle (2006) popisuje, že rotace femuru má vliv na postavení nohy a stejně tak postavení nohy přes lýtko ovlivňuje postavení kyčelního kloubu. Dle Kapandjiho (1987) při vnitřní rotaci femuru směřuje patella k palci, přenáší rotaci na nohu a ta má tendenci ke stočení do pronace a snížení podélné klenby.




***Obrázek č. 5:*** *Q úhel (Loudon, 2016)*

Jednotliví autoři uvádí rozdílné hodnoty pro velikost Q úhlu, která je již považována za patologickou. Někteří autoři udávají za patologii úhel nad 20° u žen a nad 15° u mužů (Horton a Hall, 1989, Rauh et al., 2007), jiní považují za problematickou hodnotu již od 15° u žen a mezi 8-10° u mužů (Brotzman, 2018, Gross, 2015, Khasawneh et al., 2019).

Různí se také metody měření tohoto úhlu. Využívá se měření ve stoji, sedu či supinační poloze v lehu. Dále se také při měření popisuje rozdílný stupeň flexe v kolenním kloubu, relaxace nebo aktivace m. quadriceps femoris, či nastavení pozice chodidel. Z tohoto důvodu se mohou výsledky jednotlivých výzkumů lišit v závislosti na parametrech měření (Merchant et al., 2020). Pro změření úhlu se jako nejpřesnější metoda udává využití magnetické rezonance či rentgenového snímku, měření je však nákladnější, měřený je vystaven rentgenovému záření a nelze tento postup využít v běžné klinické praxi (Draper et al., 2011). Dále lze využít fotografický záznam a následné měření pomocí goniometrie, či využití pouze goniometrie po palpaci a vyznačení daných bodů na těle měřeného. Obě tyto metody byly zhodnoceny jako reliabilní pro měření Q úhlu (Merchant et al., 2020, Olerud, Berger, 1984, Weiss et al., 2013). Draper et al. (2011) ve své studii také uvádí goniometrické měření jako validní při porovnání se získanými daty pomocí magnetické resonance.

Pokud je tento úhel správně změřen, poskytuje nám informace o postavení pánve a celé dolní končetiny včetně chodidla (Daneshmandi et al., 2011). Patologicky vysoká hodnota Q úhlu zvyšuje laterální tah na patellu, čímž nastává hyperprese patelly na laterální kondyl femuru a následně dochází ke vzniku patelofemorálního syndromu. což dále vede ke změně biomechaniky kolenního kloubu. Dále se také zvyšuje riziko vývoje chondromalacie patelly, osteoarthrózy, úrazů kolenního kloubu či subluxace patelly (Weiss et al., 2013).

### 2.3.3 Hlezenní kloub a noha

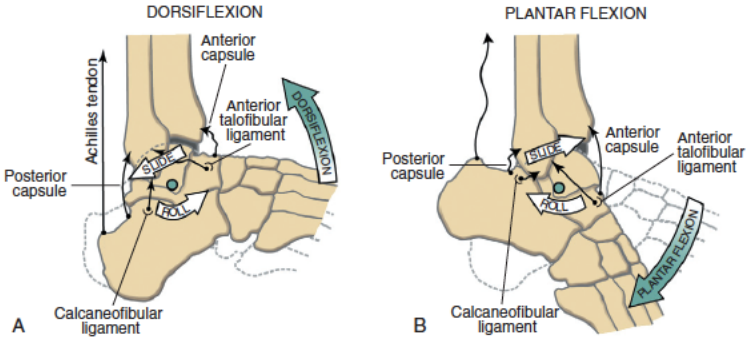
Lidská noha představuje oblast našeho těla stýkající se s okolním terénem. Její dříve taktéž uchopovací funkce přešla u moderního člověka spíše do funkce oporné. Svou strukturou a přítomností malých svalů a velkým množstvím proprioceptorů umožňuje reakci na ty nejmenší odchylky rovnováhy. Její členitost umožňuje přizpůsobit se terénu, kopírovat ho a na tomto základě uspořádat ostatní tělesné segmenty tak, aby byl pohyb co nejjednodušší a nejefektivnější. V případě nestability, která překročí mez, kdy je noha schopná korigovatelnosti pomocí svalů nohy, dochází k aktivaci proximálnějších, větších svalových segmentů dolní končetiny pro udržení potřebné stability (Véle, 2006).

Chodidlo a hlezenní kloub jsou složeny z 26 kostí nohy spolu s dlouhými kostmi bérce, které spolu dohromady tvoří 33 kloubů. Komplex hlezenního kloubu je tvořen ze subtalárního, tibiotalárního a talocalcaneonaviculárního kloubu (Brockett a Chapman, 2016). Nohu lze také rozdělit do několika funkčních jednotek, které tvoří Lisfrankův kloub, jenž je zapojen zejména při pérovacích pohybech nohy a dále Chopartův kloub, který umožňuje pružnost nohy (Čihák, 2011). Tyto dva klouby tvoří linie, jenž rozdělují kloub na zánoží, středonoží a přednoží (Schuenke et al., 2006). Kapandji (1987) uvádí model heterokinetického společného kloubu nohy, jenž tvoří kloub hlezenní, subtalární a Chopartův. Pohyb se odehrává kolem dvou os – horního a dolního zánártního kloubu a při omezení pohybu v jednom kloubu dochází ke kompenzačnímu zvětšení rozsahu v kloubu druhém.

Kostra nohy doplněná o vazivový aparát a svaly vytváří klenbu. Ta může být dělena na vnitřní a vnější, podélnou a příčnou. Tvar klenby je závislý na dvou paprscích, mediální se skládá z talu, os naviculare, ossa cuneiformia, I.-III. metatarsu a I.-III. prstu, laterální paprsek je tvořen z calcaneu, os cuboideum, IV. a V. metatarsu a IV. a V. prstu. Pro udržení příčné klenby slouží šlašitý třmen m. tibialis anterior a m. fibularis longus (Kolář et al., 2012).

Primární funkcí klenby je tlumení nárazu při došlapu, čímž představuje současně s meziobratlovými ploténkami jakousi pružinu lidského těla. Kromě adaptace na terén a stability, poskytuje oblast nohy prostřednictvím m. triceps surae výraznou lokomoční sílu k pohybu vpřed. Došlap a jeho správné provedení je v oblasti nohy zajišťován pomocí mm. peronei, které umožňují plynulé přivinutí chodidla k zemi (Véle, 2006).

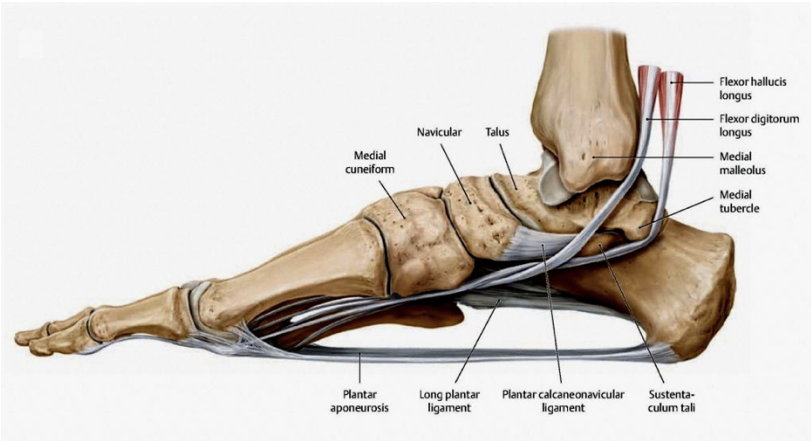
Kromě drobných intersegmentálních pohybů vznikajících na pomezí jednotlivých kůstek probíhají ty nejvýraznější v oblasti hlezna. Rozsahu pohybu dorzální flexe je 20-30°, plantární flexe 30-50°. Dále zde probíhají pohyby abdukce a addukce tvořící dohromady asi 35-45°, pronace 15-30° a supinace 30-40°. Jejich kombinací vzniká everze (abdukce + pronace) a inverze (addukce + supinace) nohy (Dylevský, 2009, Kolář et al., 2012, Véle, 2006).




***Obrázek č. 6:*** *Hlezenní kloub, (A) dorzální flexe, (B) plantární flexe (Neumann, 2010)*

### 2.3.3.1 Plochonoží

Pes planus neboli plochonoží je poměrně častá deformita chodidla, která je definována propadem mediální podélné klenby nohy, kdy se v závažnějších případech klenba může zcela dotýkat země (Michaudet et al., 2018). Snížení podélné klenby je současně spojené s valgozitou patní kosti. Na udržení podélné klenby se podílejí vazy plantární strany nohy, které jsou orientovány podélně, nejvýznamněji ligamentum plantare longum. Ze svalů zajišťují aktivní oporu m. tibialis posterior, m. flexor digitorum longus, m. hallucis longus a povrchově probíhající krátké svaly. Dále se opory účastní povrchová plantární aponeuróza a šlašitý třmen pod chodidlem, díky němuž m. tibialis anterior táhne mediální stranu nohy vzhůru (Kolář et al., 2012).




***Obrázek č. 7:*** *Aktivní a pasivní stabilizátory podélné klenby (Schünke et al., 2005)*

Klenba nohy slouží jako adaptivní a flexibilní základna pro celé tělo. Funguje tak, aby docházelo k rozložení sil působících na chodidlo při zatížení a během cyklu chůze se mechanická energie ukládala v napnutých elastických vazech (Kelly et al., 2018). Dysfunkce klenby může být zpočátku asymptomatická, avšak i tak může měnit biomechaniku dolních končetin a bederní páteře, což dále způsobuje zvýšené riziko vzniku bolesti a zranění (Aenumulapalli, 2017).

Pes planus je jeden z faktorů, který doprovází diagnózu hallux valgus. Snížení podélné klenby může vzniku deformity předcházet, nebo se vyvíjí současně s oslabením svalů, které aktivně podporují klenbu nožní a s nárůstem úhlu hallux valgus dochází ke zhoršení stavu plochonoží (Atbaşı et al., 2020, Cheney et al., 2017, Takao et al., 2007).

Při hodnocení nožní klenby se nejčastěji pozoruje stav mediální podélné klenby nožní, jelikož se usuzuje, že funkce nohy je do značné míry závislá na jejím tvaru. Většina metod, které se využívají pro hodnocení klenby, je založena na měření a následném hodnocení morfologických parametrů nohy a provádí se v zatížení nohy staticky či dynamicky (Razeghi a Batt, 2002, Yalcin et al., 2010).

Jednou z rozšířených diagnostických metod pro evaluaci stavu klenby je plantografie, kdy se z otisku nohy dá vyčíst, zda se jedná o normální či patologickou distribuci zátěže poukazující na stav podélné nožní klenby (Kalichová et Vysloužil, 2017). Existuje řada přístrojů, ze kterých lze získat otisk chodidla, patří mezi ně například inkoustový plantograf, Podoskop, Podocam, Emed, Matscan, F-Scan či Footchecker. Hodnocení plantogramu poté může být matematické, využitím tzv. indexů (např. Chippaux-Šmiřák, Sztriter-Godunov, metoda indexu dle Srdečného, index klenby dle Staheliho), další možností jsou metody hodnotící úhly (např. Clarkův úhel, metoda úhlu dle Klementa) nebo zhodnocení na základně vizuálního porovnávání (např. Godunova metoda, Mayerova metoda, metoda vizuálního škálování). Všechny tyto metody jsou prezentovány jako rychlé, objektivní a finančně nenáročné (Klementa, 1987). Zuil-Escobar et al. (2018) uvádí vysokou reliabilitu pro indexové hodnocení plantogramu. Kalichová a Vysloužil (2017) uvádí metodu Chippaux-Šmířák jako nejvhodnější pro hodnocení vysoké nohy a metodu Sztriter-Godunov pro hodnocení ostatních stupňů nožní klenby. Tato metoda pracuje s podrobnými čísly a zohledňuje několik stupňů ploché nohy. Dle Levingera et al. (2010) a Cornwalla a McPoila (2011) není vhodné vyžívat hodnocení klenby u obézních lidí, či jedinců s vyšší hodnotou BMI, jelikož může docházet ke zkreslení výsledků.

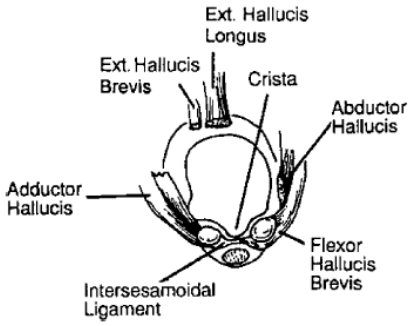
## 2.4 Hallux valgus

Deformita hallux valgus patří mezi časté problémy s přednožím u dospělé populace. Tento termín byl poprvé popsán německým chirurgem Carlem Hueterem roku 1870 jako kontraktura plantárních svalů, při které dochází k odvrácení palce od mediální osy těla. Nejprve se uvádělo, že se jedná pouze o deformitu vzniklou valgózním postavením I. metatarsophalangeálního (MTP) kloubu z důvodu nošení příliš těsné obuvi, postupně se však přišlo na to, že se valgózní postavení palce objevuje i v komunitách, které nikdy obuv nenosili nebo se naopak tato deformita nevyskytla ve skupinách lidí, kteří běžně nosí módní obuv (Moscadini, 2012).

V současné době se hallux valgus popisuje jako komplexní progredující trojrozměrná deformita přednoží, při které dochází k valgóznímu postavení palce, varozitě I. metatarzu a mediální prominenci hlavičky I. metatarzu (Kozáková et al., 2010, Santrock a Smith, 2018).

### 2.4.1 Anatomie MTP kloubu palce

MTP kloub palce je obklopen čtyřmi skupinami svalů a dvěma sezamskými kůstkami. V plantární části kloubu se na proximální phalang upínají šlachy mediální a laterální hlavy m. flexor hallucis brevis, u každé hlavy je jedna ze sezamských kostí. Plantárně od sezamských kostí leží m. flexor hallucis longus, který se upíná na distální phalang. Na dorzální straně se nachází úponové šlachy m. extensor hallucis longus a brevis, které prochází centrálně a vstupují do distálního a proximálního phalangu. Kloubní pouzdro MTP kloubu je tvořeno m. extensor hallucis longus spolu s collaterálními ligamenty a plantárními sezamskými kostmi. Úponové šlachy m. abduktor a adduktor hallucis probíhají po mediální i laterální straně plantární plochy halluxu. Motorickou inervaci svalů palce obstarává n. fibularis profundus pro extenzorovou skupinu, dále n. tibialis pro flexory palce a n. tibialis (cestou n. plantaris medialis a lateralis) pro abduktor, adduktor palce. Senzitivní inervaci halluxu zajišťují kožní větve n. saphenus mediálně a n. peroneus profundus laterálně spolu s dorzálními kožními větvemi n. peroneus superficialis (Hudák a Kachlík, 2013, Thomas a Barrington, 2003).




***Obrázek č. 8:*** *Anatomie MTP kloubu palce (Thomas a Barrington, 2003)*

### 2.4.2 Etiologie a patogeneze

Ke vzniku hallux valgus dochází postupně vlivem působení biomechanických faktorů, strukturálních anomálií, systémových onemocnění, dědičných predispozic spolu s nošením nevhodné obuvi (Kozáková et al., 2010).

Hallux valgus se objevuje u všech věkových kategorií, největší zastoupení má však u skupiny osob starších 65 let. Ze studie široké populace žen a mužů od Dufoura et al. (2014) vyplývá, že je deformita spojená s vyšším věkem (≥60 let), vyšší hodnotou BMI (≥30) a také s bolestí přednoží. Dle studie Piqué-Vidala et al. (2007) je výskyt u žen v poměru 15:1 vůči mužům a je častěji vyžadováno chirurgické řešení. Tato skutečnost může být dána i vyšší laxicitou ligament a jinou anatomií kostí nohy, jak ve své studii zmiňuje Wilkerson a Mason (2000).

Působící faktory pro vznik této deformity lze rozdělit na faktory vnější a vnitřní. Tang et al. řadí nošení nevhodné obuvi mezi ty vnější, kdy se velikost úhlu hallux valgus dá upravit použitím prstové ortézy, či širší obuví. Vnitřní faktory, jako je pronace zánoží, varozita přednoží, kontraktura Achillovy šlachy, hypermobilita či další neuromuskulární poruchy, je potřeba řešit obnovením anatomické a biomechanické funkce nohy a změna obuvi již není jediným řešením (Tang et al., 2002).

Thomas a Barrington (2003) popisují vliv dědičnosti, která je v případě hallux valgus autosomálně dominantní. Dědičná predispozice se objevuje více u žen v měřítku 9:1. Piqué-Vidal et al. (2007) ve své studii vypozorovali, že u adolescentů s hallux valgus byla tato deformita často přítomna i u rodičů. Pokud tedy vybočení palce vzniká již v brzkém věku, může zde být větší souvislost s pozitivní rodinnou anamnézou pro tuto deformitu.

Další možnou příčinou vzniku je také tvar prstů, kdy u kulovitého tvaru hlavičky I. metatarzu vzniká deformita častěji než u plochého tvaru. Stejně tak delší, či stejně dlouhý I. metatarz oproti II. metatarzu může mít za následek větší riziko vyvinutí hallux valgus (Tanaka et al., 2016). Souvislost se také nachází u posunu sezamských kůstek. Proximální článek palce je spojen se sezamskými kůstkami pomocí ligamenta intersesamoidea, což tvoří jednu strukturální jednotku. U jedinců s hallux valgus byl nalezen laterální posun sezamských kůstek, což následně může vést i k jejich subluxaci (Kim a Young, 2018).

Patrná je také spojitost hallux valgus s plochonožím. Nadměrná pronace středonoží a subtalárního kloubu vede ke vbočenému postavení palce. Pronační postavení I. metatarzu je rovněž spjaté s výškou podélné klenby a HV. U jedinců s plochonožím dochází často ke kontraktuře Achillovy šlachy, což dále zvyšuje napětí na mediální straně nohy. Spolu s pronačním postavením je hallux tažen do valgozity, zejména v průběhu odrazu prstů při chůzi (Atbasi et al., 2020, Kernozek et al., 2003).

Velkým předpokladem pro vznik deformity hallux valgus je také svalová dysbalance. V tomto případě se nejčastěji jedná o oslabení m. abduktor hallucis, který provádí jak abdukci, tak flexi palce, dále je nápomocen při supinaci prvního metatarzu, inverzi calcanea, zevní rotaci tibie a působí také jako dynamický elevátor podélné klenby nohy (Tang et al., 2002). Pro udržení pozice mediálního oblouku klenby nožní je kladen velký nárok na první článek palce. Jakákoliv deformita prvního článku vede k poruše integrity a následnému vzniku hallux valgus. V počátečním stádiu vzniku deformity dochází na základě varozity prvního metatarzu a laterální deviace halluxu k roztažení kloubní štěrbiny MTP kloubu z mediální strany. M. abduktor hallucis tvoří důležitou podporu mediální strany palce a udržuje ho ve fyziologické linii. Během vzniku deformity dochází k posunu m. abduktor hallucis na plantární část palce a zvyšuje tak jeho tendenci k pronačnímu postavení. V důsledku oslabení mediálních struktur MTP kloubu, což zahrnuje ligamentum collaterale mediale a mediální sezamské kosti, je zde tendence ke vzniku poklesu. Hlavička metatarzu se posouvá mediálně, proximální phalang se přesouvá do valgozity a dochází k zánětu mediální burzy. Dochází také ke sklouznutí úponových šlach m. extenzor hallucis longus a m. flexor hallucis longus laterálně a následnému prohloubení deformity. Při progresi deformity dochází k posunutí vbočeného palce pod druhý prst a následně může vzniknout kladívkovité postavení prstů (Mason et al., 2011, Thomas a Barrington, 2003).

Síly, které způsobují posun palce do jeho valgózního postavení, se uplatňují jak v etiologii, tak v progresi deformity. Při každém kroku je přednoží nucené absorbovat reakční síly od okolí a terénu, po kterém se člověk pohybuje. Pokud dochází k asymetrickému působení sil na kloub ze stran, vzniká tím asymetrické zatěžování kloubu a následně prohloubení valgózní deformity (Easley a Trnka, 2016).

Zirngibl et al. (2017) ve své studií popsal vývoj deformity v několika stádiích. V počátku se objevuje laterální deviace palce u nohy a mediální deviace prvního metatarzu. V pozdější fázi již dochází k progresivní subluxaci I. MTP kloubu.

### 2.4.3 Diagnostika a vyšetření

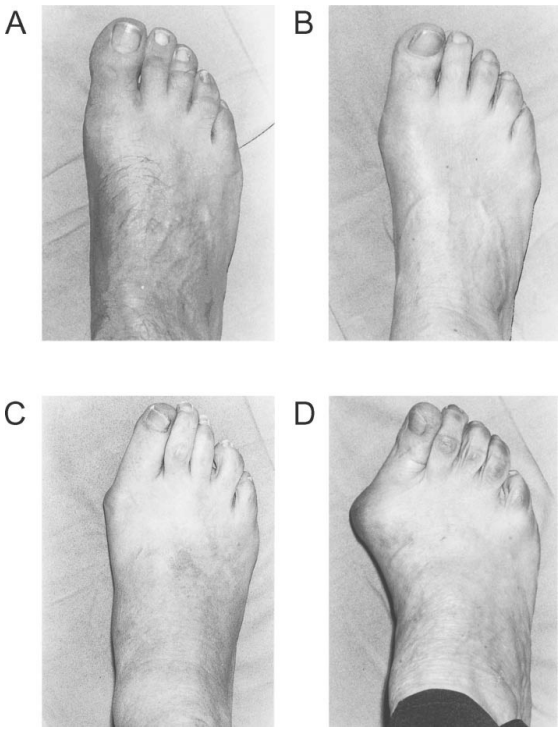
Hallux valgus (dále HV) se v klinické praxi poměrně snadno diagnostikuje, jelikož je postižení MTP kloubu palce viditelné aspekcí a při palpaci bývá tento kloub často bolestivý. Bolesti se objevují zejména při nošení úzké obuvi, kdy je na kloub vyvíjen tlak ze strany. Klasifikace závažnosti deformity se standardně hodnotí pomocí dorzoplantárních rentgenových snímků nohy v zatížení, a následně se změří úhel mezi jednotlivými kostními strukturami (Easley a Trnka, 2016). Studie od Hummela et al. (2019) potvrzuje vysokou reliabilitu diagnostiky na základě rentgenových snímků. Vyhodnocuje se zde úhel mezi proximálním článkem palce a prvním metatarzem (Hallux Valgus Angle neboli HVA) a intermetatarzálního úhlu (IMA), kdy normální hodnota HVA je ≤15° a u IMA by neměla být <9°.

***Obrázek č. 9:*** *Rentgenový snímek HV s velikostí HVA 30° a IMA 11° (Hecht a Lin, 2013)*

Mickle et al. (2011) ve své práci uvádí valgózní deformitu palce od 15° výše. Podobně je tomu u Dungla (2005), který uvádí normální hodnotu HVA 0-16°, mírnou valgozitu 17-25°, závažnou valgozitu 26-35° a hodnota nad 35° již znamená subluxaci I. MTP kloubu. Easley a Trnka (2016) opět uvádí přítomnost valgozity palce od 15° výše.

V běžné klinické praxi či při výzkumech není vždy možnost využít rentgenologické vyšetření, je proto možné změřit velikost úhlu HV pomocí goniometru, což je běžně dostupná pomůcka i v praxi fyzioterapeuta. Janseen et al. (2014) ve své publikaci hodnotili rozdíl mezi goniometrickým a radiologickým měřením úhlu HV. Zjistili velkou korelaci výsledků a dobrou využitelnost měření úhlu HV pomocí goniometrie v klinické praxi.

Další možností, která se v klinické praxi využívá, je posuzování deformity pomocí Manchesterské škály. Tuto škálu pro posouzení závažnosti a určení stupně deformity HA vytvořila skupina šesti podiatrů. Manchesterská škála obsahuje standardizované fotografie nohou se čtyřmi stupni deformity (A-D), A – žádná deformita, B – mírná deformita, C – střední deformita, D – závažná deformita. Čtyři fotografie určené pro porovnávání byly podiatrickými odborníky vybrány z celkového počtu 22 snímků. Ověřením validity Manchesterovy škály se ve své studii zabýval i Menz a Munteanu (2005), kteří porovnávali klasifikaci škály s radiografickými snímky. Ve výsledcích zjistili vysokou korelaci mezi skóre Manchesterovy škály a stupni HVA i IMA. V klinické praxi je zapotřebí mít standardizované fotografie vytisknuté a zalaminované v životní velikosti pro pravou i levou nohu. Vyšetření chodidla se provádí v zatížení a stupeň deformity se určuje podle toho, která fotografie je nejvíce vizuálně podobná vyšetřované noze (Garrow, 2001, Menz a Munteanu, 2005; Menz et al., 2010).




***Obrázek č. 10:*** *Manchesterská škála se 4 stupni deformity A-D (Menz a Munteanu, 2005)*

V současné době vznikají pro vyhodnocení úhlu HA i mobilní aplikace, ty však pouze změří úhel z předem zjištěných rentgenových snímků. Hallux valgus je také spojovaný s oslabením m. abduktor hallucis, na základě této skutečnosti vznikla studie zabývající se elektromyografii pro zhodnocení svalové aktivity m. abduktor hallucis u pacientů s diagnózou HV. Výsledky studie potvrzují významně menší svalovou aktivitu m. abduktor hallucis u pacientů s touto deformitou (Mattos e Dinato et al., 2017, Mortka, 2018).

### 2.4.4 Funkční změny

Při patologickém postavení a patologické biomechanice nohy dochází i ke změně její funkce. Čím je závažnost deformity horší, tím více se také zhoršuje funkce nohy. Mezi předpoklady správné funkce patří stabilizace mediálního paprsku nohy a v případě valgózního postavení palce dochází ke zhoršení dynamické stabilizace mediálního paprsku, následně také ke změně kontaktu kloubních ploch I. MTP kloubu se sezamskými kůstkami (Kozáková et al., 2010). Toto postavení poté zapříčiňuje změny v rozložení plantárního tlaku a distribuci síly ve stoji i při chůzi. U afektované nohy dochází k poruše kinematiky palce v sagitální rovině, důsledkem je neschopnost optimálního přenosu váhy na mediální paprsek nohy a vyšší zátěž je z tohoto důvodu kladena na střední a laterální část chodidla. Většina prací se shoduje na tom, že zatížení v oblasti palce a mediálního paprsku nohy se s rostoucím úhlem deformity hallux valgus snižuje, maximální zatížení se totiž přesouvá laterálně pod hlavici II. a III. metatarzu. Se zvýšením přenosu tlaku na laterální oblast středonoží a přednoží, dochází ke zvýšení kontaktního času při odrazu a zvětšuje se kontaktní plocha. Přenos tlaku může být zapříčiněn tím, že se jedinec snaží eliminovat bolest způsobenou zatížením postižené oblasti, a dochází tak ke kompenzačnímu mechanismu. V oblasti palce jsou poté pozorovány nižší hodnoty plantárního tlaku (Hurn et al., 2015, Chopra et al., 2015, Yokozuka et al., 2020). U osob s deformitou hallux valgus je morfologicky oslaben m. abduktor hallucis, který se rovněž podílí na stabilizaci mediálního paprsku nohy. Tento sval vlivem deformity sklouzává plantárně a ztrácí anatomický kontakt s I. metatarzem, což má za následek úbytek síly a nedostatečnou stabilizační funkci svalu. S přibývajícím věkem a progredujícím oslabením neuromuskulární aktivity dochází ke zhoršení statické i dynamické stability (Menz a Lord, 2016).

Funkční změny se neobjevují pouze na chodidle, ale v důsledku řetězení se projeví i na vzdálenějších segmentech jako jsou ostatní klouby dolní končetiny a pánev. Kasano a Mikami (2015) se ve své studii zabývali kinematikou u žen s diagnózou hallux valgus a z výsledků vyplývá, že se snižuje moment sil ostatních kloubů dolní končetiny při chůzi se zvyšujícím se úhlem hallux valgus.

Subjektivně jedinci popisují za nepříjemný faktor zejména bolesti plantární části nohy a mediální části I. MTP kloubu palce. Z důvodu degenerace kloubu se objevuje hluboká bolest zejména při zatížení klubu. Dalším omezením v běžném životě je také nevýhoda při hledání vhodně padnoucí obuvi (Hecht a Lin, 2014).

## 2.5 Hallux valgus u tanečnic klasického tance

Profesionální vzdělávání tanečníků a tanečnic klasického tance obvykle začíná v 11 či 12 letech. V prvních letech studia je kladen důraz na správné provedení taneční techniky, aby se předcházelo zraněním či osvojení nevhodných pohybových návyků, které mohou v budoucnu vést k dalším problémům. Dlouhodobá zátěž se na lidském těle projevuje různými způsoby. Při pozorování radiologických snímků se u tanečníků a tanečnic často objevuje osteoartritida kyčelního kloubu a kortikální ztluštění femuru, tibie, fibuly a metatarzálních kůstek. Při tanci je velice zatěžováno chodidlo, zejména u baletek, které tančí na špičkách. U chodidel se často objevuje hallux rigidus a hallux valgus. Einarsdóttir et al. (2016) se ve své studii zabývali porovnáním radiologických snímků aktivních tanečníků a tanečníků, kteří již skončili svou kariéru oproti normální populaci. U žen byl výskyt hallux valgus častější než u mužů, nebyl však potvrzen vyšší úhel hallux valgus u baletek oproti běžné ženské populaci.

Stejně jako u běžné populace, může být vznik deformity hallux valgus u tanečníků ovlivněn více faktory, jako je patologické postavení nosných kloubů, dědičnost, hypermobilita, nošení nevhodné obuvi či špatné pohybové stereotypy. I. MTP kloub je dynamický a jeho postavení je závislé na velkém množstvím svalů, kloubů a ligament. U tanečníků může hrát roli také tvar a délka prstů. Například u dlouhého palce je větší pákové rameno tohoto prstu a vytváří tak u MTP kloubu zvýšení rozsahu pohybu, případně také traumatické ruptury ligamentum mediale I. MTP kloubu. Dalšími faktory jsou například zánětlivé bursitidy prstu a v neposlední řadě také zvýšení zátěže pro MTP kloub při stoji na pološpičce či špičce (Ahonen, 2008, Glasoe et al., 2010).

Výskyt této deformity však netrápí pouze baletky, které tančí na špičkách, ale objevuje se i u tanečníků. Je tedy možné předpokládat, že tanec na špičkách nemusí mít příliš velký vliv na vznik hallux valgus. Lze uvažovat o jiných dispozicích či kinematice tanečních prvků, které by mohly danou deformitu způsobovat. Diagnóza hallux valgus bývá spojována s tanečníky různých stylů. Základem však většinou bývá klasický tanec. Jedná se o závažný problém, který často ovlivňuje tanečníkův výkon a kariéru (Einarsdóttir et al., 2016, Steinberg et al., 2014).

Vzhledem k tomu, že je hallux valgus spojovaný právě s klasickým tancem, dalo by se předpokládat, že tento problém bude souviset s kinematikou pohybu v baletní technice. Chodidlo drží při kontaktu se zemí váhu celého těla, a jelikož je hallux valgus deformita právě této části, je logické, že dochází ovlivnění kinematiky celého těla. U klasického tance jsou základní pozice chodidel vždy v zevní rotaci, vytočení směrem ven. Správné vytočení celých dolních končetin by mělo vycházet ze zevní rotace v kyčelních kloubech. Pokud zevní rotace v kyčelních kloubech není dostatečná, dochází poté ke kompenzaci v dalších segmentech dolních končetin a dále také ke kompenzačnímu postavení bederní páteře a pánve. Tyto faktory se vzájemně ovlivňují, pokud je pánev v anteverzním postavení, je ovlivněna linie dolních končetin a nucené vytočení bývá častější (Negus et al., 2005). Seki et al. (2020) vycházeli z těchto předpokladů a provedli video analýzu pohybu při provedení baletních prvků stoje v I. pozici a plié v I. pozici. Výsledky však prokázali korelaci mezi nuceným vytočením, deformitou hallux valgus a retroverzním postavením pánve. Je však možné, že ve studii byly použity pouze základní prvky, při kterých se tanečnice zvládají více kontrolovat. Nucené vytáčení chodidel ven patří mezi jednu z nejčastějších chyb při provádění pohybů v technice klasického tance a vzniká tak vyšší riziko vzniku úrazu nohy, hlezenního kloubu, kolenního kloubu či vzniku deformit v oblasti chodidla a hlezna. Z důvodu zřetězení se může nevhodná zátěž přenášet i na vyšší segmenty dolní končetiny, pánve či dále do horní poloviny těla. Při nuceném vytáčení chodidel se objevuje větší pronační postavení v subtalárním kloubu, což následně zvyšuje tlak na I. MTP kloub, který je tlačen do abdukčního směru a dochází k progresi hallux valgus. Dá se tedy předpokládat, že větší nucené vytočení chodidel bude korelovat s větším úhlem hallux valgus (Coplan, 2002, Negus et al., 2005). Nucené vytočení tanečnice demonstruje na obrázku č. 12, kde u prvku plié nevychází rotace dolních končetin z kyčelního kloubu, nastává pronační postavení chodidel a koleno není postavené v ose dolní končetiny (Negus et al., 2005). Hyperpronační postavení v subtalárním kloubu zkoumali roku 2007 Khamis a Yizhar. Ve své studii popisují vnitřně rotační postavení dolní končetiny a anteverzní postavení pánve při hyperpronaci chodidla.

***Obrázek č. 11:*** *Hyperpronační postavení chodidel při nuceném vytočení DKK (Carter et al., 2019)*

***Obrázek č. 12:*** *Provedení prvku plié v I. pozici (vlevo – správně, vpravo – špatně) (Negus et al., 2005)*

Vnitřně rotační postavení se objevuje i při nuceném vytočení chodidel, kdy dochází k přílišné vnitřní rotaci tibie a může nastat propad mediálního oblouku chodidla a laterální deviace palce nohy, což dále vede ke vzniku hallux valgus. Pokud se toto postavení udržuje dlouhodobě, vzniká prodloužení vazů a šlach na plantární a mediální straně chodidla a hlezenního kloubu, což může dále vést ke ztrátě stability a podpory mediální strany hlezenního kloubu a mediálního oblouku klenby nožní (Motta-Valencia, 2006).

Stejně jako nadměrná pronace v subtalárním kloubu, tak i omezení pohyblivosti zánoží vede ke vzniku deformit palce. Velká tuhost má za následek nedostatečnou everzi calcaneu a pronaci v subtalárním kloubu a dochází tak ke kompenzačnímu postavení prvního článku do plantární flexe, zvýšení pronačního postavení střední části chodidla, což se stává predispozicí pro vznik hallux valgus (Khan et al., 1995). Problém omezeného pohybu v subtalárnímu kloubu popisuje také Ahonen (2008), kdy se dle jeho studie pohyb poté přenáší do středních tarzů na základě teorie kinematického řetězení a kompenzaci pohybu.

Steinberg et al. (2014) ve své studii zkoumali souvislost diagnózy hallux valgus s rozsahy pohybu dolních končetin a páteře. Výzkumu se zúčastnilo 1336 tanečnic a v kontrolní skupině bylo 226 dívek, které nemají s tancem zkušenost. Z výsledků se jako nejvýznamnější spojitost jeví hodnoty plantární flexe, vnitřní rotace v kyčelních kloubech a skolióza. U tanečnic i dívek z běžné populace s diagnózou hallux valgus byla výrazně větší plantární flexe v hlezenním kloubu a vnitřní rotace v kloubu kyčelním v porovnání s tanečnicemi a dívkami bez této diagnózy. Autoři studie se domnívají, že taneční prvky, jež vyžadují velký rozsah pohybu, zahrnují svaly, které nepracují dle normálních biomechanických sil v celé kostře. V otázce skoliózy ze studie vyplývá, že je hallux valgus více zastoupen u dívek se skoliózou, což lze vysvětlit tak, že při náročných

tanečních trénincích jsou páteř a klouby dolních končetin vystavovány vyššímu zatížení. Při zatížení skoliotické páteře se přenáší nepřiměřený tlak a síla na dolní končetiny, může docházet ke vzniku anatomických deformit (Steinberg et al., 2013, 2014).

U profesionálních tanečníků a tanečnic klasického tance jsou jejich chodidla přizpůsobovány dané zátěži po dobu mnoha let. Z důvodu extrémních působících sil, které ovlivňují vývoj svalového systému, ligament a kloubů, je možný vznik přetížení a mikrotraumat, které mohou dále vést ke vzniku deformit. Strukturou a funkcí chodidla se zabývá spoustu specialistů z různých oborou jako je anatomie, antropologie, biomechanika, radiologie, ortopedie a také fyzioterapie. Dadura et al. (2020) se ve své studii zabývali analýzou chodidla u mladých tanečnic pomocí podoskopu. Tvrdil, že brzké zpozorování poruchy klenby nohy může být esenciální pro prevenci a korekci vzniku hallux valgus. Studie se zúčastnilo 120 dívek, které se věnovali klasickému tanci, v kontrolní skupině byly dívky, které neměli s tancem zkušenost. Po postavení bosými chodidly na podoskop byl plantogram vyhodnocen pomocí Wejsfloxova indexu (podíl mezi délkou a šířkou nohy) a Clarkova úhlu (hodnocení podélné klenby). Většina tanečnic v této studii měla normální výšku podélné klenby a neměla plochonoží. Tato studie však potvrdila, že deformita hallux valgus byla u tanečnic více projevena a korelovala se zvyšujícím se počtem hodin baletního tréninku.

# 3 CÍL PRÁCE A HYPOTÉZY

## 3.1 Cíl práce

Cílem této práce je zhodnotit, zda mají vybrané parametry: pasivní rozsahy rotací kyčelních kloubů, velikost Q úhlu, pasivní rozsah pohybu plantární flexe v hlezenním kloubu a index chodidla souvislost s výskytem diagnózy hallux valgus (HV). Tyto faktory budou v rámci studie porovnávány mezi skupinami tanečnic klasického tance s HV a bez diagnózy HV.

## 3.2 Úkoly práce

1. Prostudování a zpracování odborné literatury a poznatků, které souvisí s tématem diplomové práce.
2. Analýza odborných studií, které se zabývají tématem diagnózy hallux valgus, souvisejícím faktory s touto diagnózou, klasickým tancem a projevem hallux valgus a tanečnic klasického tance.
3. Výběr vhodných probandů k testování.
4. Seznámení probandů s průběhem měření, cílem práce a získání informovaného souhlasu.
5. Získání anamnestických údajů od probandů.
6. Provedení stanovených měření.
7. Analýza a statistické vyhodnocení naměřených dat experimentální a kontrolní skupiny.
8. Závěr a konfrontace dosažených výsledků se stanovenými hypotézami.

## 3.3 Výzkumné otázky

- Je zde rozdíl mezi rozsahem pasivního pohybu rotací v kyčelním kloubu u tanečnic klasického tance s diagnózou hallux valgus oproti tanečnicím, které tuto diagnózu nemají?
- Je zde rozdíl mezi rozsahem pasivního pohybu plantární flexe v hlezenním kloubu u tanečnic klasického tance s diagnózou hallux valgus oproti tanečnicím, které tuto diagnózu nemají?
- Je zde rozdíl mezi velikostí Q úhlu u tanečnic klasického tance s diagnózou hallux valgus oproti tanečnicím, které tuto diagnózu nemají?

- Je zde rozdíl mezi hodnotou indexu chodidla u tanečnic klasického tance s diagnózou hallux valgus oproti tanečnicím, které tuto diagnózu nemají?

## 3.4 Hypotézy

**H1A:** Předpokládám statisticky významně nižší hodnoty pasivního rozsahu pohybu zevní rotace v kyčelním kloubu u experimentální skupiny než u skupiny kontrolní.

**H1B:** Předpokládám statisticky významně vyšší hodnoty pasivního rozsahu pohybu vnitřní rotace v kyčelním kloubu u experimentální skupiny než u skupiny kontrolní.

**H2:** Předpokládám statisticky významně vyšší rozdíl pasivního rozsahu pohybu zevní rotace oproti vnitřní u kontrolní skupiny.

**H3:** Předpokládám statisticky významně vyšší hodnoty pasivního rozsahu pohybu plantární flexe v hlezenním kloubu u experimentální skupiny než u skupiny kontrolní.

**H4:** Předpokládám statisticky významně vyšší hodnoty Q úhlu u experimentální skupiny než u skupiny kontrolní.

**H5:** Předpokládám statisticky významně vyšší hodnoty indexu chodidla dle metody Sztriter-Godunov u experimentální skupiny než u skupiny kontrolní.

# 4 METODIKA PRÁCE

## 4.1 Charakter práce

Tato vědecko-výzkumná práce má charakter observační studie případů (case control).

## 4.2 Metodický postup teoretické části práce

Teoretické podklady v první části této práce jsou zpracovány na základě dostupných informací z českých a zahraničních literárních a informačních zdrojů poskytující potřebné podklady pro provedení vlastního výzkumu. Teoretická východiska této práce jsou zaměřena na klasický tanec, mechaniku vzniku úrazů a deformit v oblasti nohy u tanečnic klasického tance, kineziologii dolní končetiny, problematiku diagnózy hallux valgus a možné faktory, které souvisí s jejím výskytem u tanečnic klasického tance. Jako zdroj jsou použity monografie, vědecké články, učebnice, periodika, akademické práce a další. Vyhledávání odborné literatury probíhalo díky vědeckým databázím Web of Science, PubMed, Medvik, EBSCOhost, Google Scholar a Scopus. Všechny použité zdroje v této diplomové práci jak v tištěné, tak v elektronické podobě byly citovány v platném znění dle citační normy ČSN ISO 690.

## 4.3 Metodický postup praktické části práce

Praktická část práce a sběr dat probíhala na základě metodiky schválené etickou komisí FTVS UK. Výzkum byl schválen Etickou komisí UK FTVS pod jednacím číslem 201/2020 a je přiložen k této diplomové práci (viz Příloha č. 1).

## 4.4 Charakteristika výzkumného souboru

Způsob výběru probandek do experimentální i kontrolní skupiny byl záměrný a všechny účastnice výzkumu byly vybrány na základě předem stanovených, níže popsaných požadavků. Do výzkumné práce bylo vybráno 30 tanečnic klasického tance ve věku 20-40 let, které mají stálé angažmá v tanečním souboru v České republice. Věnují se tedy klasickému tanci na profesionální úrovni, mají taneční vzdělání v oboru klasický tanec a pravidelné baletní tréninky, rovněž také baletní tréninky na špičkách v rámci tanečního souboru. Do experimentální skupiny byly zařazeny tyto tanečnice ($n_1$ = 19), u kterých je vyjádřena deformita hallux valgus s minimálním stupněm úhlu HV 15°

alespoň u jedné dolní končetiny, což bylo před zařazením do skupiny změřeno pomocí goniometrie.

V kontrolní skupině poté byly tanečnice ($n_2 = 11$), u kterých je stupeň úhlu HV <15° bilaterálně a deformita hallux valgus se u nich tedy nevyskytuje, ale splňují stejné požadavky, jako jsou uvedené výše. Parametry jednotlivých skupin jsou uvedeny v tabulce č. 2. Do projektu byly zařazeny pouze zdravé tanečnice bez akutního, zejména infekčního onemocnění či v úrazu a v rekonvalescenci po onemocnění či úrazu méně než půl roku. U všech probandek byla vyžadována platná zdravotní prohlídka lékaře.

## 4.5 Použité nástroje měření

Před samotným měřením každá z probandek podepsala informovaný souhlas (viz Příloha č. 2) a vyplnila základní anamnestická data. Anamnestický dotazník obsahoval věk, váhu, výšku. Dále také údaje o věku, ve které začala tanečnice trénovat na špičkách, počet hodin tanečních tréninků v jednom týdnu a počet hodin tréninku na špičkách v jednom týdnu (viz Příloha č. 5).

Poté byl změřen stupeň úhlu hallux valgus, rozsahů pohybu kyčelního kloubu do vnitřní a zevní rotace, rozsahů pohybu v hlezenním kloubu do plantární flexe a velikost Q úhlu na dolní končetině pomocí goniometrie. Následoval stoj na přístroji podoskop. Každý ze sledovaných parametrů byl změřen třikrát za sebou, stoj na podoskopu byl rovněž proveden třikrát a následně byl průměr těchto hodnot zanesen do tabulky. Veškeré měření probíhalo bez předchozího rozcvičení probandek.

### 4.5.1 Měření velikosti úhlu hallux valgus

Úhel vybočení palce byl měřen ve stoji se zatížením obou dolních končetin bez korekce stoje pomocí goniometru. Střed goniometru byl přiložen na oblast MTP kloubu palce. Jedno pohyblivé rameno poté bylo nastaveno paralelně s mediální hranou prvního metatarzu a druhé pohyblivé rameno bylo v linii s mediálním částí proximálního článku palce u nohy. Za přítomnost deformity hallux valgus byla považována hodnota ≥ 15° alespoň na jedné DK (Mortka a Lisinski, 2015).

### 4.5.2 Měření rozsahu pohybu vnitřní a zevní rotace v kyčelním kloubu

Ve výzkumu probíhalo měření rozsahu pasivního pohybu vnitřní a zevní rotace v kyčelním kloubu na obou dolních končetinách pomocí goniometru bez předchozího rozcvičení probandek. Pro měření byla použita výchozí poloha dle Jandy a Pavlů, kdy probandka leží na zádech, nevyšetřovaná dolní končetina byla flektována v kyčelním i kolenním kloubu s chodidlem opřeným o podložku. Vyšetřovaná dolní končetina volně visela s bércem přes vyšetřovací stůl a byla flektována do 90° v kolenním kloubu. Kyčelní kloub byl u vyšetřované dolní končetiny v nulovém postavení. Při měření se fixovala dolní třetina stehna či pánev podle potřeby. Goniometr byl přiložen na střed patelly, pevné rameno směřovalo kolmo k zemi a rameno pohyblivé bylo paralelně s podélnou osou bérce (Janda a Pavlů, 1993).

### 4.5.3 Měření rozsahu pohybu plantární flexe v hlezenním kloubu

U hlezenního kloubu probíhalo měření pasivního rozsahu pohybu plantární flexe na obou dolních končetinách pomocí goniometrie. Výchozí poloha byla sed s bércem mimo vyšetřovací stůl, kolenní kloub byl ve flexi 90° a noha s bércem svírala úhel 90°. Goniometr byl přiložen 1,5 cm pod zevní kotník, kdy pevné rameno bylo paralelně s podélnou osou fibuly a pohyblivé rameno bylo rovnoběžně s podélnou osou pátého metatarsu. Následně byl proveden pasivní pohyb plantární flexe se změřením úhlu pohybu v této pozici (Janda a Pavlů, 1993).

### 4.5.4 Měření velikosti Q úhlu

Velikost Q úhlu dolní končetiny byla změřena pomocí goniometru dle metodiky ze studií od Nguyena a Shultze. Probandka se postavila do vzpřímeného stoje s chodidly směřujícími vpřed, postavenými na šířku pánve měřené osoby a kolenní klouby byly v nulové flexi. Pomocí palpace byly na probandce lokalizovány a následně kouskem pevného tapu vyznačeny spina iliaca anterior superior, střed patelly a tuberositas tibiae. Goniometr byl modifikován použitím pravítka, které byla připevněno na jeho pevné rameno. Následně byl střed goniometru přiložen na střed patelly, prodloužené rameno šlo k vyznačenému bodu na SIAS, druhé rameno poté mířilo na tuberositas tibiae. Výsledná hodnota byla odečtena z úhlu goniometru (Nguyen a Shultz, 2006, 2007, 2008, 2009).

### 4.5.5 Vyšetření na podoskopu

Probandka byla vyzvána ke svoji na podoskopu s bosými chodidly s pohledem vpřed, kdy nebyla provedena další korekce stoje. Vyčkalo se do chvíle, kdy probandka slovně informovala o subjektivním pocitu pro ni běžného pohodlného stoje. V ten moment byl pomocí fotoaparátu zachycen otisk bosého chodidla na desce. Fotografie chodidla byly převedeny do počítače, kde probíhalo další zpracování a vyhodnocení otisku chodidla.

## 4.6 Sběr dat

Všechna praktická měření probíhala v období leden-březen 2021 v terapeutické místnosti nestátního zdravotnického zařízení. Pro získání dat bylo využito goniometrické měření a fotografie otisku chodidla na podoskopu. Dalším prostředkem pro získání dat byl dotazník, který byl vytvořen hlavním řešitelem.

### 4.6.1 Časový harmonogram měření

Při příchodu byl každé probandce dán na 5-10 min dotazník, který sloužil pro odebrání potřebných anamnestických dat. Každá účastnice studie byla před jejím samotným zahájením seznámena s cílem výzkumu a průběhem měření. Následně podepsala informovaný souhlas nutný pro zpracování získaných dat v rámci této diplomové práce. Poté byla probandka vyzvána, aby se svlékla do spodního prádla. V následujících 20 minutách probíhalo měření pomocí goniometrie. Každá probandka poté absolvovala stoj na přístroji podoskop přibližně po dobu 5 minut. Veškerá praktická měření probandek probíhala pod dohledem odborného personálu nestátního zdravotnického zařízení. Každé účastnici byly zaslány naměřené výsledky prostřednictvím emailu.

## 4.7 Analýza a zpracování dat

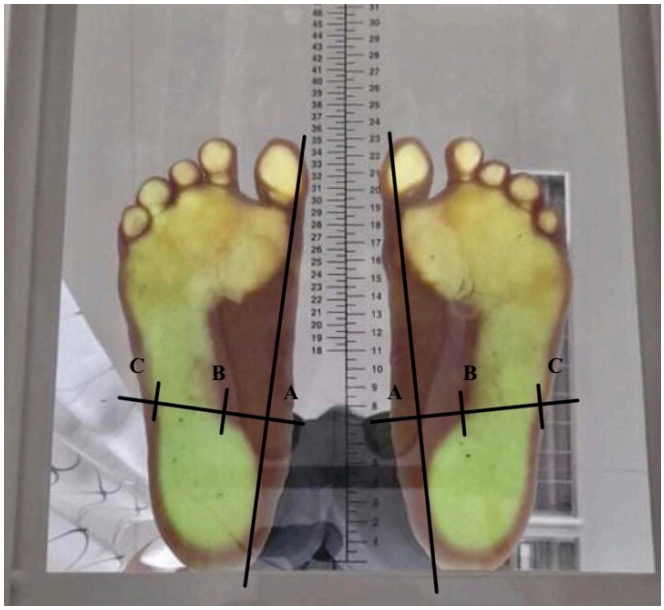
### 4.7.1 Zpracování hodnot goniometrie

Veškeré měření pomocí goniometrie bylo provedeno třikrát za sebou jedním fyzioterapeutem, kdy hodnoty naměřeného úhlu byly zapsány ve stupních do předem připravených tabulek v programu Microsoft Excel, kde byl spočítán aritmetický průměr, výsledné číslo bylo poté zaokrouhleno na celé číslo.

### 4.7.2 Vyhodnocení plantogramu

Stoj na přístroji podoskop byl proveden třikrát za sebou, kdy byl otisk chodidla pokaždé vyfocen na mobilní telefon a poté převeden do počítače, kde byl následně vyhodnocen index chodidla u všech fotografií. Z výsledných hodnot byl u každé osoby spočten aritmetický průměr třech čísel, výsledné číslo bylo zaokrouhleno na dvě desetinná místa a zaneseno do tabulky v programu Microsoft Excel. Hodnota indexu chodidla jakožto bezrozměrná veličina byla uvedena bez jednotky.

K hodnocení otisku chodidla byla využita metoda Sztriter-Godunov, která hodnotí index nohy. Na otisku nohy se tečnou spojí dva body, které jsou nejkrajnějšími body mediální strany. V nejužší části otisku se poté narýsuje kolmice na již předem namalovanou tečnu a vzniknou tři body A, B a C v místě protnutí tečny a její kolmice. Bod A vzniká v místě, kde se protíná tečna s kolmicí a je uložen nejmediálněji. Bod B leží na vnitřním okraji otisku nohy a bod C na zevním okraji. Pokud není horní a dolní část otisku nohy spojená, nelze tento index vypočítat, jedná se tedy o tzv. vysokou nohu a index je roven 0. Vzorec pro výpočet indexu je i = [BC]/[AC] (Kalichová a Vysloužil, 2017).




***Obrázek č. 13:*** *Vyhodnocení metodou Sztriter-Godunov (zdroj vlastní)*

***Tabulka č. 1:*** *Škála hodnocení pro metodu Sztriter-Godunov (Kalichová a Vysloužil, 2017)*

| **HODNOCENÍ INDEXU SZTRITER – GODUNOV** | |
|---|---|
| **INDEX** | **vyhodnocení – typ nohy** |
| 0, 00-0, 25 | vysoká noha |
| 0, 26-0, 45 | norma |
| 0, 46-0, 49 | plochá noha I. st. |
| 0, 50-0, 75 | plochá noha II. st. |
| 0, 76-1, 00 | plochá noha III. st. |

### 4.7.3 Statistické zpracování dat

Pro účely statistického vyhodnocení byla data z anamnestického dotazníku zanesena do tabulky v programu Microsoft Excel, kde byly probandky zařazeny do skupin tanečnice s HV a tanečnice bez HV. U takto zaznamenaných dat byly pomocí integrovaných funkcí spočteny aritmetické průměry a směrodatné odchylky (SD).

Statistická analýza dat byla provedena ve statistickém programu R. Pro test hypotéz byl použit Welchův dvouvýběrový t-test, který slouží pro porovnání střední hodnoty jedné skupiny se střední hodnotou druhé skupiny. Welchův test se používá při neshodnosti rozptylů. Pro vyhodnocení testu byla nastavena hladina statistické významnosti $\alpha = 0{,}05$. Při hodnotě $p \leq 0{,}05$ je tedy výsledek statisticky signifikantní.

Mezi stupněm úhlu hallux valgus a ostatními naměřenými paramenty byla zjišťována korelace pomocí Pearsonova korelačního koeficientu. Je označen jako *r* a pro jeho hodnoty platí: $-1 \leq r \leq 1$. Platí tedy, že čím je hodnota blíže 1 nebo -1, tím silnější je lineární korelace. Následně byla pro zjištění významnosti spočítána p-hodnota.

# 5 VÝSLEDKY

V této kapitole jsou statisticky zpracovány naměřené hodnoty, dále také popsány výsledky testů, které slouží k ověření hypotéz stanovených v úvodu praktické části. Pod tabulkami je u všech sledovaných parametrů uvedeno grafické zpracování dat spolu s korelačním vztahem jednotlivých měřených parametrů s velikostí úhlu HV. Současně byla také zjišťována statistická korelace velikosti hallux valgus s anamnestickými daty, konkrétně věk, ve kterém tanečnice začaly tančit na špičkách, počet hodin tréninku týdně a počet hodin tréninku na špičkách týdně. U žádného z těchto parametrů však nebyla zjištěna významná korelace a data byla u obou skupin vyrovnaná. Dále tedy již není uvedeno tabulkové či grafické zpracování těchto parametrů. Jednotlivé hodnoty obou skupin jsou uvedeny v tabulce č. 2. Získaná kompletní data probandů, která byla použita pro tento výzkum jsou přiložena na konci této práce (viz Příloha č. 3 a 4).

***Tabulka č. 2:*** *Charakteristika experimentální ($n_1$=19) a kontrolní skupiny ($n_2$=11)*

| | **Experimentální skupina tanečnic $n_1 = 19$ (SD)** | **Kontrolní skupina tanečnic $n_2 = 11$ (SD)** |
|---|---|---|
| **Průměrný věk** | 29,6 (5,2) | 25,5 (4,8) |
| **Průměrná výška [cm]** | 169,5 (2,8) | 167,3 (3,7) |
| **Průměrná váha [kg]** | 55,6 (2,8) | 54,1 (3,2) |
| **Průměrné BMI [kg/m$^2$]** | 19,4 (0,8) | 19,3 (0,9) |
| **Průměrný věk začátku tréninku na špičkách [věk]** | 9,8 (1,5) | 9,7 (1,3) |
| **Průměrný počet tréninku [hod/týden]** | 25,0 (5,7) | 26,9 (6,6) |
| **Průměrný počet tréninku na špičkách [hod/týden]** | 10,7 (6,7) | 12,5 (7,5) |

*Legenda: SD = směrodatná odchylka*

***Tabulka č. 3:*** *Průměr hodnot úhlu HV u experimentální a kontrolní skupiny*

| | **aritmetický průměr HV [°]** | | **SD** | |
|---|---|---|---|---|
| | LDK | PDK | LDK | PDK |
| **Experimentální skupina** $n_1 = 19$ | 18,53 | 18,16 | 4,86 | 4,17 |
| **Kontrolní skupina** $n_2 = 11$ | 10,55 | 9,82 | 2,07 | 2,32 |

*Legenda: HV = hallux valgus, SD = směrodatná odchylka, PDK = pravá dolní končetina, LDK = levá dolní končetina*

V tabulce č. 3 jsou uvedeny aritmetické průměry a směrodatné odchylky hodnot úhlu hallux valgus odděleně pro pravou a levou dolní končetinu u experimentální i kontrolní skupiny.

## 5.1 Výsledky pro porovnání zevní rotace v kyčelním kloubu mezi experimentální a kontrolní skupinou

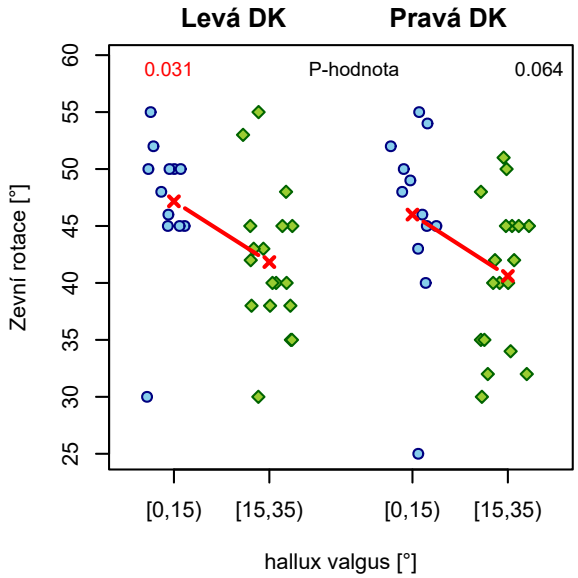
***Tabulka č. 4:*** *Vyhodnocení porovnání zevních rotací v kyčelním kloubu ($n_1$ = 19, $n_2$ = 11)*

| | | ZR LDK | ZR PDK |
|---|---|---|---|
| **Experimentální skupina** $n_1$ = 19 | **aritmetický průměr** | 41,83 | 40,61 |
| | **SD** | 6,32 | 6,26 |
| **Kontrolní skupina** $n_2$ = 11 | **aritmetický průměr** | 47,17 | 46,00 |
| | **SD** | 6,47 | 8,30 |
| **P – hodnota** | | **0,031** | **0,064** |

*Legenda: ZR = zevní rotace, PDK = pravá dolní končetina, LDK = levá dolní končetina, SD = směrodatná odchylka, červenou barvou je zvýrazněn statisticky významný rozdíl*

V tabulce č. 4 jsou uvedeny statisticky zpracované hodnoty pasivního rozsahu pohybu zevní rotace v kyčelním kloubu při porovnání experimentální a kontrolní skupiny na pravé a levé dolní končetině. Byl zjištěn statisticky významný rozdíl mezi porovnávanými skupinami u levé dolní končetiny, kdy u experimentální skupiny byla zjištěna statisticky signifikantně menší zevní rotace než u skupiny kontrolní. Přestože byla u pravé dolní končetiny zevní rotace u experimentální skupiny nižší, nejsou hodnoty statisticky signifikantní.

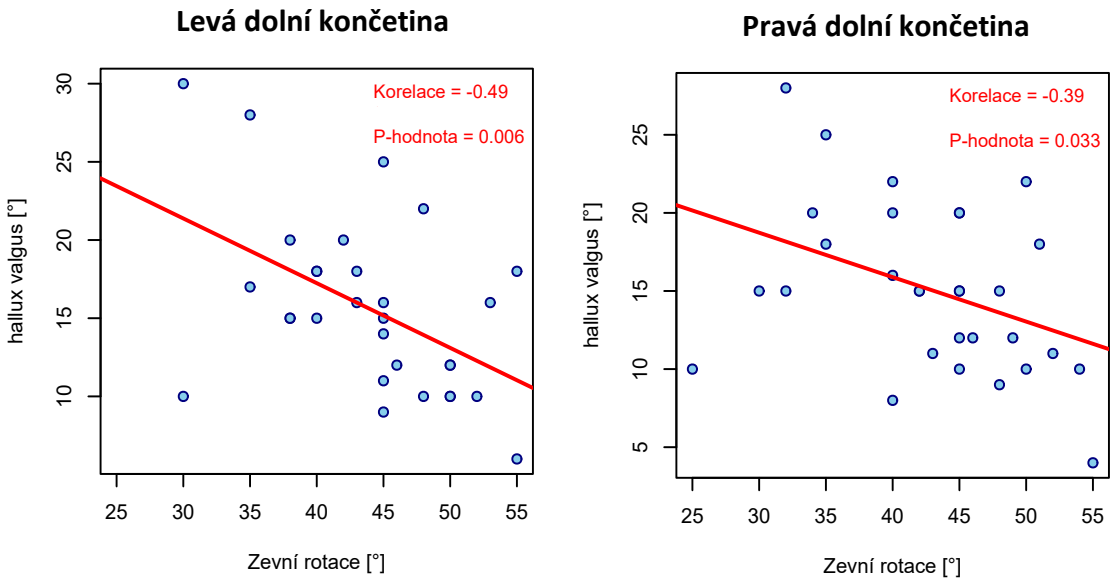
***Graf č. 1:*** *Rozdíl mezi zevní rotací v kyčelním kloubu (binární)*




*Legenda: ● - kontrolní skupina (HV: 0-15°)*
*◆ - experimentální skupina (HV: 15-35°)*

Graf č. 1 nám ukazuje, že u experimentální skupiny je u levé dolní končetiny statisticky signifikantně nižší hodnota zevní rotace v kyčelním kloubu než u kontrolní skupiny (p = 0,031). U pravé dolní končetině jsou hodnoty zevní rotace v kyčelním kloubu u experimentální skupiny opět nižší než u skupiny kontrolní, výsledek však není statisticky signifikantní (p = 0,064).

***Graf č. 2:*** *Souvislost HV se ZR v kyčelním kloubu u LDK a PDK*




V grafu č. 2 je znázorněna korelace velikosti úhlu hallux valgus s velikostí zevní rotace v kyčelním kloubu u pravé a levé dolní končetiny, kdy byla zjištěna statisticky signifikantní korelace u obou dolních končetin (r = -0,49; p = 0,006 pro LDK a r = -0,39; p = 0,033 pro PDK). Lze tedy říci, že se zvyšujícím se úhlem hallux valgus se snižuje zevní rotace v kyčelním kloubu.

## 5.2 Výsledky pro porovnání vnitřní rotace v kyčelním kloubu mezi experimentální a kontrolní skupinou

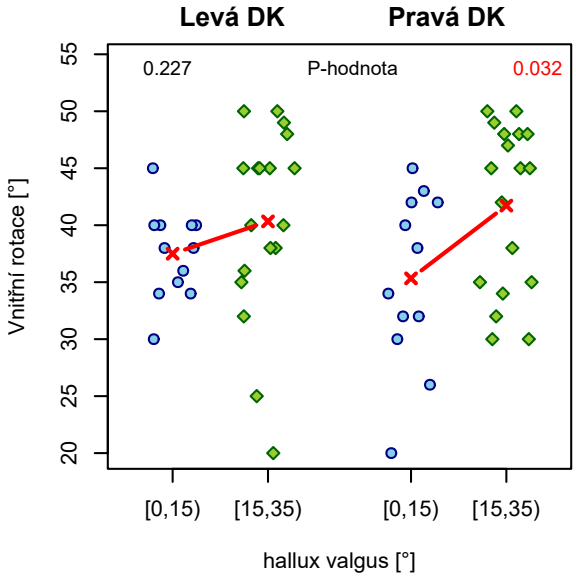
***Tabulka č. 5:*** *Vyhodnocení porovnání vnitřních rotací v kyčelním kloubu ($n_1$ = 19, $n_2$ = 11)*

| | | VR LDK | VR PDK |
|---|---|---|---|
| **Experimentální skupina** $n_1$ = 19 | **aritmetický průměr** | 40,33 | 41,72 |
| | **SD** | 8,19 | 7,42 |
| **Kontrolní skupina** $n_2$ = 11 | **aritmetický průměr** | 37,50 | 35,33 |
| | **SD** | 4,05 | 7,95 |
| **P – hodnota** | | **0,227** | **0,032** |

*Legenda: VR = vnitřní rotace, PDK = pravá dolní končetina, LDK = levá dolní končetina, SD = směrodatná odchylka, červenou barvou je zvýrazněn statisticky významný rozdíl*

V tabulce č. 5 jsou uvedeny statisticky zpracované hodnoty pasivního rozsahu pohybu vnitřní rotace v kyčelním kloubu při porovnání experimentální a kontrolní skupiny na pravé a levé dolní končetině. Byl zjištěn statisticky významný rozdíl mezi porovnávanými skupinami u pravé dolní končetiny, kdy u experimentální skupiny byla zjištěna statisticky signifikantně větší vnitřní rotace než u skupiny kontrolní. Přestože byla u levé dolní končetiny vnitřní rotace u experimentální skupiny vyšší, nejsou hodnoty statisticky signifikantní.

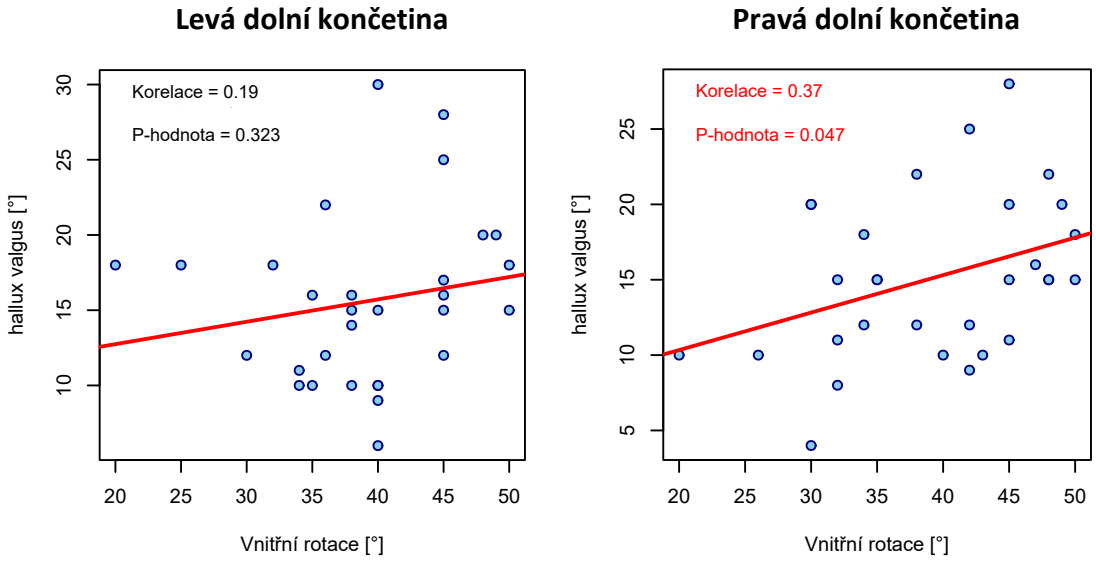
***Graf č. 3:*** *Rozdíl mezi vnitřní rotací v kyčelním kloubu (binární)*




*Legenda: ● - kontrolní skupina (HV: 0-15°)*
*◆ - experimentální skupina (HV: 15-35°)*

Graf č. 3 nám ukazuje, že u experimentální skupiny je u pravé dolní končetiny statisticky signifikantně vyšší hodnota vnitřní rotace v kyčelním kloubu než u kontrolní skupiny (p = 0,032). U levé dolní končetině není výsledek statisticky signifikantní (p = 0,227).

***Graf č. 4:*** *Souvislost HV s VR v kyčelním kloubu u LDK a PDK*




V grafu č. 4 je znázorněna korelace velikosti úhlu hallux valgus s velikostí vnitřní rotace v kyčelním kloubu u pravé a levé dolní končetiny, kdy byla zjištěna statisticky signifikantní korelace u pravé dolní končetiny (r = 0,37; p = 0,047). U levé dolní končetiny nebyla korelace statisticky významná (r = 0,19; p = 0,323).

***Tabulka č. 6:*** *Vyhodnocení porovnání součtů rotací v kyčelním kloubu ($n_1$ = 19, $n_2$ = 11)*

| | | **SOUČET ROTACÍ LDK** | **SOUČET ROTACÍ PDK** |
|---|---|---|---|
| **Experimentální skupina** $n_1$ = 19 | **aritmetický průměr** | 82,17 | 82,33 |
| | **SD** | 10,57 | 7,66 |
| **Kontrolní skupina** $n_2$ = 11 | **aritmetický průměr** | 84,67 | 81,33 |
| | **SD** | 8,07 | 13,40 |
| **P – hodnota** | | **0,470** | **0,818** |

*Legenda: PDK = pravá dolní končetina, LDK = levá dolní končetina, SD = směrodatná odchylka*

V tabulce č. 6 jsou uvedeny statisticky zpracované parametry, kde se porovnávaly součty rozsahu pasivního pohybu rotací v kyčelním kloubu, tedy celkový rozsah pohybu u experimentální skupiny oproti skupině kontrolní u LDK a PDK. Nebyl zjištěn statisticky signifikantní rozdíl mezi porovnávanými skupinami (p = 0, 470 pro LDK a p = 0,818 pro PDK), což prokazuje že při změnách rozsahu zevní vůči vnitřní rotaci zůstává celkový rozsah rotací v kontrolní i experimentální skupině podobný.

## 5.3 Výsledky pro porovnání rozdílu zevní a vnitřní rotace v kyčelním kloubu mezi experimentální a kontrolní skupinou

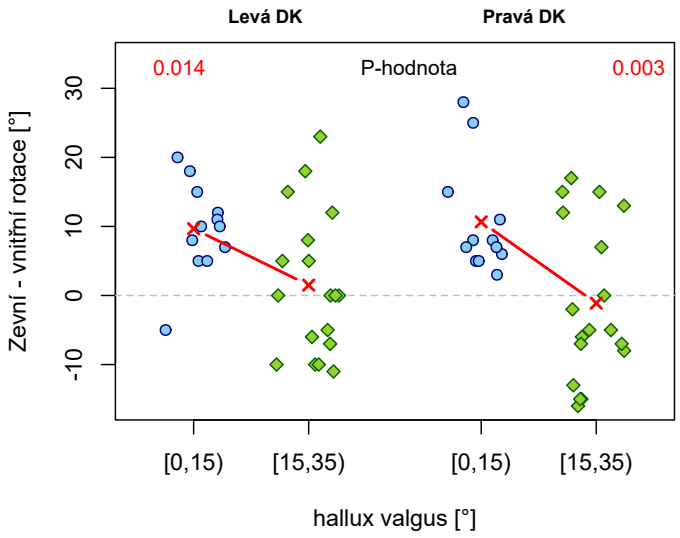
***Tabulka č. 7:*** *Vyhodnocení porovnání rozdílů zevních a vnitřních rotací v kyčelním kloubu ($n_1$ = 19, $n_2$ = 11)*

| | | LDK | | | PDK | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | **ZR** | **VR** | **rozdíl** | **ZR** | **VR** | **rozdíl** |
| **Experimentální skupina** $n_1$ = 19 | **aritmetický průměr** | 41,83 | 40,33 | **1,50** | 40,61 | 41,72 | **-1,11** |
| | **SD** | 6,32 | 8,19 | 10,26 | 6,26 | 7,42 | 11,41 |
| **Kontrolní skupina** $n_2$ = 11 | **aritmetický průměr** | 47,17 | 37,50 | **9,66** | 46,00 | 35,33 | **10,66** |
| | **SD** | 6,47 | 4,05 | 6,93 | 8,30 | 7,95 | 8,42 |
| **P – hodnota** | | **0,014** | | | **0,003** | | |

*Legenda: ZR = zevní rotace, VR = vnitřní rotace, PDK = pravá dolní končetina, LDK = levá dolní končetina, SD = směrodatná odchylka, červenou barvou je zvýrazněn statisticky významný rozdíl*

V tabulce č. 7 jsou uvedeny statisticky zpracované hodnoty pasivního rozsahu pohybu zevní a vnitřní rotace v kyčelním kloubu, kdy byl rozdíl mezi těmito rozsahy porovnávám mezi experimentální a kontrolní skupinou na pravé i levé dolní končetině. Byl zjištěn statisticky signifikantní rozdíl mezi experimentální a kontrolní skupiny, kdy je rozdíl mezi vnitřní a zevní rotací u kontrolní skupiny významně větší než u skupiny experimentální na pravé i levé dolní končetině.

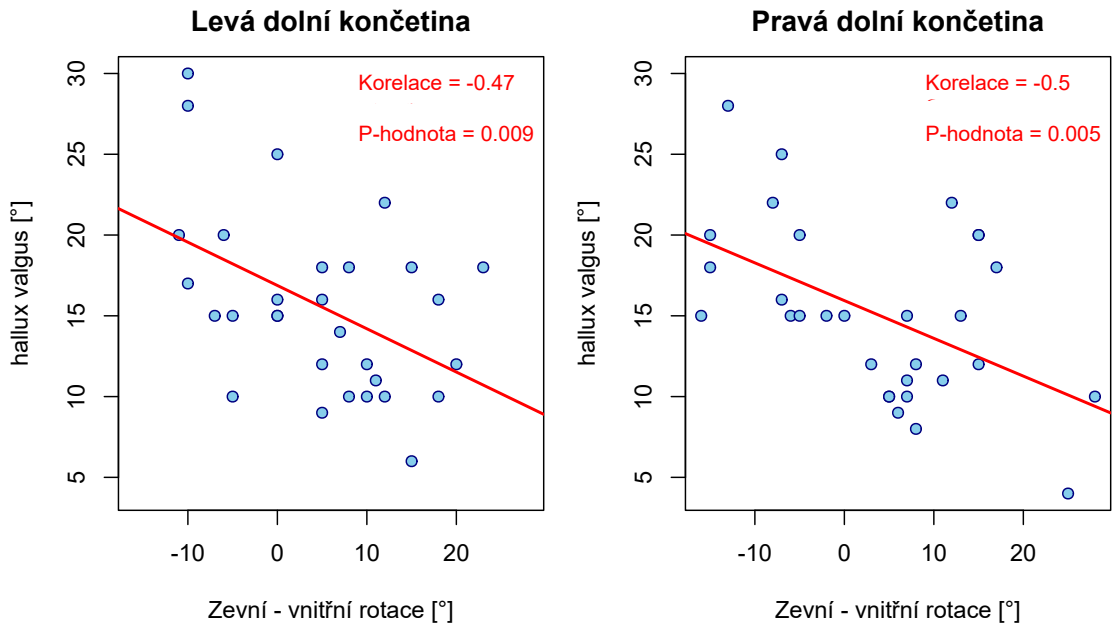
***Graf č. 5:*** *Rozdíl mezi zevní a vnitřní rotací v kyčelním kloubu (binární)*




Graf č. 5 nám ukazuje, že u kontrolní skupiny je rozdíl mezi rotacemi výrazně vyšší než u skupiny experimentální (p = 0,014 pro LDK a p = 0,003 pro PDK).

*Legenda: ● - kontrolní skupina (HV: 0-15°)*
*◆ - experimentální skupina (HV: 15-35°)*

***Graf č. 6:*** *Souvislost velikosti HV s rozdílem zevní – vnitřní rotace v kyčelním kloubu*




V grafu č. 6 lze vidět korelaci úhlu hallux valgus s rozdílem mezi zevní a vnitřní rotací v kyčelním kloubu u pravé a levé dolní končetiny, kdy byla zjištěna statisticky signifikantní korelace u obou dolních končetin (r = -0,47; p = 0,009 pro LDK a r = -0,5; p = 0,005 pro PDK). Lze tedy říci, že se zvyšujícím se úhlem hallux valgus se snižuje rozdíl mezi zevní a vnitřní rotací v kyčelním kloubu.

## 5.4 Výsledky pro porovnání plantární flexe mezi experimentální a kontrolní skupinou

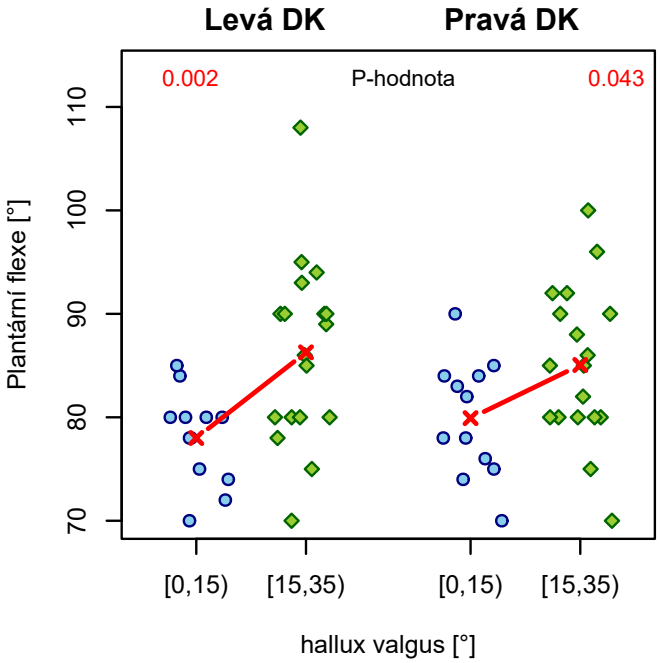
***Tabulka č. 8:*** *Vyhodnocení porovnání plantárních flexí ($n_1$ = 19, $n_2$ = 11)*

| | | PF LDK | PF PDK |
|---|---|---|---|
| **Experimentální skupina** $n_1$ = 19 | **aritmetický průměr** | 86,28 | 85,06 |
| | **SD** | 8,99 | 7,32 |
| **Kontrolní skupina** $n_2$ = 11 | **aritmetický průměr** | 78,00 | 79,92 |
| | **SD** | 4,65 | 5,80 |
| **P – hodnota** | | **0,002** | **0,043** |

*Legenda: PF = plantární flexe, PDK = pravá dolní končetina, LDK = levá dolní končetina, SD = směrodatná odchylka, červenou barvou je zvýrazněn statisticky významný rozdíl*

V tabulce č. 8 jsou uvedeny statisticky zpracované hodnoty pasivního rozsahu pohybu plantární flexe při porovnání experimentální a kontrolní skupiny na pravé a levé dolní končetině. Byl zjištěn statisticky signifikantní rozdíl mezi porovnávanými skupinami, kdy u experimentální skupiny byla zjištěna statisticky signifikantně větší plantární flexe než u skupiny kontrolní.

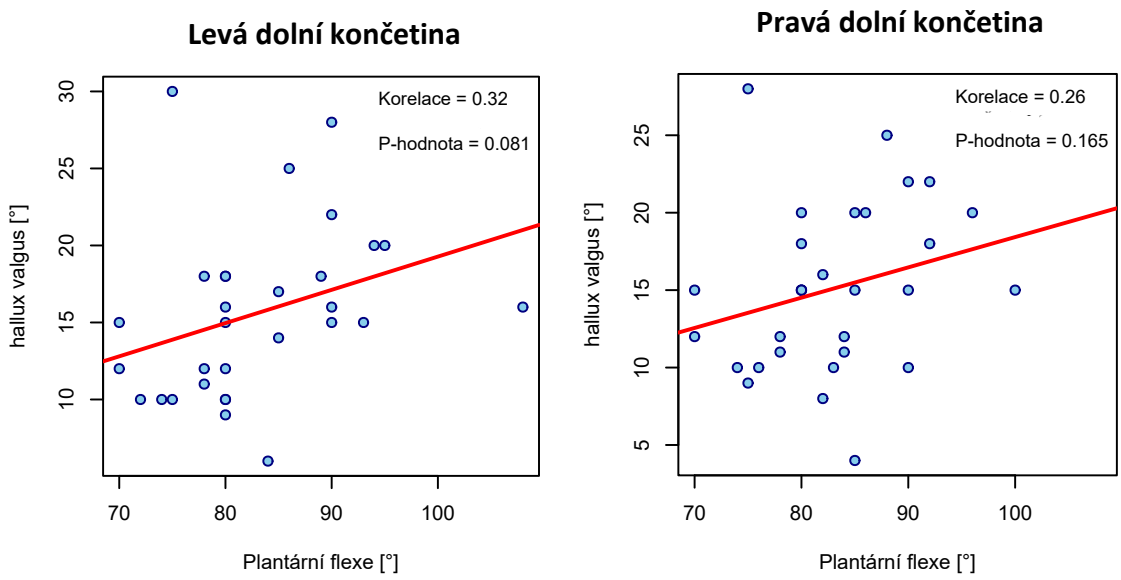
***Graf č. 7:*** *Rozdíl mezi plantární flexí (binární)*




*Legenda: ● - kontrolní skupina (HV: 0-15°)*
*◆ - experimentální skupina (HV: 15-35°)*

Graf č. 7 nám ukazuje, že u experimentální skupiny je statisticky signifikantně vyšší hodnota plantární flexe než u kontrolní skupiny bilaterálně (p = 0,002 pro LDK, p = 0,043 pro PDK).

***Graf č. 8:*** *Souvislost HV s PF u LDK a PDK*




V grafu č. 8 je znázorněna korelace velikosti úhlu hallux valgus s velikostí plantární flexe u pravé a levé dolní končetiny, kdy bylo zjištěno, že se zvyšujícím se úhlem HV dochází ke zvýšení plantární flexe, tyto hodnoty však nejsou statisticky signifikantní (r = 0,32; p = 0,081pro LDK a r = 0,26; p = 0,165 pro PDK).

## 5.5 Výsledky pro porovnání Q úhlu mezi experimentální a kontrolní skupinou

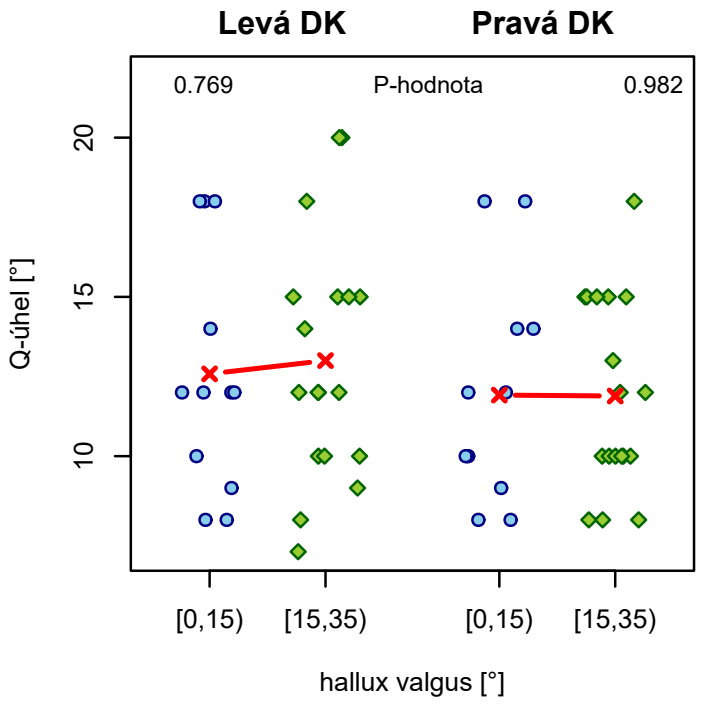
***Tabulka č. 9:*** *Vyhodnocení porovnání Q úhlů ($n_1$ = 19, $n_2$ = 11)*

| | | **Q úhel LDK** | **Q úhel PDK** |
|---|---|---|---|
| **Experimentální skupina** $n_1$ = 19 | **aritmetický průměr** | 13,00 | 11,89 |
| | **SD** | 3,72 | 2,95 |
| **Kontrolní skupina** $n_2$ = 11 | **aritmetický průměr** | 12,58 | 11,92 |
| | **SD** | 3,91 | 3,59 |
| **P – hodnota** | | **0,769** | **0,982** |

*Legenda: PDK = pravá dolní končetina, LDK = levá dolní končetina, SD = směrodatná odchylka*

V tabulce č. 9 jsou uvedeny statisticky zpracované hodnoty Q úhlu při porovnání experimentální a kontrolní skupiny na pravé a levé dolní končetině. Nebyl zjištěn statisticky signifikantní rozdíl mezi porovnávanými skupinami.

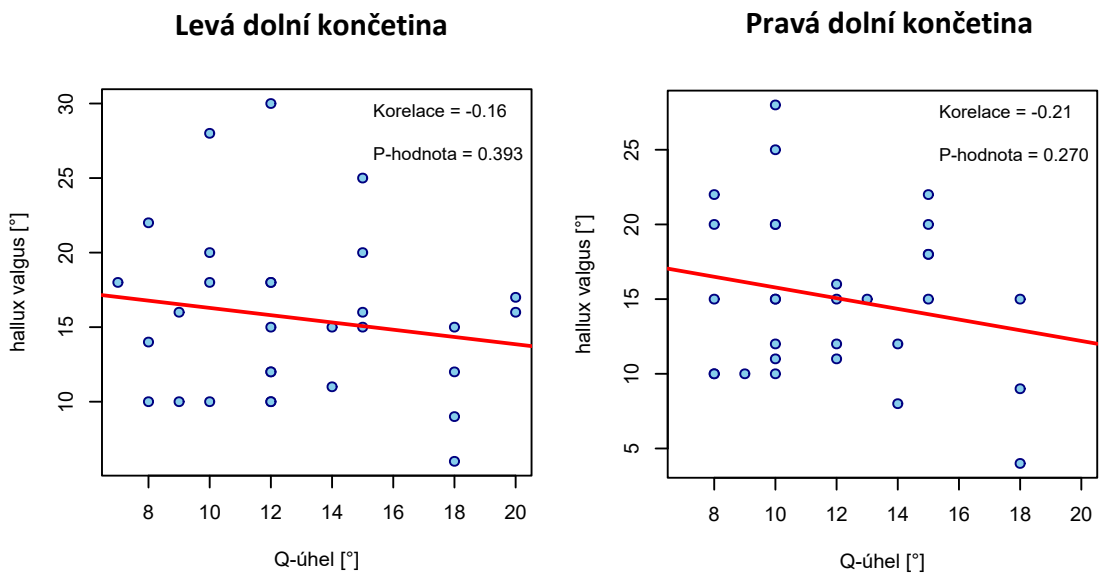
***Graf č. 9:*** *Rozdíl mezi Q úhlem (binární)*




Graf č. 9 nám ukazuje, že u experimentální skupiny ani u skupiny kontrolní není statisticky signifikantně vyšší hodnota Q úhlu na pravé ani levé dolní končetině (p = 0,769 pro LDK a p = 0,982 pro PDK).

*Legenda: ● - kontrolní skupina (HV: 0-15°)*
*◆ - experimentální skupina (HV: 15-35°)*

***Graf č. 10:*** *Souvislost HV s Q úhlem u LDK a PDK*




V grafu č. 10 je znázorněna korelace mezi velikostí úhlu hallux valgus a velikostí Q úhlu u pravé a levé dolní končetiny, kdy nebyla zjištěna statisticky významná korelace mezi pozorovanými parametry (r = -0,16; p = 0,393 pro LDK a r = -0,21; p = 0,270 pro PDK).

## 5.6 Výsledky pro porovnání indexu chodidla mezi experimentální a kontrolní skupinou

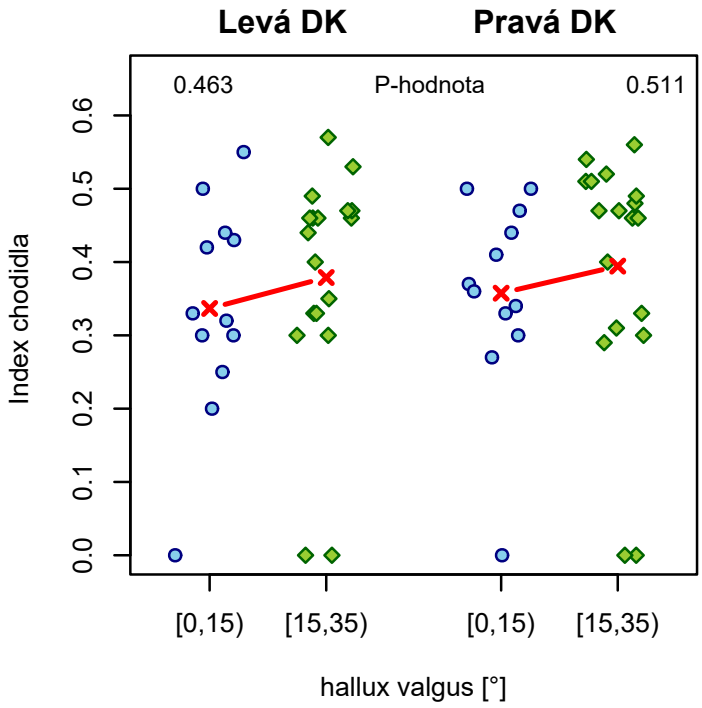
***Tabulka č. 10:*** *Vyhodnocení porovnání indexů chodidla ($n_1$ = 19, $n_2$ = 11)*

| | | **Index chodidla LDK** | **Index chodidla PDK** |
|---|---|---|---|
| **Experimentální skupina** $n_1$ = 19 | **aritmetický průměr** | 0,38 | 0,39 |
| | **SD** | 0,16 | 0,15 |
| **Kontrolní skupina** $N_2$ = 11 | **aritmetický průměr** | 0,34 | 0,36 |
| | **SD** | 0,14 | 0,15 |
| **P – hodnota** | | **0,463** | **0,511** |

*Legenda: PDK = pravá dolní končetina, LDK = levá dolní končetina, SD = směrodatná odchylka*

V tabulce č. 10 jsou uvedeny statisticky zpracované hodnoty indexu chodidla při porovnání experimentální a kontrolní skupiny na pravé a levé dolní končetině. Nebyl zjištěn statisticky signifikantní rozdíl mezi porovnávanými skupinami.

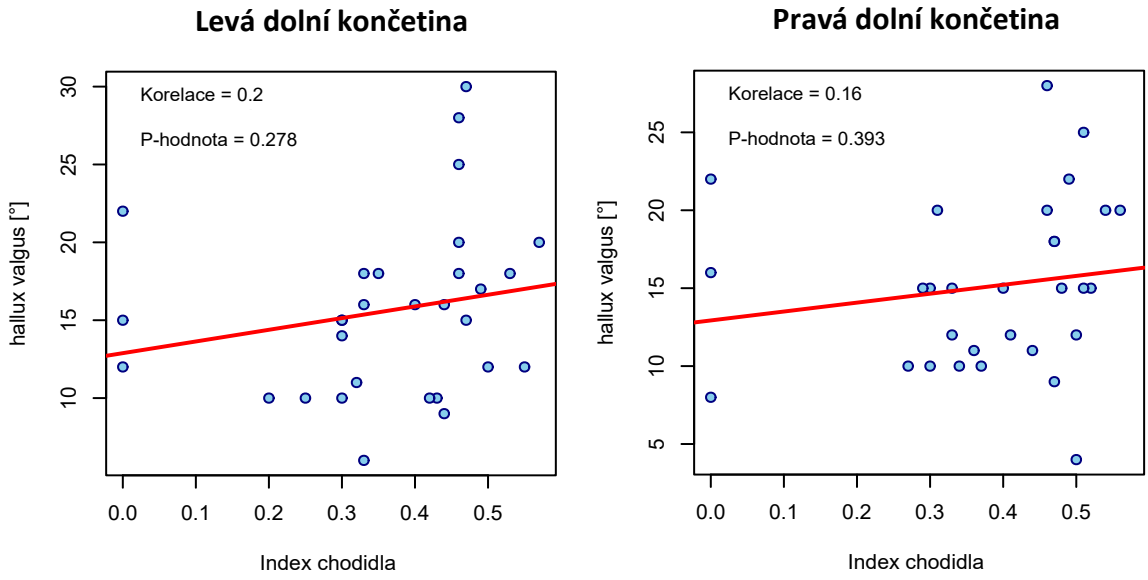
***Graf č. 11:*** *Rozdíl mezi indexem chodidla (binární)*




Graf č. 11 nám ukazuje, že u experimentální skupiny je hodnota indexu chodidla vyšší než u kontrolní skupiny. Hodnoty však nejsou statisticky signifikantně vyšší ani u jedné dolní končetiny (p = 0,463 pro LDK a p = 0, 511 pro PDK).

*Legenda: ● - kontrolní skupina (HV: 0-15°)*
*◆ - experimentální skupina (HV: 15-35°)*

***Graf č. 12:*** *Souvislost HV s indexem chodidla u LDK a PDK*




V grafu č. 12 je znázorněna korelace velikosti úhlu hallux valgus s velikostí indexu chodidla u pravé a levé dolní končetiny, kdy se zvyšujícím se úhlem HV dochází ke zvýšení indexu chodidla. Tyto hodnoty však nejsou statisticky signifikantní ani u jedné dolní končetiny (r = 0,20; p = 0,278 pro LDK a r = 0,16; p = 0,393 pro PDK).

# 6 DISKUSE

***H1A:*** Hypotéza, předpokládající statisticky významně nižší hodnoty pasivního rozsahu zevní rotace v kyčelním kloubu u experimentální skupiny než u skupiny kontrolní, byla zamítnuta. Při porovnání naměřených hodnot pasivního pohybu zevní rotace u experimentální a kontrolní skupiny byl nalezen statisticky významný rozdíl pouze u levé dolní končetiny ($p = 0,031$). Přestože byla u pravé dolní končetiny zevní rotace u experimentální skupiny nižší, nejsou hodnoty statisticky signifikantní ($p = 0,064$). Současně byla zjišťována také korelace mezi velikostí úhlu hallux valgus a velikostí zevní rotace, kdy výsledky ukazují statisticky významnou korelaci mezi těmito parametry u obou dolních končetin ($r = -0,39$; $p = 0,033$ pro PDK a $r = -0,49$; $p = 0,006$ pro LDK), kdy se zvyšujícím se stupněm hallux valgus dochází ke snížení zevní rotace v kyčelním kloubu.

Jelikož se v taneční literatuře uvádí, že správné vytočení dolních končetin, při provedení tanečních prvků, by mělo vycházet z kyčelních kloubů, je důležité, aby zde byl potřebný rozsah pohybu. Pokud rozsah zevní rotace v kyčelním kloubu není dostatečný, dochází ke kompenzaci vytočení v nižších segmentech dolní končetiny, nejčastěji poté v hlezenním kloubu a chodidle, které jde současně do pronačního postavení (Coplan, 2002, Negus et al., 2005). Někteří autoři uvádí, že změření rozsahu pohybu zevní rotace u kyčelního kloubu není ukazatelem funkčního vytočeného postavení (Gilbert et al., 1998). Poměry rotací v kloubech dolních končetin pro provedení funkčního vytočení se u různých autorů liší, většinou má však největší zastoupení zevní rotace v kyčelním kloubu. Gorwa et al. (2020) ve své studii využili elektromyografii pro zjištění svalové aktivity při provedení základních baletních pozic a zjistili, že u tanečnic s nižším rozsahem zevní rotace v kyčelním kloubu dochází k větší aktivaci svalů v oblasti kotníku, oproti skupině s vyšší zevní rotací, kde se naopak více zapojují svaly v oblasti kyčelního kloubu.

Vzhledem k tomu, že taneční prvky v klasickém tanci vyžadují velký rozsah pohybu téměř ve všech kloubech lidského těla, bylo před zahájením měření předpokládáno, že většina tanečnic, alespoň v kontrolní skupině, bude mít hodnoty zevní rotace vyšší, než je fyziologická norma (45°), avšak průměr hodnot zevních rotací je u experimentální skupiny 40,61° pro PDK a 41,83° pro LDK, u kontrolní skupiny poté 46,00° pro PDK a 47,17° pro LDK. Naměřené hodnoty jsou tedy u kontrolní skupiny

v průměru vyšší, než je fyziologická norma, avšak pouze o 1-2°, což bylo překvapující. Rozsah zevní rotace byl měřen v poloze dle Jandy a Pavlů (1993), kdy je kyčelní kloub v nulovém postavení, aby se také zabránilo pohybu v bederní páteři. Je tedy možné, že při provedení tanečních prvků, které vyžadují velký rozsah pohybu v kyčelním kloubu je důležité spojení zevní rotace spolu s abdukcí či flexí v kyčelním kloubu. Současně také může docházet k pohybu v oblasti bederní páteře, což může následně opticky zvětšovat rozsah pohybu (Carter et al., 2018, Negus et al., 2005).

Zevní vytáčení dolních končetin v klasickém tanci se většinou provádí aktivně, bylo by tedy vhodné změřit také aktivní rozsah zevní rotace v kyčelním kloubu. V této diplomové práci však bylo vycházeno z předpokladu, že pokud není dostatečný pasivní rozsah zevní rotace, nebude možné zevní vytočení vycházející z kyčelního kloubu do určitého rozsahu provést ani aktivně, což pravděpodobně následně způsobí onu kompenzaci v nižších segmentech dolní končetiny. Avšak dostatečně velký rozsah pasivní rotace v kyčelním kloubu ještě nemusí znamenat funkční aktivní zevní rotaci dolních končetin.

***H1B:*** Hypotéza, předpokládající statisticky významně vyšší hodnoty pasivního rozsahu pohybu vnitřní rotace v kyčelním kloubu u experimentální skupiny než u skupiny kontrolní, byla zamítnuta. Při porovnání naměřených hodnot pasivního pohybu vnitřní rotace u experimentální a kontrolní skupiny byl nalezen statisticky významný rozdíl pouze u pravé dolní končetiny ($p = 0,032$). Ačkoliv byly hodnoty vnitřní rotace u experimentální skupiny i u levé dolní končetiny vyšší než u skupiny kontrolní, výsledek nebyl statisticky významný ($p = 0,227$). Současně byla zjišťována také korelace mezi velikostí úhlu hallux valgus a velikostí vnitřní rotace. Výsledky ukazují statisticky významnou korelaci mezi těmito parametry pouze u pravé dolní končetiny, kdy se zvyšujícím se stupněm hallux valgus dochází ke zvýšení vnitřní rotace v kyčelním kloubu pouze na pravé straně ($r = 0,37$; $p = 0,047$ pro PDK a $r = 0,19$; $p = 0,323$ pro LDK).

Tato hypotéza navazuje na nedostatečnou zevní rotaci v kyčelním kloubu, kdy se naopak zvětšuje rotace vnitřní. Při stanovení hypotézy se vycházelo z předpokladu vnitřně rotačního postavení v kyčelním kloubu, které navazuje na celou linii dolní končetiny související rovněž s hyperpronačním postavením v hleznu, spjatým se zvětšením úhlu hallux valgus, jak ve své studii uvádí Khamis a Yizhar (2007)

či Motta-Valencia (2006). Ve studiích, které se nezaměřují na tanečnice ale na běžnou populaci, byla prokázána spojitost zvýšení rozsahu pohybu vnitřní rotace v kyčelním kloubu při nálezu hallux valgus současně také se zvýšením úhlu anteverze femuru (Nguyen et al., 2011, Shultz et al., 2009). Steinberg et al. ve své studii z roku 2015, která byla provedena na 1336 tanečnicích, uvádí signifikantní zvýšení pasivního rozsahu pohybu vnitřní rotace v kyčelním kloubu u tanečnic s diagnózou hallux valgus. Výsledky této diplomové práce tyto studie podporují pouze částečně, jelikož souvislost HV s vnitřní rotací byla nalezena pouze u PDK.

Jedním z faktorů, který by mohl hodnoty rotací ovlivnit, je věk probandek, které se zúčastnily této studie. Všechny tanečnice v kontrolní i experimentální skupině již mají dokončené taneční vzdělání, avšak probandky ve studii od Steinberga et al. (2015) byly stále studentky taneční školy. Je tedy možné, že u probandek této práce mohl hallux valgus vzniknout již v minulosti během studia, ale z důvodu dlouholetého tréninku poté mohlo dojít ke změně kloubní hybnosti v kyčelním kloubu.

Základním postavením v klasickém tanci je zevní vytočení dolních končetin, které je provedeno aktivací zevních rotátorů kyčelního kloubu. Aktivace hýžďových svalů a abduktorů kyčelního kloubu rovněž zabraňuje valgotizaci dolní končetiny a torzním silám, které na dolní končetinu působí (Gross, 2005).

Při měření rovněž nebyly brány v potaz možné artrotické změny v kloubech dolních končetiny, které mohou vznikat při dlouhodobé zátěži, což zajisté taneční trénink představuje. Při začínající artróze v kyčelním kloubu dochází k omezení pohybu zejména do vnitřní rotace. Souvislost artrózy kyčelního kloubu s diagnózou hallux valgus popisuje například Golightly et al. ve své studii z roku 2015.

U hypotézy č. 1A a 1B byl dále zjišťován i celkový rozsah rotací v kyčelním kloubu, kdy se tyto hodnoty porovnávaly mezi experimentální a kontrolní skupinou. U celkových rotací nebyl nalezen statisticky signifikantní rozdíl ani u jedné dolní končetiny ($p = 0{,}818$ pro PDK a $p = 0{,}470$ pro LDK). Výsledek tedy značí, že celkové spektrum rotací je u obou skupin vyrovnané. Z předchozích výsledků rotací můžeme určit, že u experimentální skupiny je celkové spektrum posunuté více do vnitřní rotace a u kontrolní naopak do rotace zevní.

Jak již bylo zmíněno, významný rozdíl mezi skupinami byl nalezen na levé dolní končetině u zevní rotace a na pravé dolní končetině u vnitřní rotace. Tento výsledek by mohl být dán například tím, že při choreografiích a tanečních variacích v klasickém tanci nebývají obě dolní končetiny zatěžovány rovnoměrně. Některé taneční prvky, jako například piruety (otočky), se v tanečních variacích provádí pouze do směru preferovaného tanečnicí. Ve většině případů se pirueta provádí směrem doprava (po směru hodinových ručiček). Pokud jde o piruetu en dehors (směrem ven) provádí se na LDK, naopak pirueta en dedans (směrem dovnitř) na PDK. Otočení je tedy vždy po směru hodinových ručiček, avšak při točení na PDK má končetina větší tendenci ke stočení do vnitřní rotace, zejména pak při oslabení stabilizátorů kyčelního kloubu.

***H2:*** Hypotéza, předpokládající statisticky významně vyšší rozdíl pasivního rozsahu pohybu zevní rotace oproti vnitřní u kontrolní skupiny, byla potvrzena. Při porovnání experimentální a kontrolní skupiny byl statisticky významně vyšší rozdíl mezi zevní a vnitřní rotací u kontrolní skupiny bilaterálně ($p = 0,014$ pro PDK a $p = 0,003$ pro LDK). Současně také byla zjištěna statisticky významná korelace mezi velikostí úhlu HV a rozdílem mezi rotacemi v kyčelním kloubu bilaterálně ($r = -0,5$; $p = 0,005$ pro PDK a $r = -0,47$; $p = 0,009$ pro LDK). Lze tedy říci, že se zvyšujícím se úhlem hallux valgus dochází ke snížení rozdílu mezi zevní a vnitřní rotací v kyčelním kloubu.

Jak již bylo zmíněno, zevní rotace dolních končetin je v klasickém tanci velice důležitá pro správné provedení tanečních prvků. Z důvodu dlouholetého tréninku může docházet k omezení vnitřní rotace a posunu celkového spektra rotací směrem k rotaci zevní. Pokud však nejsou taneční prvky správně prováděny, nedochází k zevní rotaci v kyčelním kloubu, ale rotace je docíleno v nižších segmentech dolní končetiny. Tento jev by tedy mohl nastávat u tanečnic s diagnózou hallux valgus, kdy nemusí docházet k tak velké zevní rotaci v kyčelním kloubu. Reid et al. ve své studii z roku 1987, kde porovnávali rozsah pohybu dolních končetin u baletek oproti běžné populaci, uvádí, že u tanečnic je výrazně omezená vnitřní rotace a addukce, ale zároveň u všech dalších pohybů v kyčelním kloubu je rozsah výrazně zvětšen, zejména pak do zevní rotace a abdukce. Tato skutečnost zase naopak může způsobit problémy v oblasti kyčelního kloubu, jako je například lupavá kyčel neboli dancer's hip. Větší zevní rotaci a menší vnitřní rotaci u tanečnic klasického tance popisují také Khan et al. (1997).

***H3:*** Hypotéza, předpokládající statisticky významně vyšší hodnoty pasivního rozsahu pohybu plantární flexe v hlezenním kloubu u experimentální skupiny než u skupiny kontrolní, byla potvrzena. Při porovnání naměřených hodnot pasivního rozsahu plantární flexe v hlezenním kloubu byl nalezen statisticky signifikantní rozdíl mezi porovnávanými skupinami na pravé ($p = 0,043$) i levé ($p = 0,002$) dolní končetině. Tanečnice s diagnózou hallux valgus tedy mají statisticky významně vyšší hodnotu plantární flexe než tanečnice bez této deformity. Výsledky současně také ukazují, že se zvyšujícím se stupněm hallux valgus se zvyšuje rozsah plantární flexe u obou dolních končetin. Tyto výsledky však nebyly statisticky signifikantní a nebyla zde významná korelace ($r = 0,26$; $p = 0,165$ pro PDK a $r = 0,32$; $p = 0,081$ pro LDK).

Steinberg et al. (2013) ve své studii, která se zaměřovala na ženy ve věku 51-80 let, uvádí, že diagnóza hallux valgus je spojena s generalizovanou hypermobilitou a současně i s větším rozsahem pohybu plantární flexe v hlezenním kloubu. Tanečnice klasického tance potřebují pro provedení tanečních prvků větší rozsah plantární flexe, než je fyziologická norma (30-50°). Hamilton et al. (1992) uvádí, že tanečnice potřebuje pro správné provedení stoje na špičce rozsah pohybu plantární flexe 90-100° v komplexu kloubů chodidla a kloubu hlezenním, aby postavení nohy na špičce kompenzovalo hyperextendované postavení kolenního kloubu, které je v klasickém tanci časté a žádoucí. Je tedy očekáváné, že všechny tanečnice, které tančí na špičkách budou mít zvětšené hodnoty plantární flexe oproti běžné populaci a fyziologické normě. Steinberg et al. (2015) zkoumali také souvislost hallux valgus s rozsahy pohybu dolních končetin u tanečnic a opětovně zjistili větší hodnoty plantární flexe u tanečnic, které diagnózu HV mají. Zvýšení rozsahu plantární flexe jako rizikový faktor pro vznik deformit a úrazů v oblasti chodidla u tanečnic popisují Brown a Micheli (2004) a Motta-Valencia (2006). Tato diplomová práce se tedy shoduje s uvedenými autory a byl nalezen významný rozdíl mezi hodnotami i u profesionálních tanečnic klasického tance.

Překvapením však bylo, že hodnoty plantární flexe nejsou v průměru u obou skupin tak vysoké, kdy u experimentální skupiny vychází průměr 85,06° pro PDK a 86,28° pro LDK, u kontrolní skupiny poté 79,92° pro PDK a 78,00° pro LDK. Jak již bylo zmíněno, pro stoj na špičce se potřebný rozsah plantární flexe pohybuje mezi 90-100° pro komplex chodidla a hlezna. Naměřené hodnoty v této práci však určují pouze pohyb v hlezenním kloubu, bylo by tedy vhodnější změřit také pohyb plantární flexe i v nižších segmentech pro zjištění celkového rozsahu pohybu. Russell et al. (2015) ve své

studii uvádí, že u tanečnic klasického tance dochází ke zvýšení rozsahu plantární flexe při zatížení nohy ve stoji na špičce až o 10° oproti měření bez zatížení. Celkový rozsah plantární flexe byl ve studii od Russella et al. u profesionálních tanečnic průměrně 80° bez zatížení, což je výrazně nižší rozsah, než ve studii od Hamiltona et al. (1992), který uvádí průměrnou hodnotu 113° při měření standartní goniometrie.

Průměrné hodnoty, naměřené v této práci, se tedy můžou od zmíněných studií lišit z důvodu nezahrnutí celkového rozsahu pohybu plantární flexe v komplexu chodidla a hlezenního kloubu.

***H4:*** Hypotéza, předpokládající statisticky významně vyšší hodnoty Q úhlu u experimentální skupiny než u skupiny kontrolní, byla zamítnuta. Po porovnání hodnot Q úhlu mezi experimentální a kontrolní skupinou nebyl nalezen statisticky významný rozdíl mezi skupinami ani u jedné dolní končetiny. ($p = 0,982$ pro PDK a $p = 0,769$ pro LDK). Současně nebyla nalezena ani významná korelace mezi velikostí HV a velikostí q-úlu ($r = -0,21$; $p = 0,270$ pro PDK a $r = -0,16$; $p = 0,393$ pro LDK). Vyšší velikost Q úhlu je nejčastěji spojovaná s bolestí kolenního kloubu či větším rizikem vzniku úrazu, kdy valgozita kolene způsobí větší zatížení mediálních struktur kloubu. Současně je také valgozita kolenního kloubu spojovaná s hyperpronací hlezna, což následně způsobuje přetížení mediálních struktur nohy (Hopper et at., 2016). Steinberg et al. (2013) ve své studii popisují souvislost velikosti Q úhlu s diagnózou HV u běžné populace, kdy průměrná hodnota velikosti Q úhlu byla 18,4° u žen s HV a 14,7° u žen bez HV. Ve studii z roku 2015, ve které zkoumali linii dolních končetin u tanečnic klasického tance opět uvádí souvislost valgozity kolenního kloubu s diagnózou hallux valgus. Neudávají zde však přesnou hodnotu Q úhlu.

Zvýšená hodnota Q úhlu současně navazuje na vnitřně rotační postavení dolní končetiny s pronačním postavením nohy. Chodidlo, kolenní kloub a kyčelní kloub se vzájemně ovlivňují. Tuto souvislost popisuje například Véle (2006) či Kapandji (1987), který uvádí, že při vnitřní rotaci femuru směruje patella mediálně, má tendenci k valgozitě a přenáší rotaci dále na nohu, která se stáčí do pronace a následně dochází ke snížení podélné klenby.

Za zvýšenou velikost Q úhlu se většinou považuje hodnota >20°, někdy se také uvádí hodnota >15°. V této diplomové práci byly průměrné naměřené hodnoty

u experimentální skupiny 11,89° u PDK a 13,00° u LDK, u kontrolní skupiny poté 11,92° u PDK a 12,58° u PDK. V průměru tedy naměřené stupně ani u jedné skupiny nepřesáhly onu patologickou hranici. Pro změření Q úhlu bylo v této práci využito goniometrické měření, které ve svých prací popisuje Shultz et al. (2006, 2007, 2008, 2009). Tito autoři využívají běžný goniometr, který je modifikován pomocí prodlužovací tyče, která je připevněna na pevné rameno. V této práci bylo rameno goniometru prodlouženo pomocí pravítka, aby při měření nedocházelo k posunu tyče, avšak i v tomto případě je možné, že mohla nastat chyba měření. Nejideálnější metodou pro změření Q úhlu by byla magnetická rezonance, či rentgenový snímek, avšak v běžné fyzioterapeutické praxi se toto měření příliš nevyužívá.

Carreiro (2009) uvádí, že u žen bývá Q úhel zvětšen oproti mužům z důvodu širší pánve, kdy k jejímu rozšíření dochází v období puberty. V současné době je v klasickém tanci preferována útlá postava tanečnice, tedy i úzká pánev, což by mohlo být důvodem, proč naměřené hodnoty Q úhlu u tanečnic v kontrolní i experimentální skupině jsou spíše nižší. Dále také vlivem dlouhodobého tanečního tréninku může po specifické zátěži kloubu docházet ke změně jeho nastavení, což následně může mít vliv i na změnu Q úhlu.

***H5:*** Hypotéza, předpokládající statisticky významně vyšší hodnoty indexu chodidla dle metody Sztriter-Godunov u experimentální skupiny než u skupiny kontrolní, byla zamítnuta. Mezi hodnotami indexu chodidla u experimentální a kontrolní skupiny nebyl nalezen statisticky významný rozdíl ($p = 0,511$ pro PDK, $p = 0,463$ pro LDK). Nebyla nalezena ani významná korelace mezi velikostí HV a velikostí indexu chodidla ani u jedné dolní končetiny ($r = 0,16$; $p = 0,393$ pro PDK, $r = 0,20$; $p = 0,278$ pro LDK). Diagnóza hallux valgus je spojovaná s plochonožím, tedy poklesem mediální klenby nohy. Atbasi et al. (2019) ve své studii nalezli významnou korelaci mezi plochonožím a velikostí úhlu hallux valgus při využití radiologického měření. Stejné výsledky zaznamenali ve své studii Cacace et al. (2013), kteří rovněž uvádí spojitost ploché nohy s vyšší pravděpodobností diagnózy hallux valgus. Oproti tomu Suh et al. (2021) nenašli ve své studii žádnou souvislost mezi plochonožím a diagnózou HV.

Nebylo provedeno mnoho studií, které by hodnotily stav klenby u profesionálních tanečnic klasického tance. Studie od Dadury et al. z roku 2020 zaznamenává analýzu chodidla pomocí podoskopu připojenému k počítači, autoři zde porovnávali výsledky

u rekreačních tanečnic oproti běžné populaci. Mezi porovnávanými skupinami nebyl významný rozdíl, tanečnice však měly významně vyšší hodnotu úhlu HV. Oproti tomu studie z roku 1997, kterou publikovali Yakut et al. uvádí výrazný pokles příčné klenby, avšak zvýšení klenby podélné.

V této diplomové práci byla průměrná hodnota indexu chodidla u experimentální skupiny 0,39 pro PDK a 0,38 pro LDK, což dle indexové metody Sztriter-Godunov značí normálně klenutou nohu. U kontrolní skupiny byly průměrné hodnoty indexu chodidla 0,36 pro PDK a 0,34 pro LDK. Ani u jedné skupiny se tedy v průměru nevyskytovalo plochonoží. K hodnocení klenby nohy se ve studiích většinou využívají indexové metody. V této práci byla vybrána metoda Striter-Godunov, jelikož umožňuje plochonoží rozdělit na tři stupně. S těmito stupni se však následně nepracovalo. Pokud se otisk chodidla na podoskopu nespojil, byl index chodidla zhodnocen číslem 0, což mohlo ve výsledném výpočtu aritmetického průměru snižovat finální číslo a ovlivnit následné statistické porovnání hodnot. Nelze zde přesně určit, zda se otisk chodidla nespojil z důvodu vysoké klenby či odlepení laterální strany chodidla při stoji. Plantografie stále patří k velice rozšířeným a používaným metodám pro diagnostiku stavu nožní klenby. Na trhu je mnoho měřících přístrojů, které se diagnostikou klenby zabývají, avšak dle Kalichové a Vysloužila (2017) se výsledky z jednotlivých přístrojů mohou lišit. V této diplomové práci byl pro získání otisku chodidla využit podoskop, kde při vyšetření může nastat jistá chyba měření. Mathieson et al. (2004) uvádí, že měření typu nohy ze statického otisku je poměrně limitované, bylo by tedy vhodné využít přístroj, který by zhodnotil klenbu nohy jak staticky, tak i dynamicky, jako například Footscan, v této práci však nabyla brána v potaz distribuce tlaku na chodidle a plantogram byl využit pouze pro zjištění indexu chodidla. La Cruz et al. (2014) uvádí podoskop jako validní přístroj pro získání otisku nohy. Jistá chyba měření mohla nastat i při vyhodnocení indexu chodidla, které bylo prováděno na vyhotovených fotografiích přenesených do počítače, je tedy možné, že přístroj s již integrovanou funkcí pro hodnocení indexu chodidla by poskytl jiné výsledky.

**Limity práce**

Téměř všechny naměřené parametry v této práci byly získány pomocí goniometrie, což je velice běžně využívaná metoda ve fyzioterapeutické praxi, může se zde však objevit nepřesnost měření, zvláště pokud není rozsah pohybu určen po pěti stupních. Větší přesnost měření byla v této práci zajištěna tím, že všechny parametry byly

změřeny třikrát za sebou jedním terapeutem, s využitím stále stejného goniometru a následně byl spočítán aritmetický průměr tří hodnot, avšak i tak se může objevit chyba měření. I pro určení samotného úhlu hallux valgus by bylo vhodnější použít rentgenový snímek, který by umožnil zjistit také IMA (Intermetatarsal Angle) a ne pouze HVA (Hallux Valgus Angle). Tato metoda by však vystavovala vyšetřovaného rentgenovému záření a nelze ji provést v běžné praxi fyzioterapeuta.

Tato práce umožňuje zhodnotit rozsahy pohybu a linii dolní končetiny pouze staticky, kdy můžeme jen odhadovat síly působící na kloub během aktivity. Statické hodnocení nám však nemůže přesně určit, jak poté dané segmenty fungují při dynamice, ať už jde o chůzi, či taneční trénink. Dalším limitem by také mohla být skutečnost, že s tréninkem klasického tance začínají tanečnice obvykle již v 11 či 12 letech a je tedy možné, že se u nich některé parametry mohly objevovat v začátcích tréninku, kdy mohlo dojít k rozvinutí deformity HV, ale následně vlivem dlouholetého tanečního tréninku došlo k úpravě linie dolní končetiny či kloubní hybnosti, avšak deformita HV stále přetrvává.

V neposlední řadě k limitům práce patří nízký počet probandů, kdy v experimentální skupině bylo $n_1 = 19$ tanečnic a v kontrolní skupině $n_2 = 11$ tanečnic. Některé parametry tak nemusely být u tak malého sledovaného vzorku významně projeveny a zároveň výsledky práce nelze vztáhnout na všechny tanečnice klasického tance.

# 7 ZÁVĚR

Diagnóza hallux valgus je častá deformita v oblasti přednoží. Současná literatura uvádí, že na vzniku vbočeného palce nemusí mít přílišný vliv nošení těsné obuvi, které byl vznik deformity dříve často přisuzován. V kontextu úzké obuvi, v tomto případě baletních špiček, byl hallux valgus často spojován s tanečnicemi klasického tance. Nicméně s postupem času se přichází na další možné faktory, které mohou mít souvislost s výskytem tohoto onemocnění. Tato práce se zabývá souvislostí diagnózy hallux valgus s linií dolní končetiny, plochonožím a vybranými rozsahy kloubní hybnosti kyčelního a hlezenního kloubu u tanečnic klasického tance.

Na základě statistického zpracování dat byl nalezen statisticky významný rozdíl u velikostí rotací v kyčelním kloubu mezi porovnávanými skupinami. U experimentální skupiny byla významně nižší zevní rotace LDK a naopak významně vyšší vnitřní rotace PDK oproti kontrolní skupině. Kontrolní skupina měla významně vyšší rozdíl mezi zevní a vnitřní rotací bilaterálně. Statisticky významný rozdíl mezi skupinami byl také nalezen při porovnání velikosti plantární flexe, kdy byly její hodnoty významně vyšší u experimentální skupiny. U ostatních parametrů nebyl mezi skupinami shledán statisticky signifikantní rozdíl.

Cíle práce byly splněny. H1A a H1B nebyly potvrzeny, jelikož statisticky signifikantní rozdíl mezi experimentální a kontrolní skupinou byl u sledovaných parametrů nalezen vždy pouze na jedné dolní končetině. Potvrzeny byly H2 a H3, jelikož se statisticky významný rozdíl mezi skupinami vyskytoval bilaterálně. U H4 a H5 nebyl nalezen významný rozdíl ani u jedné dolní končetiny, čímž byly tyto hypotézy zamítnuty.

V této diplomové práci byly pro měření všech parametrů využity pouze běžně dostupné nástroje, které lze využít ve fyzioterapeutické praxi. Vzhledem k tomu, že dolní končetina představuje jeden funkční celek, nelze u sledovaných parametrů určit, zda přímo způsobily vznik deformity, či vznikly až sekundárně po jejím vytvoření.

Poznatky z této práce mohou být užitečné pro diagnostiku, terapii, ale i prevenci deformity hallux valgus. Náročnost tréninkového procesu tanečnic klasického tance je velmi vysoká, což přináší značné nároky na pohybový aparát. Podrobnější porozumění příčinám vzniku a rozvoje patologií jako je hallux valgus může u této kohorty přinést značné zdravotní benefity, které umožní baletkám delší a zdravější taneční kariéru a zároveň také lepší kvalitu života po jejím ukončení.

# REFERENČNÍ SEZNAM


1. AENUMULAPALLI, A. et al. Prevalence of Flexible Flat Foot in Adults: A Cross-sectional Study. *JOURNAL OF CLINICAL AND DIAGNOSTIC RESEARCH* [online]. 2017 [cit. 2021-4-29]. ISSN 2249782X. Dostupné z: doi:10.7860/JCDR/2017/26566.10059

2. AHONEN, J. Biomechanics of the foot in dance: a literature review. *Journal Of Dance Medicine and Science* [online]. 2008, **12**(3), 99-108 [cit. 2020-09-08]. Dostupné z: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19618585/

3. ATBAŞI, Z. et al. Relationship Between Hallux Valgus and Pes Planus: Real or Fiction? *The Journal of Foot and Ankle Surgery* [online]. 2020, **59**(3), 513-517 [cit. 2021-04-21]. ISSN 10672516. Dostupné z: doi:10.1053/j.jfas.2019.09.037

4. BAKER JENKINS, J. et al. Can Turnout Measurements Be Used to Predict Physiotherapist-Reported Injury Rates in Dancers? *Medical Problems of Performing Artists* [online]. 2013, **28**(4), 230-235 [cit. 2021-5-6]. ISSN 0885-1158. Dostupné z: doi:10.21091/mppa.2013.4044

5. BROCKETT, C. L. a G. J. CHAPMAN. Biomechanics of the ankle. *Orthopaedics and Trauma* [online]. 2016, **30**(3), 232-238 [cit. 2021-5-8]. ISSN 18771327. Dostupné z: doi:10.1016/j.mporth.2016.04.015

6. BROTZMAN, S. B. Patellofemoral Disorders. *Clinical Orthopaedic Rehabilitation: a Team Approach* [online]. Elsevier, 2018, 2018, 376-388.e1 [cit. 2021-5-4]. ISBN 9780323393706. Dostupné z: doi:10.1016/B978-0-323-39370-6.00056-1

7. BROWN, T. a L. MICHELI. Foot and ankle injuries in dance. *American Journal of Orthopedics* [online]. 2004, **33**(6), 303-309 [cit. 2021-5-21]. Dostupné z: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15239359/

8. CACACE, L.A. The association between pes planus foot type and the prevalence of foot disorders: the Framingham foot study. *Osteoarthritis and Cartilage* [online]. 2013, **21**, S166-S167 [cit. 2021-5-23]. ISSN 10634584. Dostupné z: doi:10.1016/j.joca.2013.02.356

9. CALAIS-GERMAIN, B. *Anatomy of Movement*. 2. vydání. Seattle: Eastland Press, 2008. ISBN 0939616572.

10. CARREIRO, J. Lower leg. *Pediatric Manual Medicine* [online]. Elsevier, 2009, 2009, s. 273-327 [cit. 2021-5-4]. ISBN 9780443103087. Dostupné z: doi:10.1016/B978-0-443-10308-7.00006-5

11. KHAN, K. et al. Hip and Ankle Range of Motion in Elite Classical Ballet Dancers and Controls. *Clinical Journal of Sport Medicine* [online]. 1997, **7**(3), 174-179 [cit. 2021-5-27]. ISSN 1050-642X. Dostupné z: doi:10.1097/00042752-199707000-00004

12. COPLAN, J. A. Ballet Dancer's Turnout and its Relationship to Self-reported Injury. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy* [online]. 2002, **32**(11), 579-584 [cit. 2020-09-08]. ISSN 0190-6011. Dostupné z: http://www.jospt.org/doi/10.2519/jospt.2002.32.11.579

13. CORNWALL, M. W. a T. G. MCPOIL. Relationship between static foot posture and foot mobility. *Journal of Foot and Ankle Research* [online]. 2011, **4**(1) [cit. 2021-5-2]. ISSN 1757-1146. Dostupné z: doi:10.1186/1757-1146-4-4

14. DADURA, E. et al. Analysis of foot structure in young recreational female ballet dancers. *Biomedical Human Kinetics* [online]. 2020, **12**(1), 75-81 [cit. 2020-09-08]. DOI: 10.2478/bhk-2020-0010. ISSN 2080-2234. Dostupné z: https://content.sciendo.com/view/journals/bhk/12/1/article-p75.xml

15. DANESHMANDI, H. et al. Lower extremity Malalignment and its linear relation with Q angle in female athletes. *Procedia - Social and Behavioral Sciences* [online]. 2011, **15**, 3349-3354 [cit. 2020-09-08]. ISSN 18770428. Dostupné z: doi:10.1016/j.sbspro.2011.04.298

16. DRAPER, Ch. E. et al. Comparison of Quadriceps Angle Measurements Using Short-Arm and Long-Arm Goniometers: Correlation With MRI. *PM&R* [online]. 2011, **3**(2), 111-116 [cit. 2020-09-08]. ISSN 19341482. Dostupné z: doi: 10.1016/j.pmrj.2010.10.020

17. DUFOUR, A. B. et al. Characteristics Associated With Hallux Valgus in a Population-Based Foot Study of Older Adults. *Arthritis Care & Research* [online]. 2014, **66**(12), 1880-1886 [cit. 2021-04-21]. ISSN 2151464X. Dostupné z: doi:10.1002/acr.22391

18. DUNGL, P. Ortopedie. Praha: Grada, 2005. ISBN 80-247-0550-8.

19. EASLEY, M. E. a H. TRNKA. Current Concepts Review: Hallux Valgus Part 1. *Foot & Ankle International* [online]. 2016, **28**(5), 654-659 [cit. 2020-09-09]. ISSN 1071-1007. Dostupné z: doi: 10.3113/FAI.2007.0654

20. EINARSDOTTIR, H. et al. Hallux Valgus in Ballet Dancers: A Myth? *Foot & Ankle International* [online]. 2016, **16**(2), 92-94 [cit. 2020-09-08]. ISSN 1071-1007. Dostupné z: doi: 10.1177/107110079501600208

21. FARAHMAND, F. et al. Lateral force–displacement behaviour of the human patella and its variation with knee flexion — a biomechanical study in vitro. *Journal of Biomechanics* [online]. 1998, **31**(12), 1147-1152 [cit. 2021-5-7]. ISSN 00219290. Dostupné z: doi:10.1016/S0021-9290(98)00125-0

22. GILBERT, C. B. et al. Relationship Between Hip External Rotation and Turnout Angle for the Five Classical Ballet Positions. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy* [online]. 1998, **27**(5), 339-347 [cit. 2021-5-22]. ISSN 0190-6011. Dostupné z: doi:10.2519/jospt.1998.27.5.339

23. GLASOE, W. M. et al. Hallux Valgus and the First Metatarsal Arch Segment: *A Theoretical Biomechanical Perspective. Physical Therapy* [online]. 2010, **90**(1), 110-120 [cit. 2020-09-08]. ISSN 0031-9023. Dostupné z: doi: 10.2522/ptj.20080298

24. GOLIGHTLY, Y. Factors Associated With Hallux Valgus in a Community-Based Cross-Sectional Study of Adults With and Without Osteoarthritis. *Arthritis Care & Research* [online]. 2015, **67**(6), 791-798 [cit. 2021-5-19]. ISSN 2151464X. Dostupné z: doi:10.1002/acr.22517

25. GORWA, J. On the track of the ideal turnout: Electromyographic and kinematic analysis of the five classical ballet positions. *PLOS ONE* [online]. 2020, **15**(3) [cit. 2021-5-22]. ISSN 1932-6203. Dostupné z: doi:10.1371/journal.pone.0230654

26. GROSS, J. M. et al. *Vyšetření pohybového aparátu: překlad druhého anglického vydání*. Praha: Triton, 2005. ISBN 80-7254-720-8.

27. HAMILTON, W. G. et al. A profile of the musculoskeletal characteristics of elite professional ballet dancers. *The American Journal of Sports Medicine* [online]. 1992, **20**(3), 267-273 [cit. 2021-5-22]. ISSN 0363-5465. Dostupné z: doi:10.1177/036354659202000306

28. HARPUT, G. Kinesiology of the knee joint. *Comparative Kinesiology of the Human Body* [online]. Elsevier, 2020, 2020, s. 393-410 [cit. 2021-5-7]. ISBN 9780128121627. Dostupné z: doi:10.1016/B978-0-12-812162-7.00022-9

29. HECHT, P. J. a T. J. LIN. Hallux Valgus. *Medical Clinics of North America* [online]. 2014, **98**(2), 227-232 [cit. 2020-09-08]. ISSN 00257125. Dostupné z: doi:10.1016/j.mcna.2013.10.007

30. HOLLINGSWORTH, A. Classical Arm Position es per Agrippina Vaganova. *Ballet arts and fitness* [online]. 2018 [cit. 2020-09-08]. Dostupné z: https://www.balletartsandfitness.com/post/classical-arm-positions-as-per-agrippina-vaganova

31. HOPPER, L. et al. Single-leg squats can predict leg alignment in dancers performing ballet movements in "turnout". *Open Access Journal of Sports Medicine* [online]. 2016, **7**, 161-166 [cit. 2021-5-22]. ISSN 1179-1543. Dostupné z:doi:10.2147/OAJSM.S119388

32. HORTON, M. G. a T. L. HALL. Quadriceps Femoris Muscle Angle: Normal Values and Relationships with Gender and Selected Skeletal Measures. *Physical Therapy* [online]. 1989, **69**(11), 897-901 [cit. 2021-5-4]. ISSN 0031-9023. Dostupné z: doi:10.1093/ptj/69.11.897

33. HUMMEL, J. et al. Hallux valgus assessment on X-ray and Magnetic resonance Imaging (MRI): Correlation with qualitative soft tissue and internal derangement findings on MRI. *European Journal of Radiology* [online]. 2019, **113**, 24-31 [cit. 2020-09-09]. ISSN 0720048X. Dostupné z: doi:10.1016/j.ejrad.2019.01.035

34. HURN, S. E. et al. Functional Impairments Characterizing Mild, Moderate, and Severe Hallux Valgus. *Arthritis Care & Research* [online]. 2015, **67**(1), 80-88 [cit. 2020-09-09]. DOI: 10.1002/acr.22380. ISSN 2151464X. Dostupné z: doi:10.1002/acr.22380

35. CHAMPION L. a S. CHATFIELD. Measurement of turnout in dance research: a critical review. *Journal of Dance Medicine & Science*[online]. 2008, **12**(4), 121–35 [cit. 2021-5-6]. PMID: 19618569. Dostupné z: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19618569/

36. CHENEY, N. et al. Is a Flatfoot Associated with a Hallux Valgus Deformity? *Foot & Ankle Orthopaedics* [online]. 2017, **2**(3) [cit. 2021-5-2]. ISSN 2473-0114. Dostupné z: doi:10.1177/2473011417S000133

37. CHOPRA, S. et al. Characterization of gait in female patients with moderate to severe hallux valgus deformity. *Clinical Biomechanics* [online]. 2015, **30**(6), 629-635 [cit. 2020-09-09]. ISSN 02680033. Dostupné z: doi: 10.1016/j.clinbiomech.2015.03.021

38. JANEČEK, V. *Úvod do taneční pedagogiky*. Praha: Nakladatelství Akademie múzických umění, 2013. ISBN 978-80-7331-267-1.

39. JANSSEN, D. et al. A comparison of hallux valgus angles assessed with computerised plantar pressure measurements, clinical examination and radiography in patients with diabetes. *Journal of Foot and Ankle Research* [online]. 2014, **7**(1) [cit. 2020-09-08]. ISSN 1757-1146. Dostupné z: doi:10.1186/1757-1146-7-33

40. KAPANJI, I. A. *The physiology of the joints: annotated diagrams of the mechanics of the human joints, Lower limb*. 2. vyd. 5. ed. London: Churchill Livingstone, 1987. 242 s. ISBN 9781455725205.

41. KASANO, Y. a A. MIKAMI. Effects of hallux valgus angle on the moments of lower extremity joints during gait in young adult female. *Physiotherapy* [online]. 2015, **101**, e729-e730 [cit. 2020-09-09]. ISSN 00319406. Dostupné z: doi:10.1016/j.physio.2015.03.3589

42. KELLY, L. et al. The energetic behaviour of the human foot across a range of running speeds. *Scientific Reports* [online]. 2018, **8**(1) [cit. 2021-4-29]. ISSN 2045-2322. Dostupné z: doi:10.1038/s41598-018-28946-1

43. KERNOZEK, T. W. et al. Clinical and Biomechanical Risk Factors of Patients Diagnosed with Hallux Valgus. *Journal of the American Podiatric Medical Association* [online]. 2003, **93**(2), 97-103 [cit. 2021-04-21]. ISSN 8750-7315. Dostupné z: doi:10.7547/87507315-93-2-97

44. KHAMIS, S. a Z. YIZHAR. Effect of feet hyperpronation on pelvic alignment in a standing position. *Gait & Posture* [online]. 2007, **25**(1), 127-134 [cit. 2020-09-08]. ISSN 09666362. Dostupné z: doi:10.1016/j.gaitpost.2006.02.005

45. KHAN, K. et al. Overuse Injuries in Classical Ballet. *Sports Medicine* [online]. 1995, **19**(5), 341-357 [cit. 2020-09-08]. ISSN 0112-1642. Dostupné z: doi:10.2165/00007256-199519050-00004

46. KHASAWNEH, R. R. et al. Measurement of the quadriceps (Q) angle with respect to various body parameters in young Arab population. *PLOS ONE* [online]. 2019, **14**(6) [cit. 2020-09-08]. ISSN 1932-6203. Dostupné z: doi:10.1371/journal.pone.0218387

47. KIM, J. a K. YOUNG. Sesamoid Position in Hallux Valgus in Relation to the Coronal Rotation of the First Metatarsal. *Foot and Ankle Clinics* [online]. 2018, **23**(2), 219-230 [cit. 2021-04-20]. ISSN 10837515. Dostupné z: doi:10.1016/j.fcl.2018.01.003

48. KLEMENTA, J. *Somatometrie nohy*. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1987.

49. KOLÁŘ, P. *Rehabilitace v klinické praxi.* Praha: Galén, c2009. ISBN 9788072626571.

50. KOZÁKOVÁ, J. et al. Hallux valgus z pohledu fyzioterapeuta aneb je hallux valgus pouze deformita palce? *Rehabilitace a fyzikální lékařství.* 2010, roč. 17, č. 2, s. 71-77. ISSN 1211-2658.

51. LA CRUZ, A. et al. Clinical validation of footpirng analysis using low cost Photo-podoscope JHECA NAWE. *Maskana* [online]. 2016, 5, 95-102 [cit. 2021-5-23]. Dostupné z: https://publicaciones.ucuenca.edu.ec/ojs/index.php/maskana/article/view/541/466

52. LEVINGER, P. et al. Foot posture in people with medial compartment knee osteoarthritis. *Journal of Foot and Ankle Research* [online]. 2010, **3**(1) [cit. 2021-5-2]. ISSN 1757-1146. Dostupné z: doi:10.1186/1757-1146-3-29

53. LIN, Ch et al. Ankle biomechanics of ballet Dancers in relevé en pointé dance. *Research in Sports Medicine* [online]. 2007, **13**(1), 23-35 [cit. 2020-09-08]. ISSN 1543-8627. Dostupné z: doi:10.1080/15438620590922068

54. LOUDON, J. K. Biomechanics and Pathomechanics of the Patellofemoral joint. *International Journal of Sports Physical Therapy* [online]. 2016, **11**(6), 820-830 [cit. 2021-5-8]. PMID: 27904787. Dostupné z: https://www.ncbi.nlm.nih.gov

55. MALONE, T.R. a A.L. PFEIFLE. Patellofemoral Disorders. *Orthopaedic Physical Therapy Secrets* [online]. Elsevier, 2017, 2017, s. 536-546 [cit. 2021-5-4]. ISBN 9780323286831. Dostupné z: doi:10.1016/B978-0-323-28683-1.00069-

56. MASON L. et al. The Pathogenesis of Hallux Valgus. *The Journal of Bone and Joint Surgery-American Volume* [online]. 2011, **93**(17), 1650-1661 [cit. 2020-09-08]. ISSN 0021-9355. Dostupné z: doi:10.2106/JBJS.H.01630

57. MATHIESON, I. Examining the Validity of Selected Measures of Foot Type. *Journal of the American Podiatric Medical Association* [online]. 2004, **94**(3), 275-281 [cit. 2021-5-23]. ISSN 8750-7315. Dostupné z: doi:10.7547/0940275

58. MATTOS E DINATO, M. et al. Reliability of Two Smartphone Applications for Radiographic Measurements of Hallux Valgus Angles. *The Journal of Foot and Ankle Surgery* [online]. 2017, **56**(2), 230-233 [cit. 2020-09-09]. ISSN 10672516. Dostupné z: doi:10.1053/j.jfas.2016.11.021

59. MENZ, H. a S. MUNTEANU. Radiographic validation of the Manchester scale for the classification of hallux valgus deformity. *Rheumatology* [online]. 2005, **44**(8), 1061-1066 [cit. 2020-09-09]. ISSN 1462-0332. Dostupné z: doi:10.1093/rheumatology/keh687

60. MENZ, H. B. a S. R. LORD. Gait Instability in Older People with Hallux Valgus. *Foot & Ankle International* [online]. 2016, **26**(6), 483-489 [cit. 2020-09-09]. ISSN 1071-1007. Dostupné z: doi:10.1177/107110070502600610

61. MICKLE, K. J. et al. Gait, balance and plantar pressures in older people with toe deformities. *Gait & Posture* [online]. 2011, **34**(3), 347-351 [cit. 2021-04-21]. ISSN 09666362. Dostupné z: doi:10.1016/j.gaitpost.2011.05.023

62. MICHAUDET, Ch. et al. Foot and Ankle Conditions: Pes Planus. *FP Essent* [online]. 2018, 18-23 [cit. 2021-4-29]. Dostupné z: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29381041/

63. MORTKA, K. et al. The study of surface electromyography used for the assessment of abductor hallucis muscle activity in patients with hallux valgus. *Physiotherapy Theory and Practice* [online]. 2018, **34**(11), 846-851 [cit. 2020-09-09]. ISSN 0959-3985. Dostupné z: doi:10.1080/09593985.2018.1430879

64. MOSCADINI, S. a G. MOSCADINI. Hallux Valgus Correction in Young Patients with Minimally Invasive Technique. WADDELL, James, ed. The Role of Osteotomy in the Correction of Congenital and Acquired Disorders of the Skeleton [online]. *InTech,* 2012, 2012-04-11 [cit. 2020-09-09]. ISBN 978-953-51-0495-7. Dostupné z: doi:10.5772/38201

65. MOTTA-VALENCIA, K. Dance-Related Injury. *Physical Medicine and Rehabilitation Clinics of North America* [online]. 2006, **17**(3), 697-723 [cit. 2020-09-08]. ISSN 10479651. Dostupné z: doi:10.1016/j.pmr.2006.06.001

66. NEGUS, V. et al. Associations between Turnout and Lower Extremity Injuries in Classical Ballet Dancers. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy* [online]. 2005, **35**(5), 307-318 [cit. 2020-09-08]. ISSN 0190-6011. Dostupné z: doi:10.2519/jospt.2005.35.5.307

67. NEUMANN, D. A. Kinesiology of the Hip: A Focus on Muscular Actions. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy* [online]. 2010, **40**(2), 82-94 [cit. 2021-5-7]. ISSN 0190-6011. Dostupné z: doi:10.2519/jospt.2010.3025

68. NGUYEN, A. A Preliminary Multifactorial Approach Describing the Relationships Among Lower Extremity Alignment, Hip Muscle Activation, and Lower Extremity Joint Excursion. *Journal of Athletic Training* [online]. 2011, **46**(3), 246-256 [cit. 2021-5-19]. ISSN 1062-6050. Dostupné z: doi:10.4085/1062-6050-46.3.246

69. NGUYEN, A. a S. J. SHULTZ. Sex Differences in Clinical Measures of Lower Extremity Alignment. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy* [online]. 2007, **37**(7), 389-398 [cit. 2021-5-18]. ISSN 0190-6011. Dostupné z: doi:10.2519/jospt.2007.2487

70. NGUYEN, A. et al. Relationships Between Lower Extremity Alignment and the Quadriceps Angle. *Clinical Journal of Sport Medicine* [online]. 2009, **19**(3), 201-206 [cit. 2020-09-08]. ISSN 1050-642X. Dostupné z: doi:10.1097/JSM.0b013e3181a38fb1

71. NUNES, N. et al. Musculoskeletal Injuries Among Young, Recreational, Female Dancers Before and After Dancing in Pointe Shoes. *Pediatric Physical Therapy* [online]. 2002, **14**(2), 100-106 [cit. 2021-5-8]. ISSN 0898-5669. Dostupné z: doi:10.1097/00001577-200214020-00006

72. OKUZU, Y. et al. Hip-Spine Syndrome: Acetabular Anteversion Angle Is Associated with Anterior Pelvic Tilt and Lumbar Hyperlordosis in Patients with Acetabular Dysplasia. *JBJS Open Access* [online]. 2019, **4**(1), e0025-1-8 [cit. 2021-5-7]. ISSN 2472-7245. Dostupné z: doi:10.2106/JBJS.OA.18.00025

73. OLERUD, C. a P. BERG. The Variation of the Q Angle with Different Positions of the Foot. *Clinical Orthopaedics and Related Research* [online]. 1984, **&NA;**(191) [cit. 2021-5-6]. ISSN 0009-921X. Dostupné z: doi:10.1097/00003086-198412000-00021

74. PERRY, J. a J. BURNFIELD. *Gait Analysis: Normal and Pathological Function.* 2. vydání. New Jersey: SLACK Incorporated, 2010. ISBN 9781556427664.

75. PICON, A. Biomechanical approach to ballet movements: A preliminary study. *18 International Synpsium on Biomechanics in Sports* [online]. 2000, 4 [cit. 2020-09-08]. Dostupné z: https://ojs.ub.uni-konstanz.de/cpa/article/view/2402

76. PIQUÉ-VIDAL, C. et al. Hallux Valgus Inheritance: Pedigree Research in 350 Patients With Bunion Deformity. *The Journal of Foot and Ankle Surgery* [online]. 2007, **46**(3), 149-154 [cit. 2020-09-08]. ISSN 10672516. Dostupné z: doi:10.1053/j.jfas.2006.10.011

77. QUANBECK, A. E. et al. Kinematic analysis of hip and knee rotation and other contributors to ballet turnout. *Journal of Sports Sciences* [online]. 2016, **35**(4), 331-338 [cit. 2021-5-6]. ISSN 0264-0414. Dostupné z: doi:10.1080/02640414.2016.1164335

78. RAUH, M. J. et al. Quadriceps Angle and Risk of Injury Among High School Cross-Country Runners. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy* [online]. 2007, **37**(12), 725-733 [cit. 2021-5-4]. ISSN 0190-6011. Dostupné z: doi:10.2519/jospt.2007.2453

79. RAZEGHI, M. a M. E. BATT. Foot type classification: a critical review of current methods. *Gait & Posture* [online]. 2002, **15**(3), 282-291 [cit. 2021-5-2]. ISSN 09666362. Dostupné z: doi:10.1016/S0966-6362(01)00151-5

80. REID, D.C. et al. Lower extremity flexibility patterns in classical ballet dancers and their correlation to lateral hip and knee injuries. *The American Journal of Sports Medicine* [online]. 1987, **15**(4), 347-352 [cit. 2021-5-27]. ISSN 0363-5465. Dostupné z: doi:10.1177/036354658701500409

81. ROAAS, A. a G. B. J. ANDERSSON. Normal Range of Motion of the Hip, Knee and Ankle Joints in Male Subjects, 30–40 Years of Age. *Acta Orthopaedica Scandinavica* [online]. 2009, **53**(2), 205-208 [cit. 2021-5-7]. ISSN 0001-6470. Dostupné z: doi:10.3109/17453678208992202

82. RUSSELL, J. et al. Measurement of the Extreme Ankle Range of Motion Required by Female Ballet Dancers. *Foot & Ankle Specialist* [online]. 2010, **3**(6), 324-330 [cit. 2021-5-22]. ISSN 1938-6400. Dostupné z: doi:10.1177/1938640010374981

83. SEKI, H. et al. Correlation between degree of hallux valgus and kinematics in classical ballet: A pilot study. *PLOS ONE* [online]. 2020, **15**(4) [cit. 2020-09-08]. DOI: 10.1371/journal.pone.0231015. ISSN 1932-6203. Dostupné z: https://dx.plos.org/10.1371/journal.pone.0231015

84. SHAH, S. Determining a Young Dancer's Readiness for Dancing on Pointe. *Current Sports Medicine Reports* [online]. 2009, **8**(6), 295-299 [cit. 2021-5-8]. ISSN 1537-890X. Dostupné z: doi:10.1249/JSR.0b013e3181c1ddf1

85. SHERMAN, A. J. et al. Can a Prescribed Turnout Conditioning Program Reduce the Differential Between Passive and Active Turnout in Pre-professional Dancers? *Journal of Dance Medicine & Science*[online]. 2014, **18**(4), 159-168 [cit. 2021-5-6]. ISSN 1089313X. Dostupné z: doi:10.12678/1089-313X.18.4.159

86. SHULTZ, S. J. et al. Differences in Lower Extremity Anatomical and Postural Characteristics in Males and Females Between Maturation Groups. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy* [online]. 2008, **38**(3), 137-149 [cit. 2021-5-18]. ISSN 0190-6011. Dostupné z: doi:10.2519/jospt.2008.2645

87. SHULTZ, S. J. et al. Intratester and Intertester Reliability of Clinical Measures of Lower Extremity Anatomic Characteristics: Implications for Multicenter Studies. *Clinical Journal of Sport Medicine* [online]. 2006, **16**(2), 155-161 [cit. 2021-5-18]. ISSN 1050-642X. Dostupné z: doi:10.1097/00042752-200603000-00012

88. SHULTZ, S. J. et al. The Relationship Between Lower Extremity Alignment Characteristics and Anterior Knee Joint Laxity. *Sports Health: A Multidisciplinary Approach* [online]. 2009, **1**(1), 54-60 [cit. 2021-5-18]. ISSN 1941-7381. Dostupné z: doi:10.1177/1941738108326702

89. SCHON, L. C. a S. B. WEINFELD. Lower extremity musculoskeletal problems in dancers. *Current Opinion in Rheumatology* [online]. 1996, 8(2), 130-142 [cit. 2020-09-08]. ISSN 1040-8711. Dostupné z: doi:10.1097/00002281-199603000-00008

90. SCHUENKE, M. et al. *Thieme Atlas of Anatomy*. General Anatomy and Musculoskeletal System. Stuttgart, New York: Thieme, 2006. ISBN 3-13-142081-2.

91. STEINBERG, N. et al. The Association between Hallux Valgus and Proximal Joint Alignment in Young Female Dancers. *International Journal of Sports Medicine* [online]. 2014, **36**(01), 67-74 [cit. 2020-09-08]. ISSN 0172-4622. Dostupné z: doi:10.1055/s-0034-1384550

92. STEINBERG, N. et al. Relationship Between Lower Extremity Alignment and Hallux Valgus in Women. *Foot & Ankle International* [online]. 2013, **34**(6), 824-831 [cit. 2020-09-08]. ISSN 1071-1007. Dostupné z: doi:10.1177/1071100713478407

93. SUH, D. Relationship between Hallux Valgus and Pes Planus in Adult Patients. *The Journal of Foot and Ankle Surgery* [online]. 2021, **60**(2), 297-301 [cit. 2021-5-23]. ISSN 10672516. Dostupné z: doi:10.1053/j.jfas.2020.06.030

94. TAKAO, M. et al. Proximal oblique-domed osteotomy of the first metatarsal for the treatment of hallux valgus associate with flat foot: effect to the correction of the longitudinal arch of the foot. *Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery* [online]. 2007, **127**(8), 685-690 [cit. 2021-5-2]. ISSN 0936-8051. Dostupné z: doi:10.1007/s00402-007-0362-3

95. TANAKA, Y. et al. Precise Anatomic Configuration Changes in the First Ray of the Hallux Valgus Foot. *Foot & Ankle International* [online]. 2016, **21**(8), 651-656 [cit. 2021-04-20]. ISSN 1071-1007. Dostupné z: doi:10.1177/107110070002100804

96. TANABE, H. et al. Joint Coordination and Muscle Activities of Ballet Dancers During Tiptoe Standing. *Motor Control* [online]. 2017, **21**(1), 72-89 [cit. 2021-5-8]. ISSN 1087-1640. Dostupné z: doi:10.1123/mc.2015-0002

97. TANG, S. F. et al. The effects of a new foot-toe orthosis in treating painful hallux valgus. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* [online]. 2002, **83**(12), 1792-1795 [cit. 2020-09-09]. ISSN 00039993. Dostupné z: doi:10.1053/apmr.2002.34835

98. TARASOV, N. *Klasický tanec: škola mužské interpretace.* Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1983. ISBN 14-385-83

99. THOMAS, S. a R. BARRINGTON. Hallux valgus. *Current Orthopaedics* [online]. 2003, **17**(4), 299-307 [cit. 2020-09-08]. ISSN 02680890. Dostupné z: doi:10.1016/S0268-0890(02)00184-6

100. VAGANOVA, A. *Basic principles of classical ballet. Russian ballet technique.* 4. vydání. New York: Dover Publications, Inc; 2015. ISBN 978-0486220369

101. VÉLE, F. *Kineziologie: přehled klinické kineziologie a patokineziologie pro diagnostiku a terapii poruch pohybové soustavy*. 2. vydání. Praha: Triton, 2006. ISBN 80-7254-837-9

102. WARREN, G. *Classical Ballet Technique*. Florida: University of South Florida Press, 1989. ISNB 978-0-8130-0945-2.

103. WILKERSON R. a M. MASON. Differences in Men's and Women's Mean Ankle Ligamentous Laxity. *Iowa Orthopaedic Journal* [online]. 2000, 20, 46-48 [cit. 2020-09-08]. Dostupné z: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1888743/

104. YAKUT, Y. et al. Evaluation of the Foot Arches in Ballet Dancers. *Journal of Dance Medicine & Science* [online]. 1997, **1**(4), 139-142 [cit. 2021-5-23]. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/233599781_Evaluation_of_the_Foot_Arches_in_Ballet_Dancers

105. YALÇIN, N. et al. Evaluation of the medial longitudinal arch: a comparison between the dynamic plantar pressure measurement system and radiographic analysis. *Acta Orthopaedica et Traumatologica Turcica* [online]. 2010, **44**(3), 241-245 [cit. 2021-5-2]. ISSN 1017995X. Dostupné z: doi:10.3944/AOTT.2010.2233

106. YOKOZUKA, M. et al. Correlation between functional ability, toe flexor strength, and plantar pressure of hallux valgus in young female adults: a cross-sectional study. *Journal of Foot and Ankle Research* [online]. 2020, **13**(1) [cit. 2021-04-22]. ISSN 1757-1146. Dostupné z: doi:10.1186/s13047-020-00411-1

107. ZIRNGIBL, B. et al. Hallux valgus. *Der Orthopäde* [online]. 2017, **46**(3), 283-296 [cit. 2020-09-08]. ISSN 0085-4530. Dostupné z: doi:10.1007/s00132-017-3397-3

108. ZUIL-ESCOBAR, J. C. et al. Evaluating the Medial Longitudinal Arch of the Foot: Correlations, Reliability, and Accuracy in People With a Low Arch. *Physical Therapy* [online]. 2019, **99**(3), 364-372 [cit. 2021-5-2]. ISSN 0031-9023. Dostupné z: doi:10.1093/ptj/pzy149

# SEZNAM OBRÁZKŮ

**Obrázek č. 1:** Baletní špičky (https://dancewearcorner.com/products/nikolay-3007-pointe-shoe-medium-shank) ..... 10

**Obrázek č. 2:** Základní pozice chodidel I.-IV. (Tanabe et al., 2015) ..... 11

**Obrázek č. 3:** Základní pozice paží: přípravná, I.-III. pozice (Hollingsworth, 2018) ... 12

**Obrázek č. 4:** Kyčelní kloub – laterální pohled na linie působících sil několika svalů kyčelního kloubu (Neumann, 2010) ..... 16

**Obrázek č. 5:** Q úhel (Loudon, 2016) ..... 19

**Obrázek č. 6:** Hlezenní kloub, (A) dorzální flexe, (B) plantární flexe (Neumann, 2010) ..... 22

**Obrázek č. 7:** Aktivní a pasivní stabilizátory podélné klenby (Schünke et al., 2005) .. 22

**Obrázek č. 8:** Anatomie MTP kloubu palce (Thomas a Barrington, 2003) ..... 24

**Obrázek č. 9:** Rentgenový snímek HV s velikostí HVA 30° a IMA 11° (Hecht a Lin, 2013) ..... 27

**Obrázek č. 10:** Manchesterská škála se 4 stupni deformity A-D (Menz a Munteanu, 2005) ..... 28

**Obrázek č. 11:** Hyperpronační postavení chodidel při nuceném vytočení DKK (Carter et al., 2019) ..... 31

**Obrázek č. 12:** Provedení prvku plié v I. pozici (vlevo - správně, vpravo – špatně) (Negus et al., 2005) ..... 32

**Obrázek č. 13:** Vyhodnocení metodou Sztriter-Godunov (zdroj vlastní) ..... 40

# SEZNAM TABULEK

**Tabulka č. 1:** Škála hodnocení pro metodu Sztriter-Godunov (Kalichová a Vysloužil, 2017) ..... 41

**Tabulka č. 2:** Charakteristika experimentální ($n_1$=19) a kontrolní skupiny ($n_2$=11)..... 42

**Tabulka č. 3:** Průměr hodnot úhlu HV u experimentální a kontrolní skupiny ..... 43

**Tabulka č. 4:** Vyhodnocení porovnání zevních rotací v kyčelním kloubu ($n_1$ = 19, $n_2$ = 11) ..... 44

**Tabulka č. 5:**Vyhodnocení porovnání vnitřních rotací v kyčelním kloubu ($n_1$ = 19, $n_2$ = 11) ..... 46

**Tabulka č. 6:** Vyhodnocení porovnání součtů rotací v kyčelním kloubu ($n_1$ = 19, $n_2$ = 11) ..... 47

**Tabulka č. 7:** Vyhodnocení porovnání rozdílů zevních a vnitřních rotací v kyčelním kloubu ($n_1$ = 19, $n_2$ = 11) ..... 48

**Tabulka č. 8:** Vyhodnocení porovnání plantárních flexí ($n_1$ = 19, $n_2$ = 11) ..... 50

**Tabulka č. 9:** Vyhodnocení porovnání Q úhlů ($n_1$ = 19, $n_2$ = 11) ..... 52

**Tabulka č. 10:** Vyhodnocení porovnání indexů chodidla ($n_1$ = 19, $n_2$ = 11)..... 54

# SEZNAM GRAFŮ

**Graf č. 1:** Rozdíl mezi zevní rotací v kyčelním kloubu (binární) ..... 44

**Graf č. 2:** Souvislost HV se ZR v kyčelním kloubu u LDK a PDK ..... 45

**Graf č. 3:** Rozdíl mezi vnitřní rotací v kyčelním kloubu (binární) ..... 46

**Graf č. 4:** Souvislost HV s VR v kyčelním kloubu u LDK a PDK ..... 47

**Graf č. 5:** Rozdíl mezi zevní a vnitřní rotací v kyčelním kloubu (binární) ..... 48

**Graf č. 6:** Souvislost velikosti HV s rozdílem zevní – vnitřní rotace v kyčelním kloubu ..... 49

**Graf č. 7:** Rozdíl mezi plantární flexí (binární) ..... 50

**Graf č. 8:** Souvislost HV s PF u LDK a PDK ..... 51

**Graf č. 9:** Rozdíl mezi Q úhlem (binární) ..... 52

**Graf č. 10:** Souvislost HV s Q úhlem u LDK a PDK ..... 53

**Graf č. 11:** Rozdíl mezi indexem chodidla (binární) ..... 54

**Graf č. 12:** Souvislost HV s indexem chodidla u LDK a PDK ..... 55

# SEZNAM PŘÍLOH

**Příloha č. 1:** Potvrzené vyjádření Etické komise UK FTVS ..……..……..80

**Příloha č. 2:** Vzor informovaného souhlasu ...……...82

**Příloha č. 3:** Kompletní data experimentální skupiny ($n_1$ = 19) ...…….84

**Příloha č. 4:** Kompletní data kontrolní skupiny ($n_2$ = 11) ...……..85

**Příloha č. 5:** Vzor anamnestického dotazníku ...……..…..86

# **Příloha č. 1:** Potvrzené vyjádření Etické komise UK FTVS

UNIVERZITA KARLOVA
FAKULTA TĚLESNÉ VÝCHOVY A SPORTU
José Martího 31, 162 52 Praha 6-Veleslavín

## Žádost o vyjádření Etické komise UK FTVS

k projektu výzkumné, kvalifikační či seminární práce zahrnující lidské účastníky

**Název projektu:** Rozsahy kloubní pohyblivosti v kyčelních kloubech a hodnocení plochonoží na podoskopu při nálezu hallux valgus u tanečnic klasického tance

**Forma projektu:** výzkumná práce - diplomová práce

**Období realizace:** prosinec 2020 - květen 2021

Výzkum bude realizován v souladu s platnými epidemiologickými opatřeními Ministerstva zdravotnictví ČR.

**Předkladatel:** Bc. Magdaléna Hlobilová, UK FTVS, katedra fyzioterapie

**Hlavní řešitel:** Bc. Magdaléna Hlobilová, UK FTVS, katedra fyzioterapie

**Místo výzkumu (pracoviště):** Centrum komplexní péče - anonymizováno

**Vedoucí práce (v případě studentské práce):** PhDr. Tereza Nováková, PhD.

**Finanční podpora:** není

**Popis projektu:** Cílem tohoto projektu je zjistit, zda rozsahy pohybu a postavení dolních končetin mají souvislost s diagnózou hallux valgus u tanečníků klasického tance. V rámci tohoto projektu se budu zaměřovat na rozsahy pohybu kyčelního kloubu do zevní a vnitřní rotace, velikost q-úhlu, rozsahy pohybu v hlezenním kloubu do plantární a dorzální flexe a zhodnocení postavení hlezenního kloubu a zatížení plosky na přístroji podoskop. U probandek bude probíhat měření, kdy použitými metodami budou běžné a dostupné fyzioterapeutické metody jako je goniometrie, aspekce, vyšetření zatížení plosky nohy a následné vyhodnocení plantogramu. Tato data budou dále zanesena do tabulek a statisticky zpracována. Všechny probandky budou podrobně seznámeny s průběhem měření v rámci experimentu a výzkumu se zúčastní, podepíší-li před zahájením informovaný souhlas.
**Charakteristika účastníků výzkumu:** Předpokládaný počet účastníků bude cca 40 tanečnic klasického tance, které mají v současné době stálé angažmá v divadelním souboru. Každá probandka je plnoletá, ve věku 20-40 let a má platnou zdravotní prohlídku. Přibližně polovina probandek budou tanečnice klasického tance, u kterých je vyjádřena diagnóza hallux valgus a v druhé polovině budou tanečnice klasického tance bez této diagnózy. Do projektu budou zařazeny pouze zdravé tanečnice bez akutního, zejména infekčního onemocnění či v úrazu a v rekonvalescenci po onemocnění či úrazu. Probandky budou vybrány hlavním řešitelem.
**Zajištění bezpečnosti:** Nejedná se o invazivní metodu, při výzkumu nedojde k poškození kožního krytu. Rizika prováděného výzkumu nebudou vyšší než běžně očekávaná rizika u aktivit a testování prováděných v rámci tohoto typu výzkumu. Probandky budou poučeny o průběhu měření řešitelem. Budou zajištěné adekvátní podmínky prostředí a adekvátní příprava účastnic k provádění aktivit v rámci daného výzkumu. Veškeré testování probandek bude probíhat pod dohledem odborného personálu Centra komplexní péče. Bezpečnost bude zajištěna standardním způsobem.
**Etické aspekty výzkumu:** Tohoto výzkumu se účastní pouze plnoleté ženy bez zdravotních problémů.
Potenciální střet zájmů: Neexistuje žádná skutečnost ze strany řešitelky, která by mohla ovlivnit objektivitu či integritu navrhovaného projektu. Řešitelka není v pracovněprávním ani rodinném vztahu s žádným z pracovišť, kde jsou zaměstnáni účastníci projektu. Žádný divadelní soubor řešitelku o tento výzkum nepožádal, pracoviště není zainteresováno ve výsledcích DP.
Ochrana osobních dat: Ochrana osobních dat: Data budou shromažďována a zpracovávána v souladu s pravidly vymezenými nařízením Evropské Unie č. 2016/679 a zákonem č. 110/2019 Sb. – o zpracování osobních údajů. Budou získávány následující osobní údaje – jméno, příjmení, ročník, naměřená data výše uvedenými metodami – které budou bezpečně uchovány na heslem zajištěném počítači v uzamčeném prostoru, přístup k nim bude mít hlavní řešitel. Uvědomuji si, že text je anonymizován, neobsahuje-li jakékoli informace, které jednotlivě či ve svém souhrnu mohou vést k identifikaci konkrétní osoby - budu dbát na to, aby jednotlivé osoby nebyly rozpoznatelné v textu práce. Osobní data, která by vedla k identifikaci účastníků výzkumu, budou bezprostředně do 1 dne po testování anonymizována.
Získaná data budou zpracovávána, bezpečně uchována a publikována v anonymní podobě v diplomové práci, případně v odborných časopisech, monografiích a prezentována na konferencích, případně budou využita při další výzkumné práci na UK FTVS.
Fotografie: V rámci výzkumu budou pořizovány fotografie. Anonymizace osob na fotografiích bude provedena začerněním/rozmazáním obličejů či částí těla, znaků, které by mohly vést k identifikaci jedince. Neanonymizované fotografie budou bezpečně uchovány na heslem zajištěném počítači v uzamčené místnosti a budou bezprostředně po ukončení výzkumu smazány. K fotografiím bude mít přístup hlavní řešitel a vedoucí práce. Publikovány budou pouze anonymizované fotografie.
Pořizování videí/audio nahrávek účastníků: V průběhu výzkumu nebudou pořizovány žádné videozáznamy a audionahrávky.
V maximální možné míře zajistím, aby získaná data nebyla zneužita.
**Text informovaného souhlasu (IS):** přiložen

Povinností **všech účastníků výzkumu na straně řešitele** je chránit život, zdraví, důstojnost, integritu, právo na sebeurčení, soukromí a osobní data zkoumaných subjektů, a podniknout k tomu veškerá preventivní opatření.

UNIVERZITA KARLOVA
FAKULTA TĚLESNÉ VÝCHOVY A SPORTU
José Martího 31, 162 52 Praha 6-Veleslavín

Odpovědnost za ochranu zkoumaných subjektů leží vždy na účastnících výzkumu na straně řešitele, nikdy na zkoumaných, byť dali svůj souhlas k účasti na výzkumu. Všichni účastníci výzkumu na straně řešitele musí brát v potaz etické, právní a regulační normy a standardy výzkumu na lidských subjektech, které platí v České republice, stejně jako ty, jež platí mezinárodně.
Potvrzuji, že tento popis projektu odpovídá návrhu realizace projektu a že při jakékoli změně projektu, zejména použitých metod, zašlu Etické komisi UK FTVS revidovanou žádost.

V Praze dne: 23. 11. 2020 Podpis předkladatele: HKřikal

Datum a podpis odpovědného pracovníka z místa výzkumu:

## Vyjádření Etické komise UK FTVS

**Složení komise:** **Předsedkyně:** doc. PhDr. Irena Parry Martínková, Ph.D.
**Členové:** prof. MUDr. Jan Heller, CSc.
prof. PhDr. Pavel Slepička, DrSc.
PhDr. Pavel Hráský, Ph.D.
Mgr. Eva Prokešová, Ph.D.
Mgr. Tomáš Ruda, Ph.D.
MUDr. Simona Majorová

Projekt práce byl schválen Etickou komisí UK FTVS pod jednacím číslem: ........201/2020........
dne:........24. 11. 2020........

Etická komise UK FTVS zhodnotila předložený projekt a **neshledala rozpory** s platnými zásadami, předpisy a mezinárodní směrnicemi pro provádění výzkumu zahrnujícího lidské účastníky.

**Řešitel projektu splnil podmínky nutné k získání souhlasu Etické komise UK FTVS.**

UNIVERZITA KARLOVA
Fakulta tělesné výchovy a sportu
José Martího 31, 162 52, Praha 6
– 20 –
razítko UK FTVS

..............................
podpis předsedkyně EK UK FTVS

## **Příloha č. 2:** Vzor informovaného souhlasu

### INFORMOVANÝ SOUHLAS

Vážená paní,
v souladu se Všeobecnou deklarací lidských práv, zákonem č. 101/2000 Sb., o ochraně osobních údajů a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů a dalšími obecně závaznými právními předpisy *(jakož jsou zejména Helsinská deklarace, přijatá 18. Světovým zdravotnickým shromážděním v roce 1964 ve znění pozdějších změn (Fortaleza, Brazílie, 2013); Zákon o zdravotních službách a podmínkách jejich poskytování (zejména ustanovení § 28 odst. 1 zákona č. 372/2011 Sb.) a Úmluva o lidských právech a biomedicíně č. 96/2001, jsou-li aplikovatelné),*
Vás žádám o souhlas s Vaší účastí ve výzkumném projektu na UK FTVS v rámci diplomové práce s názvem Rozsahy kloubní pohyblivosti v kyčelních kloubech a hodnocení plochonoží na podoskopu při nálezu hallux valgus u tanečnic klasického tance prováděné v Centrum komplexní péče – anonymizováno.

Jedná se o diplomovou práci, bez finanční podpory.
Období realizace: prosinec 2020 – květen 2021
Cílem této práce je zjistit, zda rozsahy pohybu a postavení dolních končetin mají souvislost s diagnózou hallux valgus u tanečníků klasického tance.
V rámci tohoto projektu Vám budou změřeny hodnoty rozsahu pohybu v kyčelních kloubech do rotací a v hlezenním kloubu změření rozsahu pohybu do dorzální a plantární flexe. Dále bude hodnocena velikost Q-úhlu na dolní končetině, postavení hlezenního kloubu a zatížení plosky na přístroji podoskop. Použitými metodami jsou běžné a dostupné fyzioterapeutické metody jako je goniometrie, aspekce, vyšetření zatížení plosky nohy a následné vyhodnocení plantogramu.
Testování bude probíhat jednorázově a přibližná doba měření bude 20 minut pro každého probanda.
Budou zajištěné adekvátní podmínky prostředí a adekvátní Vaše příprava k provádění aktivit v rámci daného výzkumu. Bezpečnost bude zajištěna standardním způsobem. Nejedná se o invazivní metodu, nedojde při ní k poškození kožního krytu. Veškeré Vaše testování bude probíhat pod dohledem odborného personálu CKP Roseta. Rizika prováděného výzkumu nebudou vyšší než běžně očekávaná rizika u aktivit a testování prováděných v rámci tohoto typu výzkumu.
Do projektu budete zařazena, jste-li bez akutního zejména infekčního onemocnění či v úrazu a v rekonvalescenci po onemocnění či úrazu. Výzkum bude realizován v souladu s platnými epidemiologickými opatřeními Ministerstva zdravotnictví ČR.
Vaše účast na výzkumu je plně dobrovolná a nebude finančně ohodnocená.
S celkovými výsledky a závěry výzkumného projektu se můžete seznámit v diplomové práci v studentském informačním systému (SIS), nebo na e-mail adrese: magda.hlobilova@centrum.cz
Ochrana osobních dat: Data budou shromažďována a zpracovávána v souladu s pravidly vymezenými nařízením Evropské Unie č. 2016/679 a zákonem č. 110/2019 Sb. – o zpracování osobních údajů. Budou získávány následující osobní údaje – jméno, příjmení, ročník, naměřená data výše uvedenými metodami které budou bezpečně uchovány na heslem zajištěném počítači v uzamčeném prostoru, přístup k nim bude mít hlavní řešitel. Uvědomuji si, že text je anonymizován, neobsahuje-li jakékoli informace, které jednotlivě či ve svém souhrnu mohou vést k identifikaci konkrétní osoby - budu dbát na to, aby jednotlivé osoby nebyly rozpoznatelné v textu práce. Osobní data, která by vedla k identifikaci účastníků výzkumu, budou bezprostředně do 1 dne po testování anonymizována.
Získaná data budou zpracovávána, bezpečně uchována a publikována v anonymní podobě v diplomové práci, případně v odborných časopisech, monografiích a prezentována na konferencích, případně budou využita při další výzkumné práci na UK FTVS.
V rámci výzkumu budou pořizovány fotografie. Anonymizace osob na fotografiích bude provedena začerněním/rozmazáním obličejů či částí těla, znaků, které by mohly vést k identifikaci jedince. Neanonymizované fotografie budou bezpečně uchovány na heslem zajištěném počítači

v uzamčené místnosti a budou bezprostředně po ukončení výzkumu smazány. K fotografiím budu mít přístup já a vedoucí práce. Publikovány budou pouze anonymizované fotografie.
Pořízování videí/audio nahrávek účastníků: V průběhu výzkumu nebudou pořizovány žádné videozáznamy a audionahrávky.
V maximální možné míře zajistím, aby získaná data nebyla zneužita.

Jméno a příjmení předkladatele a hlavního řešitele projektu: Magdaléna Hlobilová
Jméno a příjmení osoby, která provedla poučení: Magdaléna Hlobilová

Podpis:.....

Prohlašuji a svým níže uvedeným vlastnoručním podpisem potvrzuji, že dobrovolně souhlasím s účastí ve výše uvedeném projektu a že jsem měla možnost si řádně a v dostatečném čase zvážit všechny relevantní informace o výzkumu, zeptat se na vše podstatné týkající se účasti ve výzkumu a že jsem dostala jasné a srozumitelné odpovědi na své dotazy. **Potvrzuji, že mám platnou zdravotní prohlídku.** Byla jsem poučena o právu odmítnout účast ve výzkumném projektu nebo svůj souhlas kdykoli odvolat bez represí, a to písemně Etické komisi UK FTVS, která bude následně informovat předkladatele projektu. Dále potvrzuji, že mi byl předán jeden originál vyhotovení tohoto informovaného souhlasu.

Místo, datum .....
Jméno a příjmení účastníka ..... Podpis: .....

**Příloha č. 3:** Kompletní data experimentální skupiny ($n_1 = 19$)

| proband | HV [°] | | Q úhel [°] | | Kyčelní kloub | | | | Hlezenní kloub | | index chodidla | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | ZR [°] | | VR [°] | | PF [°] | | | |
| | **PDK** | **LDK** | **PDK** | **LDK** | **PDK** | **LDK** | **PDK** | **LDK** | **PDK** | **LDK** | **PDK** | **LDK** |
| **1** | 15 | 10 | 10 | 12 | 42 | 50 | 48 | 40 | 80 | 75 | 0,40 | 0,42 |
| **2** | 11 | 16 | 10 | 20 | 43 | 43 | 32 | 38 | 84 | 80 | 0,36 | 0,33 |
| **3** | 15 | 15 | 18 | 15 | 32 | 38 | 48 | 45 | 90 | 93 | 0,33 | 0,30 |
| **4** | 15 | 15 | 15 | 18 | 30 | 38 | 35 | 38 | 70 | 70 | 0,51 | 0,47 |
| **5** | 15 | 15 | 12 | 14 | 45 | 40 | 32 | 40 | 85 | 90 | 0,29 | 0,30 |
| **6** | 15 | 16 | 8 | 9 | 45 | 45 | 45 | 45 | 100 | 108 | 0,52 | 0,40 |
| **7** | 16 | 15 | 12 | 12 | 40 | 45 | 47 | 50 | 82 | 80 | 0 | 0 |
| **8** | 15 | 18 | 13 | 12 | 48 | 55 | 50 | 50 | 80 | 80 | 0,30 | 0,33 |
| **9** | 15 | 18 | 10 | 12 | 42 | 40 | 35 | 32 | 80 | 80 | 0,48 | 0,46 |
| **10** | 18 | 16 | 15 | 15 | 51 | 53 | 34 | 35 | 92 | 90 | 0,47 | 0,44 |
| **11** | 18 | 17 | 15 | 20 | 35 | 35 | 50 | 45 | 80 | 85 | 0,47 | 0,49 |
| **12** | 20 | 18 | 10 | 10 | 45 | 43 | 30 | 20 | 85 | 89 | 0,31 | 0,35 |
| **13** | 20 | 18 | 8 | 7 | 45 | 40 | 30 | 25 | 80 | 78 | 0,56 | 0,53 |
| **14** | 20 | 20 | 10 | 10 | 34 | 38 | 49 | 49 | 96 | 94 | 0,54 | 0,57 |
| **15** | 20 | 25 | 15 | 15 | 40 | 45 | 45 | 45 | 86 | 86 | 0,46 | 0,46 |
| **16** | 22 | 20 | 15 | 15 | 40 | 42 | 48 | 48 | 92 | 95 | 0,49 | 0,46 |
| **17** | 22 | 22 | 8 | 8 | 50 | 48 | 38 | 36 | 90 | 90 | 0 | 0 |
| **18** | 25 | 28 | 10 | 10 | 35 | 35 | 42 | 45 | 88 | 90 | 0,51 | 0,46 |
| **19** | 28 | 30 | 10 | 12 | 32 | 30 | 45 | 40 | 75 | 75 | 0,46 | 0,47 |

*Legenda: HV – hallux valgus, PDK – pravá dolní končetina, LDK – levá dolní končetina, ZR – zevní rotace, VR – vnitřní rotace, PF – plantární flexe, červenou barvou je označen úhel HV≥15, žlutou barvou je označen index chodidla >0,45*

**Příloha č. 4:** Kompletní data kontrolní skupiny ($n_2 = 11$)

| proband | HV [°] | | Q úhel [°] | | Kyčelní kloub | | | | Hlezenní kloub | | index chodidla | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | ZR [°] | | VR [°] | | PF [°] | | | |
| | **PDK** | **LDK** | **PDK** | **LDK** | **PDK** | **LDK** | **PDK** | **LDK** | **PDK** | **LDK** | **PDK** | **LDK** |
| **1** | 4 | 6 | 18 | 18 | 55 | 55 | 30 | 40 | 85 | 84 | 0,50 | 0,33 |
| **2** | 9 | 9 | 18 | 18 | 48 | 45 | 42 | 40 | 75 | 80 | 0,47 | 0,44 |
| **3** | 8 | 12 | 14 | 18 | 40 | 50 | 32 | 30 | 82 | 80 | 0 | 0 |
| **4** | 10 | 10 | 8 | 8 | 50 | 48 | 43 | 40 | 76 | 74 | 0,27 | 0,25 |
| **5** | 10 | 10 | 9 | 9 | 45 | 50 | 40 | 38 | 83 | 80 | 0,34 | 0,2 |
| **6** | 10 | 10 | 8 | 10 | 25 | 30 | 20 | 35 | 90 | 80 | 0,30 | 0,43 |
| **7** | 10 | 10 | 10 | 12 | 54 | 52 | 26 | 34 | 74 | 72 | 0,37 | 0,30 |
| **8** | 11 | 12 | 12 | 12 | 52 | 50 | 45 | 45 | 78 | 78 | 0,44 | 0,50 |
| **9** | 12 | 11 | 14 | 14 | 49 | 45 | 34 | 34 | 78 | 78 | 0,41 | 0,32 |
| **10** | 12 | 12 | 12 | 12 | 46 | 46 | 38 | 36 | 70 | 70 | 0,50 | 0,55 |
| **11** | 12 | 14 | 10 | 8 | 45 | 45 | 42 | 38 | 84 | 85 | 0,33 | 0,30 |

*Legenda: HV – hallux valgus, PDK – pravá dolní končetina, LDK – levá dolní končetina, ZR – zevní rotace, VR – vnitřní rotace, PF – plantární flexe, žlutou barvou je označen index chodidla >0,45*

## **Příloha č. 5:** Vzor anamnestického dotazníku

Věk:

Výška:

Váha:

Ve kterém věku jste začala tančit na špičkách?

Kolikrát v týdnu máte taneční trénink?

Kolik hodin týdně průměrně trénujete?

Kolik hodin týdně průměrně trénujete na špičkách?