

Univerzita Karlova
Pedagogická fakulta
Katedra tělesné výchovy

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Analýza stavby nožní klenby u závodnic sportovního a fitness aerobiku na
odlišné závodní úrovni

Analysis of the foot arch structure in female sports and fitness aerobics
competitors at different competition levels

Bc. Nicol Stará

Vedoucí práce: PaedDr. Jana Hájková
Konzultant: prof. PhDr. Soňa Jandová, Ph.D.
Studijní program: Učitelství tělesné výchovy pro 2. stupeň základní školy a střední školy
Studijní obor: N TV-BI

2024

Odevzdáním této diplomové práce na téma Analýza stavby nožní klenby u závodnic sportovního a fitness aerobiku na odlišné závodní úrovni potvrzuji, že jsem ji vypracovala pod vedením vedoucího práce samostatně za použití v práci uvedených pramenů a literatury. Dále potvrzuji, že tato práce nebyla využita k získání jiného nebo stejného titulu.

V Praze, 12.dubna 2024

.....

podpis

Touto cestou bych chtěla poděkovat vedoucí mé diplomové práce, vážené PaedDr. Janě Hájkové za její cenné rady a připomínky, které mi pomohly při psaní diplomové práce, dále paní prof. PhDr. Soně Jandové, Ph.D., za konzultace a odbornou pomoc při konstruování této práce. Velké poděkování také patří všem závodnicím sportovního aerobiku a fitness, které si během závodů našly chvíli času a absolvovaly potřebný výzkum. Dále bych chtěla poděkovat všem organizátorům závodů, na kterých výzkum probíhal, za poskytnutí technické pomoci a potřebného prostoru.

ABSTRAKT

Diplomová práce se zaměřuje na stav nožní klenby u závodnic sportovního a fitness aerobiku na odlišné závodní úrovni. Naším cílem je analyzovat stav podélné nožní klenby na základě plantografického měření u skupiny závodnic odlišných ve výkonnosti a závodní kategorii. Práce se skládá ze dvou částí. V teoretické části se zabývá popisem sportovního a fitness aerobiku jeho definicí a pravidly, dále pak popisuje anatomii nohy, deformity nožní klenby a v neposlední řadě metody vyhodnocení plantogramu. V praktické části se práce zabývá analýzou stavby nožní klenby u vybraných závodnic na odlišné výkonnostní úrovni. Konkrétně u závodnic první výkonnostní třídy, kde počet měřených závodnic sčítal 44 probandů a u závodnic druhé výkonnostní třídy, kde bylo měřeno 46 probandů. Následně byl celkový soubor (N=90) srovnán s běžnou sportující populací. Součástí praktické části jsou doplňkové otázky pro závodníky v podobě dotazníku, týkající se doby působení ve sportovním aerobiku a fitness, výkonnostní třídy, četností tréninkových bloků, speciálních cviků na nožní klenbu a využití ortopedických vložek. Všechny výsledky jsou zpracovány a interpretovány v podobě tabulek. Charakteristika celého souboru naměřených probandů ukazuje, že průměrný věk závodnic v první VT v adult kategorii je $19,21 \pm 0,18$ let, výška $162,96 \pm 1,41$ cm a hmotnost $58,17 \pm 1,47$ kg. U druhé VT v adult kategorii je průměrný věk $19,05 \pm 0,43$ let, výška $166,46 \pm 0,90$ cm a hmotnost $60,33 \pm 1,52$ kg. Výsledky ukazují, že v celkovém souboru první i druhé výkonnostní třídy byl u 55,6 % měřených probandek pozorovatelný vliv specifického sportovního zatížení na stav nožní klenby, jelikož 50 naměřených závodnic lze zařadit do kategorie s plochou nohou. Konkrétně 25 závodnic z první VT a 25 závodnic z druhé VT. Na základě získaných hodnot bylo doporučeno, aby závodnice s plochou nohou věnovaly více pozornosti kompenzačním cvičením a aktivaci svalů nožní klenby. Pro závodníky sportovního a fitness aerobiku byl sestaven intervenční program s vybranými cviky, které by měly sloužit jako prevence vzniku plochonoží a případně k léčbě plochých nohou.

KLÍČOVÁ SLOVA

plantografie, plochonoží, aerobik, výkon, sport

ABSTRACT

This thesis focuses on the foot arch condition in female sports and fitness aerobics competitors at different competition levels. Our aim is to analyze the condition of the longitudinal plantar arch based on plantographic measurements in a group of female athletes differing in performance and competition category. The work consists of two parts. The theoretical part deals with the description of sports and fitness aerobics by its definition and rules, then it describes the anatomy of the leg, the deformities of the plantar arch and last but not least the methods of plantogram evaluation. The practical part of the thesis deals with the analysis of the foot arch structure in selected female athletes at different performance levels. Specifically, in female athletes of the first performance class, where the number of probands measured totalled 44, and in female athletes of the second performance class, where 46 probands were measured. Subsequently, the total population (N=90) was compared to the general sporting population. The practical part of the study included additional questions for the athletes in the form of a questionnaire regarding the duration of participation in sports aerobics and fitness, performance class, frequency of training blocks, special exercises for the foot arch and the use of orthopaedic insoles. All results are tabulated and interpreted. The characteristics of the whole set of measured probands show that the mean age of the female athletes in the first VT in the adult category is 19.21 ± 0.18 years, height 162.96 ± 1.41 cm and weight 58.17 ± 1.47 kg. For the second VT in the adult category is 19.05 ± 0.43 years, height 166.46 ± 0.90 cm and weight 60.33 ± 1.52 kg. The results show that in the total population of both the first and second performance classes, the effect of specific sports load on the foot arch condition was observable in 55.6% of the measured probands, as 50 of the measured female athletes can be classified in the flat-footed category. Specifically, 25 female athletes from the first VT and 25 female athletes from the second VT. Based on the values obtained, it was recommended that the flat-footed female racers should pay more attention to compensatory exercises and activation of the leg arch muscles. An intervention program with selected exercises was designed for sports and fitness aerobics competitors to prevent the development of flat feet and possibly to treat flat feet.

KEYWORDS

plantography, flatfoot, aerobics, exercise, sport

Obsah

1 Úvod	8
2 Teoretická část	9
2.1 Soutěžní formy aerobiku	9
2.1.1 Dělení soutěžních forem ve sportovním a fitness aerobiku	11
2.1.2 Výkonnostní třídy ve sportovním a fitness aerobiku	13
2.1.3 Pravidla sportovního aerobiku	15
2.1.4 Pravidla fitness aerobiku	16
2.1.5 Struktura výkonu v soutěžním aerobiku	17
2.1.6 Trénink v soutěžním aerobiku	18
2.1.7 Závodní obuv a oděv	22
2.1.8 Výskyt plochonoží v aerobiku	25
2.2 Anatomie lidské nohy	28
2.2.1 Kostní stavba nohy	29
2.2.2 Klouby nohy	30
2.2.3 Svaly a šlachy nohy	32
2.2.4 Cévy a nervy nohy	34
2.3 Nožní klenba	37
2.4 Deformity nohou	40
2.4.1 Faktory vzniku plochonoží	44
2.4.2 Hodnocení ploché nohy	45
2.4.3 Příčiny vzniku plochých nohou	46
2.5 Chůze a pohyb	47
2.6 Diagnostika stavu nožní klenby	49
2.6.1 Anamnéza	50
2.7 Metody vyhodnocení plantogramu	51
2.7.1 Chippaux–Šmirák	51
2.7.2 Index klenby dle Staheliho	53
2.7.3 Index nohy dle Srdečného	54
2.7.4 Vizuální škálování	55

3 Cíl a postup práce	57
4 Hypotézy	58
5 Praktická část	59
5.1 Testovaný soubor	59
5.2 Metoda měření	60
5.3 Analýza a zpracování dat	62
5.4 Intervenční program	63
6 Výsledková část	65
6.1 Výsledky dotazníkového šetření	65
6.1.1 BMI závodnic	65
6.1.2 Doba působení ve sportovním a fitness aerobiku	68
6.1.3 Počet tréninkových bloků za týden	69
6.1.4 Velikost obuvi	70
6.1.5 Cviky na posílení nožní klenby	70
6.1.6 Cvičení na boso	71
6.1.7 Ortopedické vložky	72
6.2 Výsledky měření	73
6.3 Výsledky rozhovoru	77
6.4 Vyhodnocení hypotéz	78
7 Diskuze	81
8 Závěr	87
9 Seznam použité literatury	88
9.1 Seznam literatury	88
9.2 Seznam elektronických zdrojů	90
10 Seznam obrázků	94
11 Seznam tabulek	95
12 Seznam grafů	96
13 Seznam příloh	97

1 Úvod

Sport je jednou z činností, které lidé praktikují již od dávných dob. Jedná se o fyzickou aktivitu s dodržováním určitých pravidel a zvyklostí, jejímž cílem je zažít pocit radosti a štěstí, zejména při dosažení vytyčených met. Sport má také vliv na lidské zdraví, a to jak pozitivní, tak negativní. Pozitivní vliv se projevuje na psychologii a zdraví jedince. Pohybové aktivity příznivě ovlivňují celkový stav těla, pohybového a opěrného systému a slouží jako prevence proti různým nemocem a poruchám. Na druhou stranu nám můžou některé druhy sportů přinést i nepříjemné problémy, zranění, nebo dokonce trvalé následky.

Vzhledem k mé aktivní sportovní činnosti jsem si vybrala sport, který mi je velmi blízký. Plynule naváží na svou bakalářskou práci a budu zabývat dalším problémem vyskytujícím se ve sportovním a fitness aerobiku.

Aerobik se původně zrodil v USA a velmi rychle se rozšířil po celém světě. Je to populární sportovní disciplína, zejména mezi dívkami. V soutěžní podobě vyžaduje značné množství přípravy a tréninku. Pro dosažení nejlepších výsledků je klíčové začít s tréninkem již v útlém věku dítěte. Čím dříve se dítě začne rozvíjet v tomto sportu, tím větší má potenciál dosáhnout špičkových výsledků. Aerobik se dá charakterizovat jako soubor tělesných cvičení, která obecně přispívají k celkovému rozvoji těla, fyzické kondici a zdraví. Je také vhodnou přípravou pro další sportovní disciplíny. Nicméně je třeba zdůraznit, že se řadí mezi náročná cvičení, která vyžadují sílu, vytrvalost a koordinaci, a s přibývajícím výkoností můžeme očekávat nárůst určitých zdravotních rizik. Sportovci věnující se aerobiku na vrcholové úrovni často čelí zraněním týkajících se dolních končetin, například zlomeninám kotníků při špatném doskoku, výronům hlezenního kloubu nebo úrazům kolenního kloubu. Kromě zranění lze také pozorovat změny v muskuloskeletálním systému v důsledku specifické zátěže. Vzhledem k intenzivnímu zatěžování dolních končetin a vynechání preventivních či kompenzačních cvičení lze předpokládat určité anatomické změny nohy.

Lidské nohy jsou nedílnou součástí našeho těla, umožňují nám pohyb, zejména při chůzi, a tvoří základní pilíř naší stability. Pokud jsou konstantně přetěžovány nebo se jim naopak nedostává dostatek pohybu, a pokud nosíme nevhodnou obuv, může snadno dojít k deformacím, které je obtížné napravit. Z tohoto důvodu si myslím, že je důležité upozornit na možné změny v této části těla u populace se specifickým tréninkovým zatížením.

2 Teoretická část

Teoretická část se zabývá nejprve sportovním a fitness aerobikem. Jeho definicí, pravidly a charakteristikou specifického výkonu v tomto sportu. V další části se věnuje anatomii lidské nohy, kde se popisuje kostní stavba, klouby, svaly a šlachy a v neposlední řadě cévy a nervy nohy. Následuje část, která řeší problematiku nožní klenby, různé deformace lidské nohy, se zaměřením převážně na nohu plochou. Dále je zde zmíněna diagnostika stavu nožní klenby a také metody hodnocení plantogramu.

2.1 Soutěžní formy aerobiku

Jak je patrné z názvu aerobik, jedná se o cvičení zaměřené na aerobní aktivitu (aerobní = okysličující), kde se během cvičení aktivují velké svalové skupiny. Převažující část energie pro svalovou práci je získávána zvyšováním přísunu kyslíku. Obsah cvičení v aerobiku je strukturován tak, aby podporoval rozvoj aerobní kapacity organismu. Zátěž oběhového a dýchacího systému ovlivňuje úroveň kondice cvičence. Tento efekt vzniká pravidelným opakováním kroků, pohybů a kombinací doprovázených hudbou. Ve sportovní formě se jedná ale o anaerobní zónu metabolismu. V soutěžní formě je aerobik natolik intenzivní, že našemu kardiovaskulárnímu systému neumožní přisun kyslíku do svalů dostatečně rychle.

Sportovní aerobik je varianta aerobiku upravená pro soutěžní podmínky. V tomto sportu existuje několik různých disciplín, včetně závodu jednotlivců, trojic, stepu a skupinových soutěží. Kategorie fitness jsou méně náročné a vhodné pro větší počet soutěžících (Skopová, Beránková, 2008). Soutěžní aerobik je charakterizován vysokou intenzitou, náročnými cviky, silou, obratností a pohyblivostí. Jeho vrchol spočívá v mistrovství světa, které se koná pravidelně každý rok.

V soutěžních sestavách se klade důraz na techniku provedených prvků, obtížnost cviků a celkovou fyzickou kondici. Cílem soutěžního výkonu v aerobiku je předvést technicky a esteticky bezchybnou soutěžní sestavu s hudbou, během které ještě závodník zvládne prostřednictvím výrazu obličeje komunikovat s diváky a rozhodčími. Pravidla a prvky obtížnosti jsou uvedeny každou závodní sezonu na stránkách FISAF.cz.

Sportovní aerobik je relativně novým sportem a má své dvě hlavní federace: FIG (Mezinárodní gymnastická federace), která zahrnuje mnoho dalších gymnastických sportů, včetně těch olympijských a FISAF International (Federace pro aerobik a fitness), kam spadá i Český svaz aerobiku a fitness FISAF.cz (Hájková, 2006).

Historie aerobiku

Světový vývoj

Samotné základy aerobiku pramení z Ameriky. Základy aerobiku mají svůj původ v konceptu Američana Dr. Kennetha H. Coopera, který představil program aerobního cvičení trávající dvanáct týdnů. V roce 1968 publikoval knihu s názvem *Aerobics*, kde detailně popsal metody, jak dosáhnout optimální fyzické kondice cvičením (Macáková, 2001).

V sedmdesátých letech dvacátého století se Američanka Jackie Sorensenová inspirovala Cooperovými principy, vytvořila cvičební program pro širší veřejnost, především pro ženy. Celý program pojmenovala „AEROBIK“. Cvičení se zaměřovalo především na opakované poskoky bez spojování do komplexních kombinací a mělo spíše kondiční charakter, celé cvičení bylo doprovázeno hudbou. Koncem osmdesátých let však začaly vznikat lékařské studie, které ukázaly na možná zdravotní rizika u těchto prvků a objevila se i zvýšená míra zranění, zejména u instruktorů, která byla způsobená nadměrným skákáním na místě, nevhodnou obuví a nesprávnými cviky. Na tento popud se aerobik začal odvracet od poskoků (high impact prvků) a začal je nahrazovat prvky s nižším dopadem, vycházejícími z chůze. Vedení lekcí aerobiku se stalo profesionálnější, objevilo se nové názvosloví, prvky byly propojeny do vazeb a bloků podle pravidelného frázování hudby (Velínská, 2004).

Vývoj aerobiku na našem území

Za první propagátorku aerobního cvičení na českém území můžeme považovat Helenu Jarkovskou, která se zabývala moderními styly cvičení s hudbou. V roce 1985 vydala knihu *Aerobní gymnastika*, ve které bylo detailně popsáno gymnastické kondiční cvičení, které bylo prováděno na hudbu. Důraz byl kladen na podporu rozvoje oběhového systému, zvýšení aerobní kapacity organismu a dosažení vyšší úrovně vytrvalosti a výkonnosti (Macáková, 2001). Po roce 1989 došlo k největšímu nárůstu popularity aerobního cvičení na našem území. Jedním z důvodů bylo otevření hranic a možná ukázka aerobiku z okolního světa a druhým důvodem byl vznik soukromých subjektů na trhu. Začínala vznikat první soukromá fitnesscentra a školicí organizace. Sportovní aerobik a fitness aerobik se vyvinuly z komerční formy aerobiku. Nejznámější českou závodnicí ve sportovním aerobiku, která se postarala o masovou propagaci aerobiku na českém území, byla Olga Šípková. Dále manželé Huffovi, kteří založili první Akademii aerobiku (Macáková, 2001).

Současnost

V roce 1992 vznikl v České republice první Český svaz aerobiku. Zakladatelkami byly Bohumila Řimnáčová-Řešátková a další nadšená propagátorka aerobiku Jitka Polášková. Hlavním cílem celého svazu bylo šířit nový sportovní směr mezi širokou veřejností. Od svého založení v roce 1992 až po současnost funguje Český svaz aerobiku jako výcvikový prostředek pro generace nadaných dětí a mládeže, ale také pro profesionály ve fitness, kteří s vášní předávají své znalosti a dovednosti ve fitness centrech a školicích zařízeních po celé České republice. Vzhledem k tomu, že činnost svazu výrazně přesahovala rámec tradičního aerobiku, došlo v roce 2010 k jeho přejmenování na Český svaz aerobiku, fitness a tance FISAF.cz. V listopadu 2013 byl schválen současný název Český svaz aerobiku a fitness FISAF.cz. V současné době si Česká republika dlouhodobě udržuje pozici světové jedničky v tomto sportu a je považována za aerobikovou velmoc mezi ostatními zeměmi (*STARÁ, Nicol. Srovnání somatických charakteristik u dospívajících dívek ve sportovním aerobiku na odlišné závodní úrovni. Praha, 2022. Bakalářská práce, Univerzita Karlova, Pedagogická fakulta, Katedra tělesné výchovy a sportu*).

2.1.1 Dělení soutěžních forem ve sportovním a fitness aerobiku

Mezinárodní organizace sportovního a fitness aerobiku (FISAF International) pořádá dva typy soutěží, pro sportovní a fitness aerobik. Sportovní aerobik zahrnuje soutěže jednotlivců mužů a žen, duí a trií. Ve sportovním aerobiku závodníci prokazují schopnost předvést soubor prvků obtížnosti s dalšími pohyby, které vycházejí z tradičního high impact aerobiku, mají vysokou intenzitu a dokonalé provedení. To vše je doplněno vhodným hudebním doprovodem. Fitness aerobik je typ soutěže, ve kterém týmy závodí v kategoriích aerobik, step a petite, přičemž každá kategorie má svá specifická kritéria pro vytváření předvedené choreografie. Závodnice by měly prokázat schopnost předvést naprostou harmonii všech provedených pohybů na hudební doprovod ve větším týmu (<https://fisaf.cz/souteze-fisaf-cz/>).

Soutěžní kategorie jsou rozděleny do oficiálních věkových skupin. Věk se určuje vzhledem k 31.12. daného roku, ne k datu narození. Tým musí startovat ve věkové kategorii nejstaršího závodníka.

Tabulka 1 - Věkové kategorie

Věkové kategorie	Věk	Rok narození (k 2023)
Cadet	10, 11, 12 let	2013, 2012, 2011
Junior	13, 14, 15 let	2010, 2009, 2008
Youth	16, 17, 18 let	2007, 2006, 2005
Adult	19 – 29let	2004 – 1994
Masters	30 let a více	1993

Zdroj: <https://fisaf.cz/wp-content/uploads/2023/05/PRAVIDLA-SA-od-1.-6.-2023-cj.pdf>

Český svaz aerobiku fitness a tance FISAF.CZ vyhlašuje následující typy soutěží:

- Sportovní aerobik (jednotlivci, dua, tria)
- Fitness týmy (aerobik, step, petite)
- Aerobic Team Show
- Soutěžní Aerobic Master Class
- Česko se hýbe ve školách
- Českomoravský pohár

Názorné dělení soutěžního aerobiku

- Sportovní aerobik a fitness týmy (SA a FT)
 - I. Výkonnostní třída (MČR, ME a MS)
 - II. Výkonnostní třída
 - III. Výkonnostní třída
 - Českomoravský pohár (ČMP)
- Aerobic Team Show (ATS)
- Soutěžní Aerobic Master Class (SAMC)

(<https://fisaf.cz/souteze-fisaf-cz/hierarchie-soutezi-fisaf-cz/>)

2.1.2 Výkonnostní třídy ve sportovním a fitness aerobiku

V soutěžním prostředí sportovního a fitness aerobiku se soutěží v třech různých výkonnostních třídách. V soutěžním Aerobik master class a Aerobik team show výkonnostní třídy nejsou zahrnuty.

Výkonnostní třídy slouží k rozlišení závodníků podle jejich úrovně pohybových schopností a dovedností ve fitness týmech a sportovním aerobiku. Výkonnostní třída je přiřazena jednotlivci bez ohledu na klub, za který závodí. Každý závodník má přidělenou jednu výkonnostní třídu pro sportovní aerobik a jednu pro fitness aerobik (<https://fisaf.cz/wp-content/uploads/2023/12/Soutezni-rad-1.-1.-2024.pdf>).

III. výkonnostní třída – Tato třída je vyhrazena pro začínající závodníky, kteří zde působí a soutěží. Nejlepší závodníci v této výkonnostní třídě mají možnost postoupit do druhé výkonnostní třídy.

II. výkonnostní třída – V této třídě soutěží již pokročilejší závodníci. Nejlepší závodníci v této výkonnostní třídě mají příležitost postoupit do první výkonnostní třídy.

I. výkonnostní třída – Tato třída sdružuje nejlepší závodníky z celé České republiky. Závodníci v této třídě jsou nominováni do reprezentačního výběru a mají možnost reprezentovat na mezinárodních soutěžích, jako jsou mistrovství Evropy a mistrovství světa, pokud splní příslušná nominační pravidla (*STARÁ, Nicol. Srovnání somatických charakteristik u dospívajících dívek ve sportovním aerobiku na odlišné závodní úrovni. Praha, 2022. Bakalářská práce, Univerzita Karlova, Pedagogická fakulta, Katedra tělesné výchovy a sportu*).

Vyhodnocení výkonnostních tříd

V každém dokončeném závodě je vypočten průměr známek (bez známek rozhodčího skill) z posledního absolvovaného kola pro každého závodníka/duo/trio/tým. Průměry z jednotlivých závodů se opět průměrují a s tímto výsledkem, zaokrouhleným na 2 desetinná místa, je závodník zařazen do postupové tabulky. Znamka od skill judge ovlivňuje postup a sestup (<https://fisaf.cz/wp-content/uploads/2023/12/Soutezni-rad-1.-1.-2024.pdf>).

Postup do vyšší výkonnostní třídy

Sportovec, který dosáhl v postupové tabulce umístění v kategorii "Jistý postup", musí na konci kalendářního roku přestoupit do vyšší výkonnostní třídy. Sportovec, který dosáhl v postupové tabulce umístění v kategorii "Možný postup", musí na konci roku přestoupit do vyšší výkonnostní třídy, pokud na konci roku překračuje bodový limit stanovený pro postup. V případě, že je sportovec zapsán v několika postupových tabulkách, má přednost nejlepší dosažený výsledek za účelem dosažení vyšší výkonnostní třídy nebo alespoň udržení současné výkonnostní třídy.

Příklad: Pokud sportovec postupuje v jedné tabulce do vyšší výkonnostní třídy, automaticky postupuje do této třídy, bez ohledu na umístění v ostatních postupových tabulkách (<https://fisaf.cz/wp-content/uploads/2023/12/Soutezni-rad-1.-1.-2024.pdf>).

Sestup do nižší výkonnostní třídy

Závodník, který dosáhl v postupové tabulce umístění v pásmu "Jistý sestup", musí na konci kalendářního roku sestoupit do nižší výkonnostní třídy.

Závodník, který dosáhl v postupové tabulce umístění v pásmu "Možný sestup", musí na konci roku sestoupit do nižší výkonnostní třídy, pokud je na konci roku pod bodovým limitem vyhlášeným STK pro sestup (<https://fisaf.cz/wp-content/uploads/2023/07/Soutezni-rad-1.-9.-2023.pdf>).

2.1.3 Pravidla sportovního aerobiku

Soutěže se konají na závodní ploše o rozměrech 7 x 7 metrů a je jasně označena čarou kontrastní barvy. Závodníkům se doporučuje využít celý prostor, ale bez přešlápnutí. Za přešlapy jim mohou být uděleny srážky. Před závodní plochou se nachází panel rozhodčích, kteří hodnotí jednotlivé složky soutěžní sestavy. Všichni rozhodčí musí odpovědně posuzovat každou sestavu ve všech kolech, a to bez jakékoliv predikce výsledku. Panel zahrnuje celkem sedm rozhodčích – hlavního rozhodčího a tři druhy rozhodčích, kteří udělují známky za technickou, uměleckou a aerobní stránku sestavy. Hodnocení závodníka probíhá pomocí tzv. rankingového systému, který dává přednost umístění před počtem bodů. Systém identifikuje závodníka s nejvyšším počtem nejlepších umístění a postupně určuje konečné pořadí. Rozhodčí mohou udělovat hodnocení až do maximálního počtu 10 bodů a na základě těchto hodnocení je stanoveno pořadí závodníků (<http://sportovni-akademie.com/sportovni-aerobik/charakteristika/>). Ve sportovním aerobiku je délka závodní sestavy 1:45 minuty s tolerancí plus/minus 5 sekund. Tempo hudby by mělo být v rozmezí 152–165 BPM. Federace FISAF International předepisuje povinné a zakázané prvky, kterými se závodníci a trenéři musejí řídit. V případě provedení nepřijatelného prvku během prvního kola soutěže hlavní rozhodčí informuje trenéra, ale žádná srážka není udělena. V situaci, kdy je tento prvek zahrnut v následujících kolech, všichni rozhodčí udělí srážku ve výši 0,5 bodu, což může závodníka vystavit riziku snížení jeho umístění v soutěži. Seznam těchto prvků je vždy přístupný na stránkách FISAF.cz, v sekci pravidla a řády. Požadavky na sestavu pro sportovní aerobik jsou následující. Každá sestava musí obsahovat čtyři po sobě jdoucí, identické a na jednom místě provedené tři povinné prvky: 4 x Jumping jacks, 4 x High leg kicks, 4 x Push-ups. V každé sestavě musí být požadovaný počet prvků obtížnosti, záleží ale na věkové kategorii (viz tabulka 2). Obraty na kolenou, pokud jeden nebo více členů týmu odrazí jiného, vzpor vzadu prohnutě, prvky statické síly s obratem větším než 720°, salto a stoj na ruce, jsou prvky, které nejsou pro aerobik charakteristické.

Tabulka 2 - Počet povinných a přídatných prvků pro jednotlivé věkové kategorie

Věkové kategorie	ADULTS 19 a více let	YOUTH 16 – 18 let	JUNIOR 13 – 15 let	CADET 10 – 12 let
COMPULSORY ELEMENTS	3	3	3	3
Počet prvků obtížnosti ze skupiny kliků (push-up group)	Minimum 2 Maximum 4	Minimum 2 Maximum 3	Minimum 2 Maximum 3	Minimum 1 Maximum 2
Počet prvků obtížnosti ze skupiny statické síly (static strenght group)	Minimum 2 Maximum 3	Minimum 2 Maximum 3	Minimum 1 Maximum 3	Minimum 1 Maximum 3
Počet prvků obtížnosti ze skupiny skok (jump group)	Minimum 5 Maximum 8	Minimum 5 Maximum 7	Minimum 5 Maximum 7	Minimum 5 Maximum 7
Počet prvků obtížnosti ze skupiny flexibility (flexibility group)	Minimum 1 Maximum 2	Minimum 1 Maximum 3	Minimum 1 Maximum 3	Minimum 1 Maximum 3
Počet přídatných prvků obtížnosti	Minimum 10 Maximum 13	Minimum 10 Maximum 12	Minimum 9 Maximum 11	Minimum 8 Maximum 10
Celkový počet prvků	Minimum 13 Maximum 16	Minimum 13 Maximum 15	Minimum 12 Maximum 14	Minimum 11 Maximum 13

Zdroj: <https://fisaf.cz/wp-content/uploads/2023/05/PRAVIDLA-SA-od-1.-6.-2023-cj.pdf>

2.1.4 Pravidla fitness aerobiku

Soutěže se konají na závodní ploše o rozměrech 9 x 9 metrů, je tedy větší než pro sportovní aerobik. Stejně jako u sportovního aerobiku se závodníkům doporučuje využít celý prostor, ale bez přešlápnutí, opět jim mohou být uděleny srážky. Před závodní plochou se nachází taktéž panel rozhodčích. Hodnocení probíhá rovněž pomocí tzv. rankingového systému, systém je stejný jako u sportovního aerobiku. Ve fitness aerobiku je délka závodní sestavy taktéž 1:45 minuty s tolerancí plus/minus 5 sekund. Step aerobik má zvolené tempo hudby v rozmezí 130–140 BPM. Grande a petite aerobik 150–160 BPM. Ve fitness aerobiku nejsou v žádné závodní kategorii povinné prvky. Závodníci se musejí vyhnout provádění pohybů/prvků, které jsou zdravotně rizikové. V závodní kategorii step a grande jsou následující zakázané prvky: kliky ležmo na jedné ruce, prvky statické síly na jedné ruce, skoky do kliku

ležmo, skoky do širokého sedu roznožného nebo rozštěpu, back-flip, jakékoliv salto, rondát v jakékoliv formě. Výjimku tvoří kategorie petite, kde nejsou zakázány žádné cviky, ale musí být pod kontrolou závodníka (<https://fisaf.cz/o-fisaf/dokumenty/>).

2.1.5 Struktura výkonu v soutěžním aerobiku

Sportovní výkonnost se postupně a dlouhodobě formuje. Vrozené dispozice, vliv prostředí a organizovaný sportovní trénink ovlivňují její základy. Vrozené dispozice, jako je výška, hmotnost, transportní kapacita kyslíku, temperament a intelekt, jsou relativně neovlivnitelné. Nicméně organizovaný sportovní trénink představuje nejvíce formovatelný prvek sportovní výkonnosti. Jeho cílem je zvyšovat úroveň trénovanosti, která je klíčová pro dosažení aktuálních sportovních výkonů. Struktura sportovního výkonu je složitou sítí propojených komponent, které se navzájem ovlivňují. Všechny faktory jsou relativně snadno trénovatelné (s výjimkou somatických) a vzájemně se prolínají (<https://www.roadcycling.cz/clanek/treninkova-abeceda-dil-1-struktura-sportovniho-vykonu>).

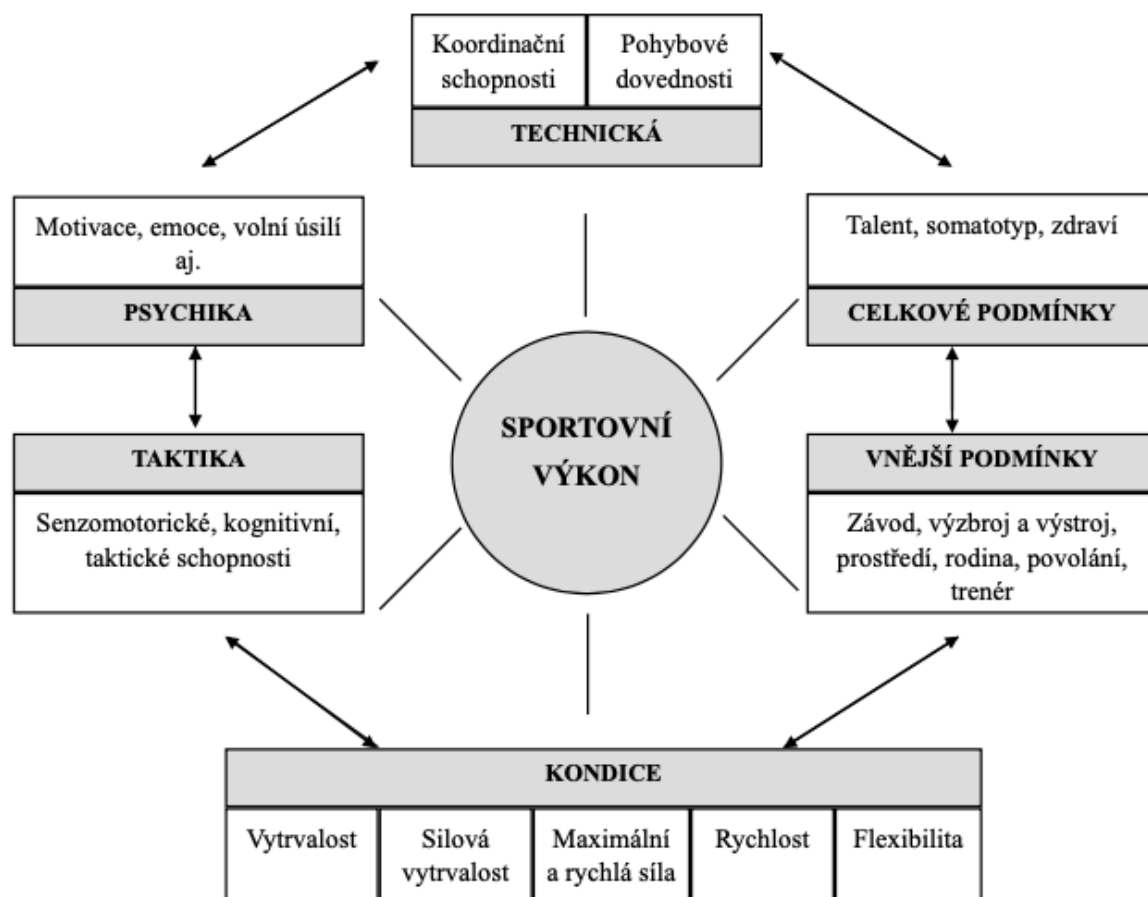
Dovalil ve svém díle uvádí, že „sportovní výkon se uskutečňuje prostřednictvím sportovní činnosti, tedy činnosti pohybové zaměřené na dosažení maximálního výkonu“. V množině faktorů ovlivňujících výkon a jeho vytváření lze identifikovat:

- faktory somatické = zahrnující fyzické vlastnosti jedince, které se vážou k danému sportovnímu výkonu
- faktory kondiční = soubor pohybových schopností
- faktory techniky = ty úzce souvisejí se sportovními dovednostmi, a především s jejich technickým provedením
- faktory taktiky = ty jsou chápány jako tvořivé schopnosti jedince
- faktory psychické = zahrnující kognitivní, emoční a motivační procesy, které vycházejí z osobnosti sportovce (Dovalil, 2002).

Aerobik patří svým výkonem mezi sporty koordinačně estetické. Klíčovým prvkem sportovního výkonu je perfektní ovládnutí složitého souboru pohybových úkonů. Výkon v aerobiku ovlivňují pohybové, psychické a estetické faktory. Nejdůležitější pohybovou schopností je koordinace a flexibilita. Nejčastěji používanými pohybovými strukturami jsou různé skoky, obraty a vyvážené prvky síly. Mezi omezené faktory ve sportovním aerobiku patří i somatické předpoklady, kterým jsem se věnovala ve své bakalářské práci. Aerobik se řadí oproti jiným sportům mezi sporty s nízkým rizikem zranění. Nicméně se i v tomto sportu

vyskytují jak zranění krátkodobějšího rázu, tak i onemocnění spojená s dlouhodobým vlivem specifického výkonu, tato zranění jsou dlouhodobějšího charakteru (<https://www.semanticscholar>).

Obrázek 1 - Faktory sportovního výkonu



Zdroj: <https://www.gjb-spgs.cz/media/cache/file/62/sportovni-trenink.pdf>

2.1.6 Trénink v soutěžním aerobiku

Sportovní trénink je považován za postupný proces systematického rozvoje jednotlivých prvků, který je podřízen délce sportovní přípravy s cílem dosáhnout maximální výkonnosti (<https://www.fsps.muni.cz/emuni/data/reader/book-5/02.html>). Správné pojetí sportovního tréninku by se mělo odrazit ve zvyšování trénovanosti sportovce. Optimální úroveň trénovanosti by se měla projevit v maximálním výkonu sportovce v konkrétním závodě.

Cílem sportovního tréninku je co nejvyšší možná sportovní výkonnost, která vychází z celkového rozvoje sportovce. V soutěžních formách aerobiku rozumíme sportovní výkonností schopnost opakovaně podávat výkon ve zvolené specializaci. Složky sportovního

tréninku tvoří ucelený systém, který řeší různé úkoly. V jedné větě by se dal sportovní trénink shrnout jako proces adaptace, tedy proces přizpůsobení organismu vnějšímu prostředí (Hájková, 2006).

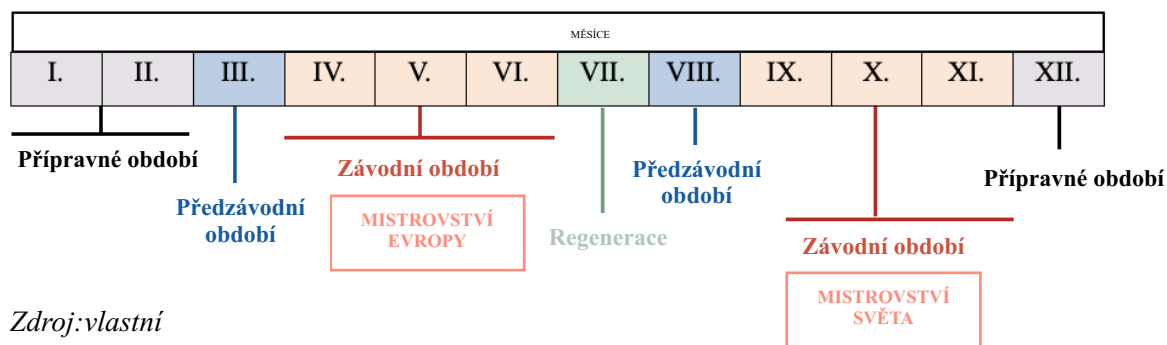
Sportovní trénink, soutěžní a mimotréninková činnost představují základní složky sportovní přípravy. Její průběh a výsledky jsou významně ovlivněny rovněž systémem výběru sportovců. „*Sportovní trénink lze charakterizovat jako dlouhodobý systémově řízený proces přípravy sportovce prioritně zaměřený na zvyšování sportovní výkonnosti ve zvolené sportovní disciplíně*“ (Lehnert, Novosad a Neuls, 2001).

Základními charakteristickými rysy (znaky) sportovního tréninku jsou (Lehnert, Novosad a Neuls, 2001):

- Aktivní a dobrovolný přístup
- Orientace na maximální výkon a silná výkonová orientace
- Pravidelnost a racionálnost zatěžování s tendencí k osobnímu maximu
- Dlouhodobost a etapizace
- Systémové řízení
- Specializace
- Individualizace

V soutěžním aerobiku můžeme vymezit tréninkové cykly. Prvním z nich je makrocyklus, ten trvá nejčastěji rok. V závodní sezoně jsou dva hlavní vrcholy, jeden na jaře a jeden na podzim, tudíž je v aerobiku vhodné plánovat půlroční makrocyklus. Mezocyklus bývá často stanoven na měsíční období, zatímco mikrocyklus, který trvá obvykle jeden týden, představuje krátkodobou fázi tréninku. Tyto druhy cyklů jsou vzájemně propojeny, tvoří součást celkového tréninkového plánu a vyžadují od sportovce různé úrovně regenerace, která nesmí být ve sportovním aerobiku opomíjena. Úroveň fitness aerobiku je na takové výkonnostní úrovni, že bez tréninku sportovního aerobiku nelze konkurovat a závodit. Soutěžní aerobik trénuje více se zaměřením na statickou sílu a těžší závodní prvky. Zbylý průběh tréninku je velmi podobný fitness tréninku. Velká míra prolnutosti mezi oběma druhy aerobiku je v dnešní době velmi podstatná, dochází k ní i díky velikosti závodních klubů. Velké závodní kluby trénují fitness i sportovní aerobik a závodnice většinou závodí souběžně v obou dvou skupinách.

Obrázek 2 - Schéma jednorokního tréninkového cyklu první výkonnostní třídy



Zdroj:vlastní

Přípravné období – během přípravného období se závodníci zaměřují na rozvoj fyzických i mentálních dovedností. Aerobik klade důraz na celkový rozvoj motorických schopností včetně síly, rychlosti, vytrvalosti, koordinace a flexibility. V této fázi tréninku se vytváří nové choreografie pro nadcházející závodní sezonu. Zároveň se zdokonalují technické dovednosti jednotlivých prvků, protože kvalita provedení cviků je jedním z hlavních kritérií při hodnocení výkonu.

Reprezentační trenéři dělí přípravné období do dvou fází:

- Prvních 14 dní se zaměřují na obecnou fyzickou přípravu bez zátěže. Sportovci provádějí běh, jízdu na kole, plavání a soustředí se na zvýšení flexibility. Trénink zahrnuje delší vytrvalostní aktivity, které trvají 30–40 minut. V této fázi se zařazuje i silový trénink horních a dolních končetin a břišních svalů. Jednou týdně se zařazuje speciální trénink pro rozvoj dynamické síly, statické síly a skoků.
- Druhých 14 dní má trénink charakteristiku více odpovídající aerobiku. Začíná nácvik prvků flexibility a rovnováhy, včetně specifických prvků obtížnosti a švihů s použitím zátěže 0,5–1 kg na dolních končetinách.

Během této fáze přípravy sportovců je regenerace klíčovým prvkem a zahrnuje kompenzační cvičení po každém tréninkovém bloku.

Předzávodní období – ve sportovním aerobiku obvykle trvá 2–4 týdny a má za cíl dosáhnout optimální sportovní formy. Sportovci se intenzivně připravují na závody, zlepšují pohybovou koordinaci ve svých choreografiích a také techniku, celková intenzita tréninku se zvyšuje.

V této fázi se speciálně trénují sestavy, ve kterých jsou už začleněny i prvky obtížnosti. Čím lépe závodníci prvek provedou, tím více získají v závodě bodů.

Prvních 14 dní se klade důraz na trénink dynamické síly dolních končetin a zdokonalení odrazové techniky. Současně probíhá trénink závodní choreografie, zde jsou všechna cvičení

prováděna na hudbu. Postupně se trénink stává více specializovaným, klade důraz na kvalitu a přesnost. Do této tréninkové sekce většina trenérů zařazuje minimálně dvakrát týdně 1/4 sestav. Závodníci se soustředí na nácvik přesnosti a rychlosti paží ze sestavy bez pohybů dolních končetin. Tento nácvik probíhá nejčastěji před zrcadly.

Druhých 14 dní se opět navyšuje intenzita tréninku, do tréninkového cyklu zařazujeme 1/2 sestav, s možností přechodu na rychlejší verzi hudby. To nám pomůže s lepší adaptací v den závodu. Jelikož mají závodníci těsně před závodem zvýšenou hladinu adrenalinu, může se stát, že jim tento hormon a lehká nervozita rozhodí závodní rytmus, který mají naučený z tréninkového cyklu. Při navýšení rychlosti hudby v tréninku můžeme tento stav eliminovat.

Závodní období – soutěžní doba v tomto období sportovního aerobiku závisí na harmonogramu závodů, ten se každý rok aktualizuje na stránkách FISAF.cz. Během tréninkového procesu v závodním období převládá cvičení s cílem minimalizovat tvorbu kyseliny mléčné, a to především na základě zvýšení úrovně anaerobní vytrvalosti (s důrazem na kvalitu a precizní provedení sestav spíše než na kvantitu). Trénink nadále zahrnuje kompenzační cvičení a relaxaci, aby nedošlo k přetížení těla. Udržení a zlepšení formy je klíčovou, avšak náročnou součástí této soutěžní fáze.

Struktura tréninku:

- Začáteční fáze tréninku zahrnuje zahřátí svalů a přípravu těla na fyzickou zátěž pomocí rozběhání, různých skoků a přísunů (například zakopávání, přísuny stranou, předkopávání), zahřátí organismu trvá přibližně 10–15 minut.
- Následuje individuální protažení, kde se používá technika nazývaná postizometrická kontrakce. Nejprve se provede izometrická kontrakce protahovaného svalu proti vnějšímu odporu po dobu 6–8 sekund, následně následuje efektivní a šetrné protažení. Tato metoda je uplatňována zejména při cvičení čelního rozštěpu (straddle split), hlubokého předklonu (prose straddle split) a bočního rozštěpu (front split), k protažení svalů dolních končetin a ke zvýšení pohyblivosti kyčelního kloubu.
- Hlavní část tréninku zahrnuje trénink jednotlivých úseků ze závodních sestav s prvky ze skupiny flexibility, dynamické síly a statiky. Následně se závodníci připraví na všechny skoky ze sestavy. Skoky s odrazem jednož a snožmo, ke kterým postupně přidávají různé skokové variace. Důraz je kladen na posílení celého těla, sílu svalů předloktí a ramenního pletence, které jsou během těchto cvičení zatěžovány. Po důkladném rozcvičení všech

těchto oblastí následuje provádění čtvrtinových, polovičních a celých sestav s hudbou, podle rozhodnutí trenéra a stavu závodníka.

- Poslední část tréninku v gymnastickém aerobiku je odvozena z plánu tréninku sestaveného trenérem. Každá tréninková jednotka zahrnuje také kompenzační cvičení, která slouží jako prevence svalových nerovnováh, a strečink pomáhá uvolnit svalové napětí (JANÍKOVÁ, Gabriela. Problematika regenerace ve sportovním aerobiku, Brno, 2010. Bakalářská práce, Masarykova Univerzita, Fakulta sportovních studií, Katedra gymnastiky a úpolů).

2.1.7 Závodní obuv a oděv

Mezi hlavní aspekty artistického hodnocení se řadí i vhodný oděv a obuv. Soutěžní aerobik je typický svými soutěžními kostýmy pro každou závodní kategorii. Všechna nutná kritéria, která je potřeba dodržet pro splnění závodních podmínek, vypisuje vždy Český svaz aerobiku a fitness FISAF.cz ve svém soutěžním řádu. Z hlediska celého konceptu sportu je podstatné, že má oblečení podpořit sportovní a umělecké hledisko a má uznávat věk závodníků, nikoli sklouznout ke kýči či vulgaritě.

Přijatelným oděvem na závod je celotrikot nebo dres skládající se ze dvou částí. Čím originálnější a osobnější, tím větší je šance na vysoké hodnocení od artistického rozhodčího. Každá závodní kategorie – fitness i sportovní mají neoficiálně určený závodní dres (viz obrázek 3,4). Dále je možné obléknout punčocháče, bootlegs, přiléhavý top či krátké a dlouhé kalhoty. V soutěžním řádu se také uvádí, že závodníci mohou měnit dres pro každé soutěžní kolo, ale musejí si být vědomi, že pokud jedním ze dvou dresů nebudou splňovat nutné podmínky, artistic rozhodčí jim může udělit srážku, která může ovlivnit celkové pořadí. Speciální kategorií je aerobic petite, kde by se mělo téma celé závodní sestavy odrážet i v závodním dresu (viz obrázek 5). O vhodné obuvi není v soutěžním řádu nic předepsáno, žádné speciální požadavky na závodní obuv tedy nejsou. Nepsaným pravidlem ve sportovním aerobiku jsou závodní boty značky Reebok (viz obrázek 6) či Venturelli (viz obrázek 7), které jsou vyrobeny a přímo testovány pro aerobik. Nedisponují však žádnou speciální ortopedickou vložkou či zdravotní složkou a nejsou uzpůsobeny k fixaci kotníku.

Mezi nepřijatelné oděvy patří dres, který je příliš krátký a nezakrývá správně tělo. Oblečení nesmí být svlékáno kdykoliv během sestavy. Na dresu nesmí být žádné části, které mohou upadnout na závodní plochu, např. ozdoby z peří, ostré dekorativní předměty. Dále nesmí být tělo pokresleno, nesmí být použito nadměrné množství vlasových produktů, které by mohly poškodit povrch závodní plochy. Veškeré piercingové šperky musí být sundány nebo vhodné

zakryty. Pokud závodník nesplňuje stanovená kritéria, může být požádán, aby změnil dres do dalšího kola, pokud se ukáže, že by dres ohrožoval povrch závodní plochy či závodníka.

Pokud má závodník oblečený nepřijatelný dres v základním kole, hlavní rozhodčí to oznámí trenérovi a nebude udělena žádná srážka. Pokud je tento dres použitý ve finále, artistic rozhodčí srazí až 0,5 bodu (<https://fisaf.cz/wp-content/uploads/2022/03/SA-MASTER-2022-2024-cj-002.pdf>).

Obrázek 3 – Dres pro sportovní aerobik



Adéla Citová

Zdroj: [https://www.facebook.com/photo.php?](https://www.facebook.com/photo.php?fbid=719696478389138&set=t.100000108333159&type=3)

[fbid=719696478389138&set=t.100000108333159&type=3](https://www.facebook.com/photo.php?fbid=719696478389138&set=t.100000108333159&type=3)

Obrázek 5 – Dres pro petite aerobik



Juniorský fitness klub Louny

Zdroj: vlastní

Obrázek 4 – Dres pro fitness aerobik



Fitness tým, Belgium – RheAxion

Zdroj: <https://www.facebook.com/photo.php>

Obrázek 6 – Závodní obuv Reebok



Zdroj: <https://www.aerobic-shop.cz/seniorska-obuv-zavodni/princess-reebok/>

Obrázek 7 – Závodní obuv Venturelli



Zdroj: <https://www.dance-shop.cz/aer-8-fit-p52744/?vid=52727>

2.1.8 Výskyt plochoňží v aerobiku

Ve vědeckých člancích se přímo nevyskytuje námi probírané téma. Při detailní rešerši několika vědeckých článků, výzkumů a odborných prací, ve snaze najít informace o spojení mezi plochoňžím a aerobikem, se nepodařilo vyhledat potřebné data k upřesnění či potvrzení námi vytvořených výsledků. Zdá se, že tomuto konkrétnímu tématu nebyla věnována dostatečná pozornost a v literatuře úplně chybí. Přestože je plochoňží běžným zdravotním problémem, který může ovlivnit mnoho aspektů života, jeho vztah k aerobnímu cvičení nebo aerobiku nebyl v dosavadním výzkumu plně prozkoumán.

Je zajímavé, že i přes známé dopady plochoňží na posturu, stabilitu a celkové pohybové schopnosti nebyla věnována dostatečná pozornost tomu, jak moc se tento problém ve sportovním aerobiku vyskytuje a jak může tato zdravotní indispozice ovlivnit výkon závodníků, kteří se věnují aerobnímu cvičení, konkrétně sportovnímu aerobiku. Aerobik, jako populární forma cvičení, zdůrazňující dynamické pohyby, velkou fyzickou náročnost a stoprocentní estetickou připravenost, klade velké zatížení na dolní končetiny, což může být pro závodníky se špatně tvarovanou nožní klenbou velmi obtížné.

Tato mezera ve výzkumu naznačuje potřebu dalších studií, které by se zaměřily na námi zkoumané téma. Bylo by zajímavé zjistit, zda má plochoňží vliv na účinnost, výkonnost a bezpečnost závodníků, kteří se sportovnímu aerobiku věnují. Zmíněný výzkum by mohl poskytnout cenné informace pro závodní instituce, trenéry, a především závodníky, kteří by mohli přizpůsobit své cvičební plány a doporučení tak, aby lépe odpovídaly potřebám jednotlivců právě s diagnostikovaným plochoňžím.

Ve světle nedostatku informací v tomto konkrétním oboru se naše výzkumná práce bude snažit o doplnění informací a hodnot, které můžou přinést nové poznatky a podnítit další diskusi ve sportovní medicíně.

Jediné možné zdroje, které okrajově souvisí s tématem naší práce, jsou vědecké a internetové články ohledně výskytu plochoňží v gymnastice. I když jsou gymnastika a soutěžní aerobik základně odlišné aktivity, existují některé body, ve kterých se mohou shodovat. Obě aktivity předpokládají dobrý stupeň fyzické kondice. Cvičení v gymnastice i sportovním aerobiku vyžaduje sílu, vytrvalost, ohebnost a koordinaci. Po estetické stránce obě disciplíny kladou důraz na estetiku pohybu. Gymnastika zdůrazňuje eleganci, přesnost a artistický výraz ve svých akrobatických prvcích, zatímco sportovní a fitness aerobik často obsahuje taneční prvky, které mohou být esteticky náročné. Dalším společným bodem je možnost vrcholového

závodění. Gymnastika i sportovní či fitness aerobik mohou být provozovány soutěžně. V obou disciplínách existují soutěže, kde se hodnotí technické dovednosti, prezentace a další aspekty výkonu. Gymnastika je však olympijským sportem, kdežto aerobik končí mistrovstvím světa. Další shoda nastává ve flexibilní náročnosti. Oba sporty mohou zahrnovat prvky, které vyžadují extrémní flexibilitu těla. Ve sportovním aerobiku mohou taneční pohyby zahrnovat flexibilní elementy, zatímco gymnastika často zahrnuje obraty a akrobatické prvky, které vyžadují pružnost.

I přesto, že existují tyto shody, je důležité si uvědomit, že obě aktivity mají své vlastní specifické charakteristiky a cíle. Gymnastika se zaměřuje na akrobacii a artistický výraz, zatímco soutěžní aerobik klade důraz na kardiovaskulární cvičení a taneční prvky.

V odborném článku „*Flat Feet In Gymnastics: Why It May Be a Concern and Tips To Help*” se můžeme dočíst, že gymnastky obvykle vykazují větší výskyt plochých nohou než ostatní sportovci, protože jsou při cvičení nebo soutěžích neustále bosé. Kromě toho jsou chodidla gymnastek vystavena nadměrně vysokým silám při neustálém skákání, cvičení, přeskokách a seskocích. Dále se zde uvádí, že v jednom klinickém výzkumu sportovních lékařů zjistili, že při pádu na podlahu mohou vznikat síly v rozmezí 5–17,5násobku tělesné hmotnosti sportovce. U sportovního aerobiku tyto síly nebyly zjištěny.

V článku upozorňují, že mnoho sportovců doskakuje při estetickém sportu na podlahu nejprve špičkou, a jakmile dosáhnou konce svého pohybu v kotníku (obvykle je dorzální flexe omezená kvůli napjatým plantárním flexorům), dochází k obrovskému a rychlému poklesu klenby do polohy plochého chodidla. Tento přechod síly a nesprávný pohybový vzorec je velmi zatěžující pro chodidlo. Existují i další výzkumy, které se zabývají tím, jak poloha paty a chodidla zvyšuje zátěž Achillovy šlachy. Prostřednictvím různých modelů naznačují, že čím více je chodidlo ploché, tím větší je asymetrické zatížení Achillovy šlachy. To jednoduše znamená, že vnitřní strana Achillovy šlachy je při plochém chodidle vystavena většímu tlaku, v některých studiích se uvádí téměř dvojnásobné síly při každém dopadu (<https://hybridperspective.wordpress.com/2013/09/19/flat-feet-in-gymnastics-why-it-may-be-a-concern-and-tips-to-help/>).

Podobným tématem se zabývala i Adéla Meruňková ve své bakalářské práci na téma Hodnocení plochonoží u sportovních tanečnic. Meruňková ve svém výzkumu provedla taktéž měření nohou pomocí tenzomotorické desky FootScan (RScan International, Belgie). Měřila probandy ve věkovém rozmezí 18–30 let z toho 26 žen a 22 mužů. Svým výzkumem dospěla k závěru, že z celkového souboru bylo 73 % tanečnic s plochým typem nohy a u 10

% probandů se vyskytla noha vysoká. Pouze 13 % mělo nohu normální. Vliv BMI na výskyt plochonoží byl potvrzen pouze u žen. Autorka uvádí, že čím vyšší je hodnota BMI, tím nižší je průměrná síla do podložky přepočtena na kilogram hmotnosti (MERUŇKOVÁ, Adéla. *Hodnocení plochonoží u sportovních tanečnicků. Praha, 2023. Bakalářská práce, Univerzita Karlova, Pedagogická fakulta, Katedra tělesné výchovy*).

V její práci se hodnotili také tanečníci, ale je nutno podotknout, že se jednalo o tanečnický sportovního tance, kteří používají jinou obuv a jinou závodní a tréninkovou náplň než závodníci sportovního aerobiku.

Osobně mám názor, že se špatné postavení nožní klenby u našich sportovců stalo tak častým, že máme tendenci ho neprávem přehlížet. Věřím, že díky informacím o tom, jak mohou ploché nohy a další chybné postury těla přispívat ke zraněním či horšímu výkonu, začneme o tomto problému více přemýšlet a zavádět preventivní cvičení do tréninkových bloků.

2.2 Anatomie lidské nohy

„Tvar lidské nohy se vyvíjel z nejstarší stavby nohy, která se na světě objevila u prvních obojživelníků před dávnými věky, kteří začali žít na pevné zemi. Noha je orgán, který nacházíme pouze u primátů. Má řadu funkcí, z nichž nejvýznamnější je zprostředkování styku s půdou, po které chodíme, běháme a skáče. Anatomicky označujeme jako nohu pouze spodní díl končetiny, uložený pod hlezenním kloubem. Pevným podkladem lidské nohy jsou kosti, které se spojují v kloubech. Klouby jsou zpevněny vazy a pohyby v nich jsou ovládnány svaly. Výživu do nich přinášejí cévy, inervaci zajišťují míšní nervy. Noha je na svém povrchu pokryta kůží, ve které je mnoho citlivých nervových zakončení a potních žláz“ (www.bata.cz/poradna/zdravi/anatomie- nohy.html).

Lidská noha si ke své dnešní podobě prošla velmi dlouhým vývojem. U živočišných předchůdců sloužila noha především k úchopu, držení, skákání a šplhání. Avšak během evoluce člověka došlo k zásadní proměně směrem k bipednímu způsobu lokomoce, kdy se začaly využívat dvě končetiny pro pohyb s plně vzpřímeným tělem, propnutými koleny a s vnímáním okolí všemi smysly. Tento dvounohý způsob pohybu se začal formovat asi před 5 až 7 miliony lety v oblasti východní Afriky (Dungl, 1989).

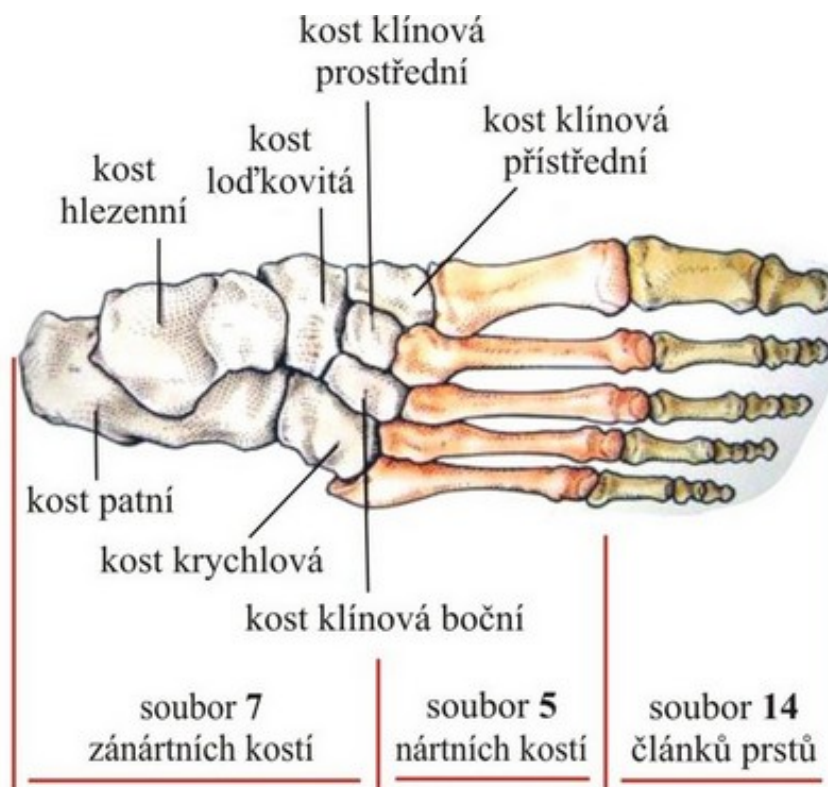
Anatomie lidské nohy, zejména chodidla, prošla také mnoha vývojovými změnami a stále se pod vlivem civilizačních vlivů dále vyvíjí. Palec postupně ztratil svou původní úchopovou schopnost a ustál se paralelně s ostatními prsty. Dále se prsty zkrátily a patní kost se otočila a zesílila (Šos, 2016).

Pro optimální funkci nohy má klíčový význam správně vyvinutá nožní klenba, která závisí na tvaru a seskupení kostí zánártních a nártních. Rozlišujeme dvě hlavní formy klenby: podélnou a příčnou. Klenutí nohy způsobuje, že noha se nepodpírá celou plochou chodidla, ale pouze ve třech místech. Funkce nožní klenby je mnohostranná. Poskytuje pružnost při chůzi, vhodným rozložením zatížení usnadňuje udržení rovnováhy těla a chrání cévy a nervy, které jsou uloženy v plosce nohy. Pokud dojde ke zprětrhání vazů a oslabení svalů podporujících nožní klenby, může dojít k poklesu klenby a vzniku podélně nebo příčně ploché nohy (www.bata.cz/poradna/zdravi/anatomie- nohy.html).

2.2.1 Kostní stavba nohy

Lidská noha je složena z 26 kostí, které se dělí do tří segmentů – tarsus, metatarsus a články prstů. Tarsus je sestaven ze sedmi silných kostí, které hrají klíčovou roli při přenosu zatížení. Metatarsus je složen z pěti metatarzálních kostí a celkem je čtrnáct článků prstů (viz obrázek 8) (Dungl, 1989).

Obrázek 8 – Stavba nohy



Zdroj: https://is.muni.cz/el/1451/jaro2014/bk2053/um/lidska_noha/pages/stavba-nohy.html

„*Ossa pedis*, kosti nohy zahrnují: *ossa tarsi*, **kosti zánártní** – sedm kostí nepravidelného tvaru; *ossa metatarsi*, **kosti nártní** – pět kostí typu dlouhé kosti; *ossa digitorum (pedis)* čili **phalanges**, **články prstů (nohy)** dva pro palec, po třech pro ostatní prsty nohy; *ossa sesamoidea*, **sesamské kůstky** – drobné kůstky uložené ve šlachách; v lidské noze jsou zpravidla dvě“ (Čihák, 1987).

Kosti zánártní, nazývané také **ossa tarsi**, se skládají z celkem sedmi kostí tarzu. Těmito kostmi jsou 1. **talus**, **kost hlezenní**, která tvoří kloub s kostmi bérce; 2. **calcaneus**, **kost patní** nacházející se v patní části a propojená s talem; 3. **os naviculare**, **kost lod'kovitá** má tvar lod'kovitý a vybíhá plantárně jako hmatný hrbolek; 4. **ossa cuneiformia**, **tři kosti klínové**,

kteřé svým tvarem přispívají k příčnému oblouku nohy; a konečně 5. **os cuboideum, kost krychlová**, která má nepravidelný tvar a nachází se ve střední části zevního okraje nohy.

Kosti nártní, označované také jako **ossa metatarsi**, se skládají z pěti kostí, které jsou zkráceně označovány jako 1. až 5. metatars. Tyto kosti tvoří část skeletu nohy, známou jako metatarsus neboli nárt. Nárt odpovídá části hřbetu nohy a distální části chodidla směřující k prstům. Vzhledem, vývojem a osifikací jsou podobné metakarpálním kostem v ruce. Každá z pěti metatarsálních kostí má tři hlavní části: basis, což je širší proximální úsek, který má na každé z kostí proximálně rovnou plošku pro skloubení s příslušnou kostí tarsu; corpus, který je protáhlý a štíhlý; a caput, což je hlavičce, nasedající na distální konec kosti.

Kosti prstů (ossa digitorum) tvoří články prstů, které jsou uspořádány obdobně jako na ruce, avšak těla článků jsou kratší, zejména ty střední. Články jsou dva na palci a po třech jsou na ostatních prstech.

Sezamské kůstky (ossa sesamoidea) jsou často neúplně osifikované a obsahují různé množství chrupavčité a fibrózní tkáně. Tyto kůstky jsou uloženy v úponových šlachách svalů na spodině nohy, zejména u palcového metatarzofalangového kloubu (Čihák, 1987).

2.2.2 Klouby nohy

Noha, jakožto terminální článek celé dolní končetiny, má zcela specifickou funkci v pohybu a je nezbytné, aby plnila statické i dynamické úkoly. Aby tuto roli mohla úspěšně zastávat, je podstatné, aby byla dostatečně flexibilní a zároveň stabilní a aby mohla působit jako pevná páka při odrazu na konci krokové fáze. Tato flexibilita je dosažena specifickým uspořádáním kostí, vazů a svalů v noze a lýtku. Klíčovým prvkem jsou obloukovité tvary nožní klenby a pohyblivost jednotlivých kostí vůči sobě. Tyto mikroskopické pohyby v kloubech tlumí nárazy během pohybu, což přispívá k efektivní lokomoci (Dylevský, 2009).

Kosti nohy jsou spojeny velkým počtem kloubů. Většina z těchto kloubů má jen malý rozsah pohybu. Pohyby v jednotlivých kloubech se však sdružují a vytvářejí komplexní pohyb, zajišťují pružnost a správnou funkci nohy.

V Čihákově Anatomii (1987) je popsán komplexní kloubní systém nohy. Klouby se skládají z několika vrstev skloubení, a to včetně kloubu hlezenního (také nazývaného **horní kloub zánártní** nebo articulatio talocruralis), který spojuje vidlici bérceových kostí s kostí hlezenní. Dále je zde **dolní kloub zánártní**, zahrnující articulatio subtalaris mezi talusem a kalkaneem a articulatio talocalcaneonavicularis spojující talus s os naviculare. Rozhraní mezi oběma

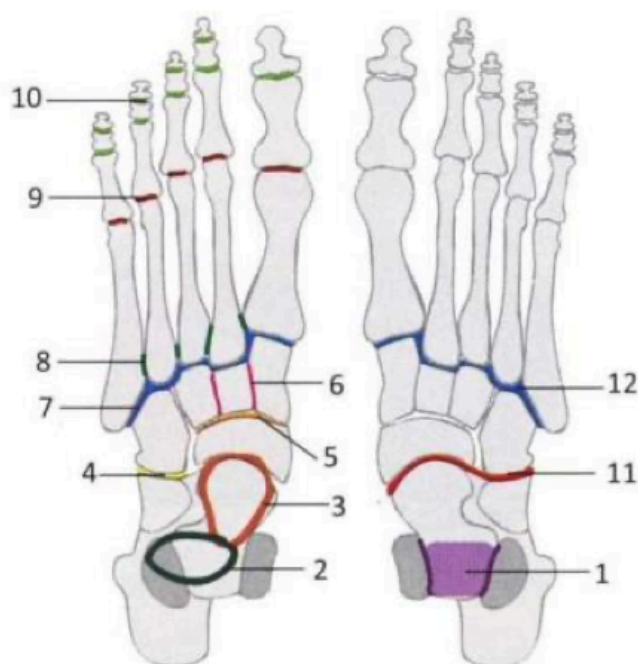
skloubeními tvoří sinus tarsi. Spojení mezi kostí patní a kostí krychlovou – articulatio calcaneocuboidea – je součástí dolního zánártního kloubu.

Spojení kloubů talokalkaneonavikulárního a kalkaneokuboidního tvoří funkční jednotku, která se nazývá **Chopartův kloub** (articulatio tarsi transversa) (obr. 3). Kloubní linie tohoto spojení tvoří štěrbina talonavikulární v tibiální části a articulatio calcaneocuboidea ve fibulární, vlnovitě prohnuté části. Kloubní pouzdro je zesíleno laterální částí a je pokryto silným vazem, který je součástí lig. plantare longum, který má důležitou funkci při udržování podélné klenby nohy.

Do kloubního systému nohy patří také kloubní spojení **kuneonavikulární** (articulatio cuneonavicularis) mezi os naviculare a ossa cuneiformia a **tarzometatarzální skloubení** (articulationes tarsometatarsales) spojující zánártní kosti s nártními kostmi. Linie v tarzometatarsálních kloubech se označuje jako **Lisfrankův kloub**. Dále jsou zde **klouby metatarzofalangeální** (articulationes metatarsophalangeae) a interdigitální (articulationes interphalangeae pedis) spojující články prstů (Čihák, 1987).

Obrázek 9 – Articulationes pedis, skloubení nohy

Schéma kloubů nohy při pohledu shora. Articulatio talocruralis (1), art. subtalaris (2), art. talocalcaneonavicularis (3), art. calcaneocuboidea (4), art. cuneonavicularis (5), art. cuneocuboidea (6), articulationes intercuneiformes (7), artt. tarsometatarsales (8), artt. intermetatarsales (9), artt. metatarsophalangeae (10), artt. interphalangeae (11), Chopartův (12) a Lisfrankův kloub (13).



Zdroj: (Hudák, Kachlík, 2017, s. 86).

V hlezenním kloubu jsou možné pohyby plantární flexe do 35–40 stupňů a dorsální flexe v rozsahu do 20 stupňů. Při flexi nohy dochází zároveň k inverzi nohy a při extenzi k everzi nohy. Každý pohyb v tomto kloubu je také provázen rotací fibuly (Dylevský, 2009).

Malé pohyby v Chopartově kloubní linii mají význam pro pružnost nohy jako celku, zatímco Lisfrankův kloub je zapojen do pérovacích pohybů nohy (Čihák, 1987).

2.2.3 Svaly a šlachy nohy

Svaly nohy se dělí do tří hlavních skupin: svalové skupiny palce, nohy a hluboké svaly nohy. Tyto svaly mají hlavní funkci v udržování klenby nohy. Jsou rozmístěny jak na hřbetu nohy (dorzální svaly), tak na plosce (plantární svaly). Plantární svaly se dále dělí do skupin, jako jsou svaly palce, střední svaly, svaly malíku a mezikostní svaly, které umožňují různé pohyby palce, včetně ohybu, natažení, přitažení a roztažení.

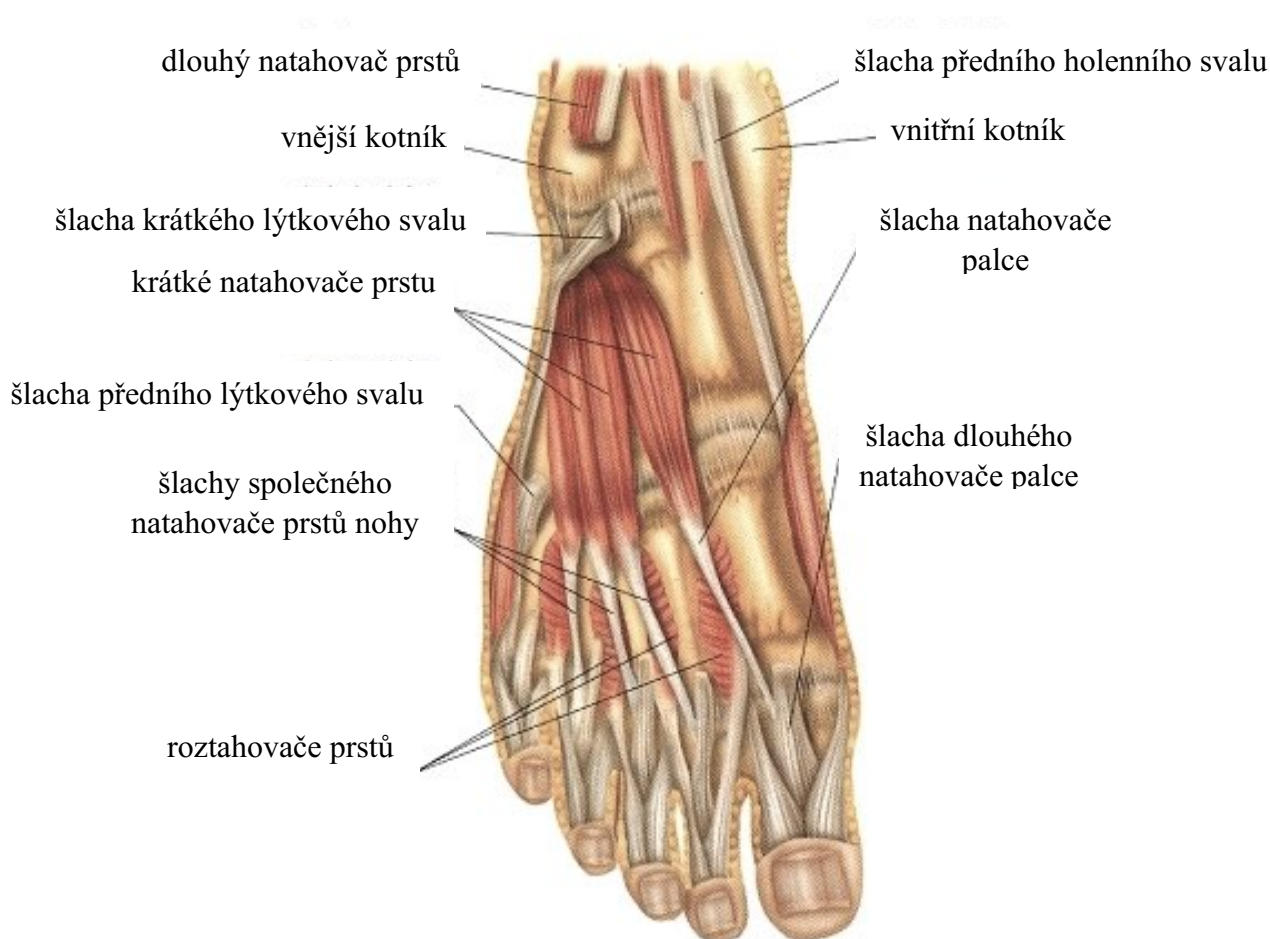
Mezi **svaly hřbetu nohy** patří **krátký natahovač palce** (m. extensor hallucis brevis), který má svůj původ na kosti patní a končí u článku palce, což umožňuje jeho natažení. Dále **krátký natahovač prstů** (m. extensor digitorum brevis), jehož původ je na kosti patní a skládá se ze čtyř částí, které probíhají pod šlachami dlouhého natahovače druhého až čtvrtého prstu. Tento sval se upíná na šlachy a články prstů, což umožňuje natažení těchto prstů. V neposlední řadě sem patří i **mezikostní svaly** (mm. interossei dorsales I.–IV.), které zaplňují prostor mezi nártními kostmi na hřbetní straně nohy.

Svaly plosky nohy se dají rozdělovat na tři skupiny: palcová, střední a malíková.

1. **Palcová skupina** obsahuje sval nazývaný **odtahovač palce** (m. abductor hallucis), který zpevňuje podélnou nožní klenbu a odtahuje palec od prstů (abdukce). **Přitahovač palce** (m. adductor hallucis), který přitahuje palec k druhému prstu, a **krátký ohýbač palce** (m. flexor hallucis brevis), který ohýbá palec a udržuje podélnou klenbu.
2. **Střední skupina** zahrnuje **krátký ohýbač prstů** (m. flexor digitorum brevis), jehož funkce významně podporuje udržení podélné klenby. **Čtyřhranný tvar plosky** (m. quadratus plantae) nám podporuje funkci dlouhého ohýbače prstů (bércový sval).
3. **Malíková skupina** zahrnuje **odtahovač malíku** (m. abductor digiti minimi), který odtahuje malík od čtvrtého prstu a **krátký ohýbač malíku** (m. flexor digiti minimi brevis), který malíkem ohýbá (Dylevský, 2009).

Šlacha se dá charakterizovat jako pevné vazivo, které je kombinované ze snopců hutných souběžných kolagenních fibril. Šlachová pouzdra jsou umístěna podél šlach a jsou vyplněna sinoviální membránou. Sdružují se především v místech, kde dlouhé šlacha probíhají osteofibrosním kanálem. Šlachová pouzdra lze nazvat také jako komplex šlach svalů. Na dolní končetině lze tato pouzdra nalézt na hřbetu nohy, za vnitřním kotníkem, za zevním kotníkem a na plantární straně prstů. Velmi podstatnou roli hraje Achillova šlacha, která je na distální části trojhlavého svalu lýtkového a další částí se připojuje na kost patní (Čihák, 2016). Čihák ve svém díle uvádí, že Achillova šlacha je nejpevnější šlachou v lidském těle, její pružnost je však ovlivněna řádným prokrvením. Hlavním cílem této šlacha je odpichový úder ze svalu na chodidlo. V případě přetížení může dojít k natržení, přetržení nebo funkčním poruchám.

Obrázek 10 – Svaly a šlacha nohy



Zdroj: https://www.volejbaljicin.cz/clanky/metodika_noha_zakladni_nosna_jednotka_lidskeho_tela.html

2.2.4 Cévy a nervy nohy

Cévy nohy jsou důležitou součástí lidského těla, které zajišťují transport krve a živin do tkání a odstraňují odpadní látky zpět do krevního oběhu. Tento proces je klíčový pro udržení správné funkce a zdraví nohou.

Cévy jsou součástí kardiovaskulárního systému a tvoří rozsáhlou síť, která zajišťuje cirkulaci krve v těle. Noha obsahuje složitou síť cév, která zahrnuje tepny, žíly a kapiláry. Tyto cévy se v noze nacházejí v různých vrstvách tkání a plní klíčovou roli při dodávání kyslíku a živin do tkání nohy a zároveň odvádějí odpadní látky zpět do krevního oběhu (Kubát, 1985).

I. Tepny nohy

Tepny jsou cévy, které nesou okysličenou krev z srdce do tkání těla. V noze jsou hlavními tepnami femorální tepna a popliteální tepna (viz obrázek 11), které se nacházejí v horní části nohy a za kolenem. Tyto tepny se dále větví na menší tepny, které pokrývají celou nohu až k prstům.

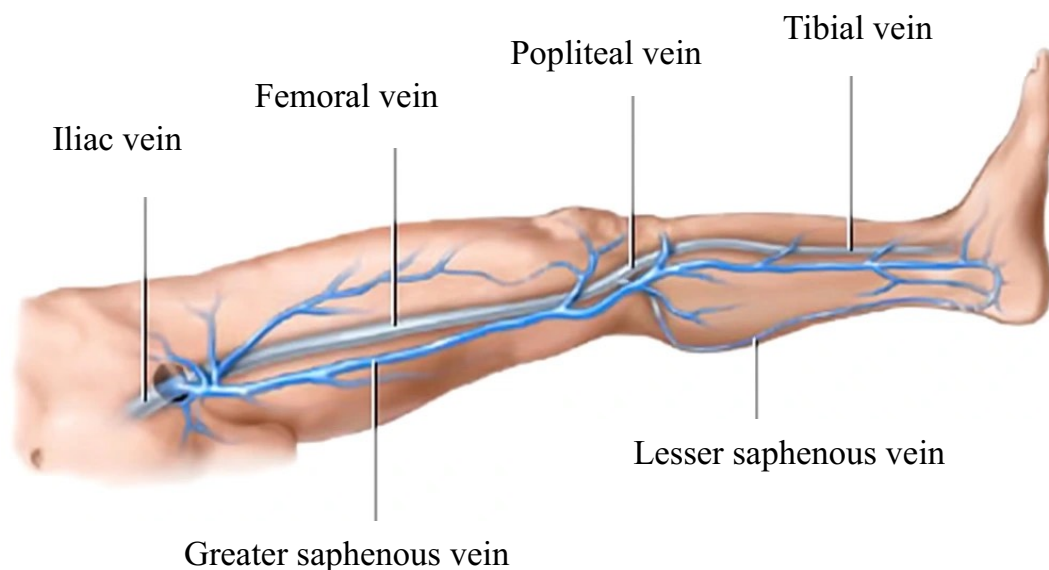
II. Žíly nohy

Žíly jsou cévy, které nesou krev zpět z tkání do srdce. V noze se nacházejí hluboké žíly, které sledují průběh hlavních tepen, a povrchové žíly, které jsou blíže k povrchu kůže. Hluboké žíly jsou obklopeny svaly, které přispívají k pumpování krve zpět do srdce.

III. Kapiláry

Kapiláry jsou nejmenší cévy, které propojují tepny a žíly. Tyto jemné cévy tvoří hustou síť v tkáních nohy a umožňují výměnu látek mezi krví a okolními buňkami. Kyslík a živiny jsou uvolňovány z krve do tkání a odpadní látky jsou odbourávány a odstraňovány z tkání zpět do krve (https://www.wikiskripta.eu/w/Cévy_doln%C3%AD_končetiny).

Obrázek 11 – Tepny nohy



Zdroj: <https://medicinaonline.co/2018/02/22/differenza-tra-vena-grande-safena-femorale-e-poplitea-dellarto-inferiore/>

Mezi hlavní funkce cév dolních končetin patří transport kyslíku a živin do tkání. Okysličená krev je dodávána srdcem a cirkuluje tepnami do nohy. Tam se kyslík a živiny uvolňují z krevního řečiště kapilárami a jsou distribuovány do buněk nohy, kde jsou využívány pro růst, obnovu tkání a metabolismus. Současně s dodáváním živin cévy také přenášejí odpadní látky z tkání nohy zpět do krevního oběhu. Tyto odpadní látky jsou pak přeneseny do jater a ledvin, kde jsou odbourávány a vylučovány z těla. Další důležitou funkcí je regulace tělesné teploty. Pokud je tělo ohříváno, rozšíří se tepny, čímž se zvýší proudění krve do kůže a umožní se odvod nadbytečného tepla z těla. V opačném případě, když je tělo vychlazováno, tepny se zužují, čímž se omezuje průtok krve a teplo zůstává v těle.

Správná funkce cév nohy je klíčová pro celkové zdraví člověka. Poruchy cév mohou vést k vážným zdravotním problémům, jako je například žilní nedostatečnost, trombóza nebo arteriální onemocnění. Nedostatečný průtok krve může způsobovat bolesti nohou, otoky, nebo dokonce vznik vředů a jiných komplikací.

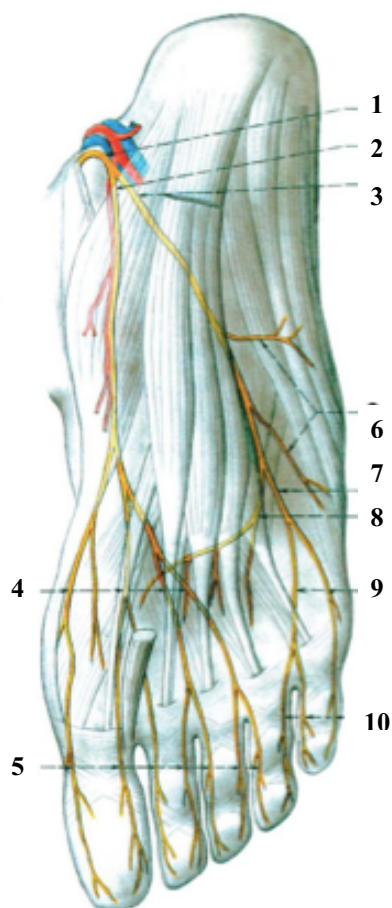
Nervy (viz obrázek 12) zajišťující inervaci dolní končetiny vycházejí z pleteně bederní a křížové. Z bederní pleteně vzniká nerv stehenní, nerv ucpavačský a zevní kožní nerv stehenní. Z křížové pleteně vzniká nerv hýžd'ový horní a dolní, zadní nerv stehenní a nerv sedací. Ten se následně dělí na společný nerv lýtkový a holenní, který se dále větví na povrchní a hluboký.

Povrchní nerv lýtkový se větví na hřbetu nohy, konkrétně na vnitřní a střední část, dále pak až na nervy prstové. Hluboký nerv lýtkový zásobuje hlubší části lýtka a nohy.

Nerv holenní vyživuje zadní část bérce a přechází do plosky nohy, kde se rozděluje na vnitřní a zevní nerv chodidlový – nervus plantaris medialis a lateralis. Tyto nervy zásobují celou oblast plosky nohy (Kubát, 1985).

Obrázek 12 – Nervy chodidla nohy

Schéma nervů nohy při pohledu shora. Horní nerv (1), přístřední chodidlový nerv (2), boční chodidlový nerv (3), společné chodidlové nervy prstů (4), vlastní chodidlové prstové nervy (5), svalové větve bočního chodidlového nervu (6), povrchová větev bočního chodidlového nervu (7), hluboká větev bočního chodidlového nervu (8), společné chodidlové nervy prstů (9), vlastní chodidlové prstové nervy (10).



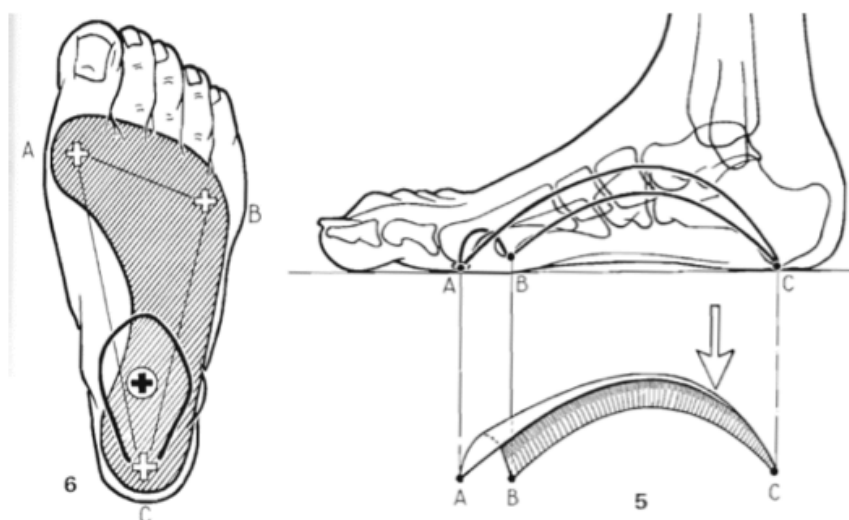
Zdroj: https://is.muni.cz/do/fsps/e-learning/zaklady_anatomie/zakl_anatomie_IV/pages/periferni_nervovy_system.html#

2.3 Nožní klenba

Termín "nožní klenba" označuje kloubní spojení mezi nártními a zánártními kostmi a články prstů, která jsou relativně málo pohyblivá. Tato spojení jsou posílena vazy, šlachami a napětím svalů nohy a bérce. Z hlediska statického zatížení je klenba strukturou, která přenáší váhu na pilířích (Vařeka a Vařeková, 2009).

Pro dosažení stability těla je nezbytné, aby bylo tělo podepřeno alespoň třemi body a jeho těžiště se nacházelo mezi těmito body. Noha se také opírá o tři opěrné body: výběžek patní kosti, hlavička I. metatarzu a hlavička V. metatarzu tvoří dohromady pomyslný trojúhelník (viz obrázek 13). Právě mezi těmito opěrnými body vznikají dva systémy kleneb – příčné a podélné. Tyto klenby chrání měkké tkáně plosky nohy a umožňují pružný došlap, čímž tlumí nárazy v noze (Dylevský, 2009).

Obrázek 13 – Tripoidní model nožní klenby



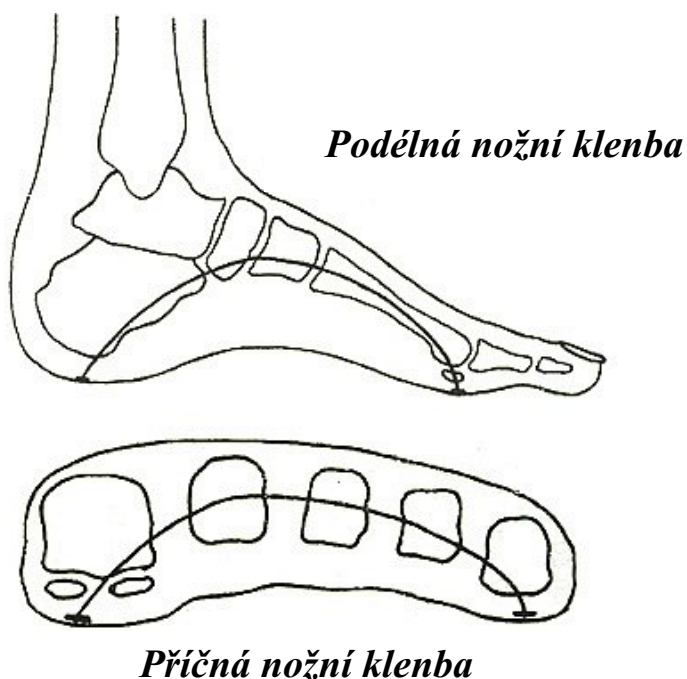
Zdroj: Kapandji (2002)

Podle Buchtelové a Vaníkové (2010) je považován tento dřívější tripoidní model za překonaný a nožní klenbu přirovnávají k elastickému luku. V tomto pojetí jsou šlachy a svaly, které udržují oblouky nohy, přirovnány k těživě napnutého luku. Tento systém umožňuje pružnost a tlumí nárazy při dopadu nohy na zem. Často je zmiňováno, že nožní klenba se skládá ze dvou oblouků – **podélného a příčného** (viz obr. č. 9). Nicméně Hudák a Kachlík (2013) uvádějí, že nožní klenba je ve skutečnosti komplexem tří oblouků, z nichž dva jsou podélné a jeden je příčný.

Příčná klenba nohy je umístěna mezi hlavičkami metatarzů I.–V. a skládá se z několika příčných oblouků. Nejzřetelnější je v oblasti tří kostí klínových a kosti krychlové. Tato klenba má relativně plochý tvar a je vyplněna měkkými tkáněmi, které přicházejí do kontaktu s podložkou. Udržování příčné klenby zajišťuje tzv. šlašitý třmen, který se skládá z předního holenního svalu, dlouhého lýtkového svalu a souboru vazů probíhajících napříč na plantární straně nohy.

Podélná klenba nohy je výrazněji formována na vnitřním okraji nohy, na rozdíl od zevního okraje, který je výrazně nižší. Vnitřní okraj podélné klenby, označovaný jako "palcový podélný paprsek", zahrnuje kosti hlezenní, loďkovitou kost, klínovité kosti, metatarzus I.–III. a články prstů 1 až 3. Vrcholem vnitřního paprsku podélné klenby je kost loďkovitá. Naopak vnější okraj, někdy nazýván "malíkový podélný paprsek", zahrnuje kost patní, krychlovou kost, metatarzy IV. a V. a články prstů 4 a 5. Oba paprsky podélné klenby jsou blízko sebe v proximální části a směrem k distální části se rozšiřují jako vějíř. Palcový paprsek je pohyblivější a výrazněji vyklenutý, zatímco vnější paprsek má nižší výšku a omezenou pohyblivost (Dylevský 2009; Vařeka a Vařeková, 2009).

Obrázek 14 – Podélná a příčná nožní klenba



Zdroj: <https://www.ireceptar.cz/zdravi/proc-maji-deti-ploche-nohy-cviky-pro-spravny-tvar-klenby.html>

Během zátěže jsou podélná a příčná klenba nohy vystaveny silám, které mají tendenci snížit výšku klenby a zploštit nohu. Pro zachování správné chůze, stání a dalších pohybových vzorců je klíčové udržení integrity podélné a příčné klenby nohy. Celkově lze říci, že udržení stability nožní klenby závisí na třech nebo čtyřech klíčových faktorech: kostech, vazivových strukturách a svalové činnosti, kterou řídí centrální nervový systém. Mezi vazivovými strukturami zaujímá zásadní místo ligamentum plantare longum. Rovněž významným prvkem je plantární aponeuróza, která má významný podíl na udržování stability klenby. Mezi svaly, které se podílejí na udržení klenby, patří například m. tibialis anterior, jehož šlašitý třmen táhne vnitřní stranu nohy nahoru. K dalším důležitým svalům náleží m. tibialis posterior, m. flexor digitorum longus, m. flexor hallucis longus, m. abduktor hallucis a m. abduktor digiti minimi (Vařeka a Vařeková, 2009; Čihák, 2016).

Nožní klenby jsou formovány skrze aktivní působení prstů a chodidla během procesu, kdy dítě začíná stát a chodit. Pokud by bylo dítě s nedostatečně vyvinutou příčnou a podélnou klenbou nohy obuto do bot s vložkami s zabraňujícími plochým nohám, existuje vysoká pravděpodobnost, že noha ztratí funkčnost a plochá noha se vyvine. To je způsobeno tím, že odezní motivace k aktivnímu formování podélné a příčné klenby (Lewitová, 2016).

Dokončení formace klenby nohy probíhá zhruba kolem třetího roku věku. Dítě v tomto období například dokáže stát na jedné dolní končetině po několik vteřin. Proces dovytváření příčné a podélné klenby pokračuje během fáze odrazu při chůzi vpřed a v pozdějším věku také při běhu (Skaličková a Kováčiková, 2017).

Snížená pružnost vazů a oslabení svalů nohy jsou faktory, které mohou vést k vývoji ploché nohy.

2.4 Deformity nohou

Pro diskuzi o deformitách je zásadní definovat „ideální“ nebo „normální“ tvar nohy, což však představuje složitý úkol. Jak naznačuje Dungl, ani značné deformity tvaru nohy nemusí nutně způsobovat obtíže, což podtrhuje důležitost funkčnosti nohy. Oproti jiným částem lidského těla je pro nohu primární její schopnost plnit funkci. Dunglova definice normální nohy zní: *„Normální noha je pružná, s plantigrádním došlapem, vykazujícím podélnou a příčnou klenbu, současně dostatečně pevná, aby si udržela tvar při zatížení, a s fyziologickým rozsahem pohybu v kloubech.“* (Dungl, 2005)

Deformity nohou, někdy označované jako ortopedické vady, představují stav, kdy je noha nebo určité její části ve změněném postavení oproti normálnímu. Mezi nejběžnější problémy týkající se nohou patří: vbočený palec, kladívkové prsty, křivé a stísněné prsty, únava nohou, otoky nohou, patní ostruha, kuří oka, ploché nohy, vysoké nohy a plantární fascitida.

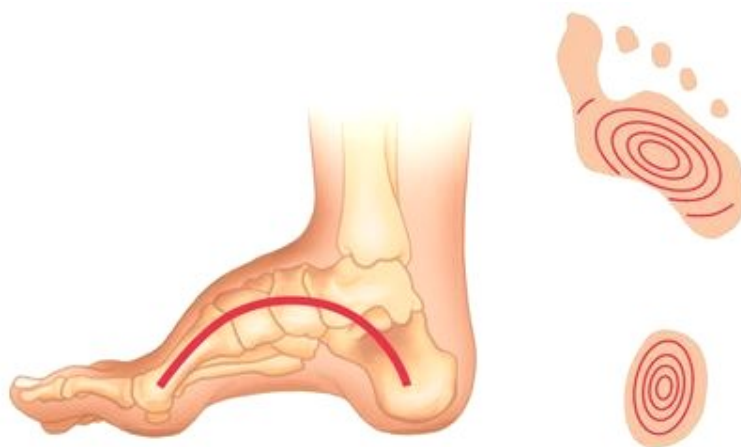
Deformity nohy lze dle doby vzniku rozdělit na vrozené a získané. U vrozených deformit dále můžeme rozlišovat mezi strukturálními a polohovými vadami, zatímco získané deformity se dělí na statické deformity a deformity, které vznikly následkem úrazu nebo onemocnění (Dungl, 2005).

Vrozené anomálie jsou především spojeny s kosterními strukturami nohy a spadají do kompetence ortopedů (např. hákovitá, koňská nebo zakřivená noha). V takovém případě je důležitá přesná diagnóza odborného lékaře a odpovídající léčba. Takovéto vrozené vady se často řeší chirurgickým zákrokem a následně speciálně upravenou obuví nebo specializovanou rehabilitací. Získané vady vznikají během života a mohou mít několik možných příčin. První z nich může být nestabilita hlezenního kloubu, která může vzniknout v důsledku častých výronů. Druhým faktorem může být porucha šlach v oblasti bérce a hlezenního kloubu. Dalším způsobem může být vzácné onemocnění kosterních struktur nebo propadnutí příčné a podélné klenby kvůli nesprávné funkci krátkých a dlouhých svalů nohy (DOLANA, Petr. *Analýza stavu nožní klenby u vybrané skupiny sportovců. Brno, 2016. Diplomová práce, Masarykova Univerzita, Fakulta sportovních studií, Katedra kineziologie*).

Zásadním faktorem při léčbě deformit je odstranění kořenové příčiny problému. I když se soustředíte například na léčbu plochých nohou, může být příčinou špatná postura, nadměrné zatěžování nohou a další faktory (<https://www.pro-nozky.cz/cs/deformity-nohou/>).

Vysoká noha (Pes excavatus) Při vyklenutí podélné nožní klenby mohou prsty získat drápovitý tvar. Nejjemnějším projevem tohoto stavu je vysoký nárt. Chodidlo s vysokou nožní klenbou ztrácí svou pružnost, tím pádem se nárt stává méně pohyblivým. Středonoží na rozdíl od normálního typu nohy není v kontaktu s povrchem, což má za následek špatné absorbování otřesů způsobených pohybem. Existuje řada příčin vysokého nártu, včetně zkrácení svalů na noze, nerovnováhy mezi metatarzofalangeálními klouby, nesymetrie svalů na plosce nohy a dlouhodobého nošení nevhodné obuvi. Této diagnóze lze i předcházet, jednaou z možností jsou ortopedické vložky do obuvi a vhodné cvičení na nožní klenbu (Riegerová a kol., 2006).

Obrázek 15 – Pes excavatus

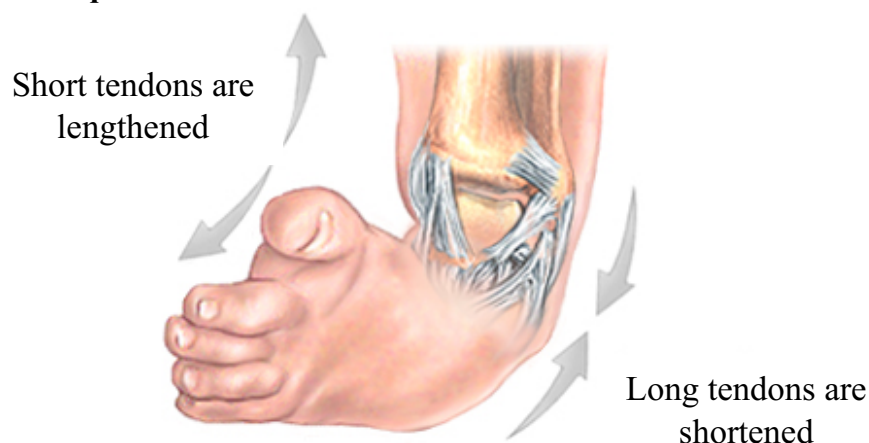


Zdroj: <https://www.thieme.de/de/gesundheit/spiraldynamik-hohlfuss-51955.htm>

Noha hákovitá (Pes calcaneovalgus) Tato deformita se nejčastěji vyskytuje u dívek, a to především v kojeneckého věku. Jedná se o deformitu, kdy je noha fixována v dorziflexi, tudíž špička směřuje vzhůru. Noha se opírá především o patu, přednoží je značně zakrnělé. Většinou se jedná o genetickou vadu. Hákovitá noha může vzniknout přetížením nebo ochabnutím Achillovy šlachy. Další z možností vzniku deformity je ochabnutí lýtkového svalstva po dětské mozkové obrně (<https://www.veleminsky.cz/uploads/nejcastejsi-onemocneni-nohou-u-deti.pdf>).

Noha koňská (Pes equinovarus) je deformita nohy ve třech rovinách. Při této vrozené deformitě se zkracuje Achillova šlacha, dochází k hypotrofii lýtky a nohy. Noha je vůči bérce v plantární flexi, patní kost se nachází ve varózním postavení a v neposlední řadě dochází k addukci a supinaci přednoží. Léčba se zde stanovuje hned po určení diagnózy. Léčba funguje na principu přikládání sádrových obvazů. Čím dříve se léčba zahájí, tím větší přinese výsledky (<https://fyzionozka.cz/pes-equinovarus-konska-noha/>).

Obrázek 16 – Pes equinovarus



Zdroj: <https://fyzionozka.cz/pes-equinovarus-konska-noha/>

Vrozený strmý talus (Talus verticalis) Jedná se o poměrně vzácnou, ale přesto závažnou vadu nohy. U vrozené ploché nohy je hlezenní kost v prodloužení podélné osy kosti holenní, což způsobuje konvexní vyklenutí chodidla. Chodidlo má tedy kolébkovitý tvar z důvodu vykloubení kosti člunkovité. Příčina této deformity není známá, velmi často se ale vyskytuje s dalšími defekty. Vrozený strmý talus může z velké části podpořit vznik ploché nohy (https://www.wikiskripta.eu/w/Nepolohové_vady_nohy).

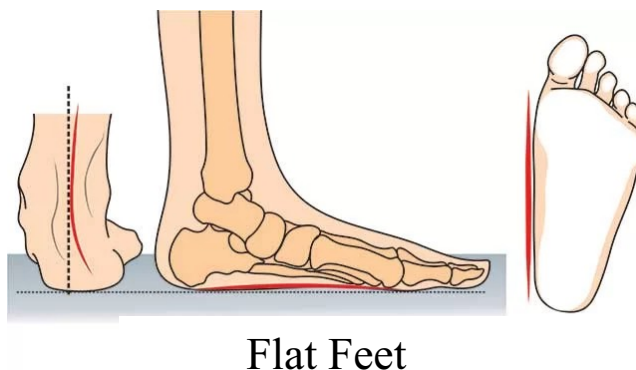
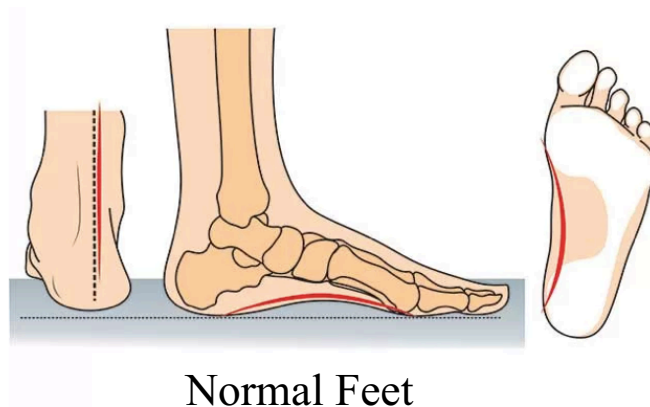
Obrázek 17 – Talus verticalis



Zdroj: <https://www.priznaky-projevy.cz/ortopedie?start=10>

Vrozená plochá noha (Pes planus congenitus) Je poměrně vzácná deformita. Jejím podkladem je srůst některých tarzálních kostí nebo strmé hlezenní kosti. Zadní část nohy je nakloněna plantárně, naopak přední strana nohy je vychýlena do valgozity. Chůze u této deformity je těžkopádná a únavná (<http://prozdravenohy.cz/?p=205>).

Obrázek 18 – Pes planus congenitus



Zdroj: <https://physio-study.com/pes-planus-flat-feet/>

Získaná plochá noha (Pes planus staticus) vzniká v průběhu života. Je způsobena svalovou ochablostí a uvolněním vazivového aparátu. Plochá noha může být způsobena již v raném dětství, často v důsledku špatného držení těla způsobeného nedostatečným pohybem a nadměrným zatížením. U dětí se často vyskytuje společně s valgozitou hlezenních a kolenních kloubů, kdežto u dospělých se problém plochých nohou objevuje kvůli dlouhodobému stání a sezení (<https://www.spiralista.com/clanky/ploche-nohy/>).

2.4.1 Faktory vzniku plochoňů

Ploché nohy se projevují výrazně zploštělou nebo zcela vymizelou nožní klenbou. Pro děti v růstovém věku je charakteristická vada dětská plochá noha. Tento stav zahrnuje valgozitu kosti patní a oploštění mediální části podélné nožní klenby. Jedná se o nejčastější deformitu u ortopedů. Diskuse o zastavení vývoje dětské nohy je v současné době rozporuplná a to má zásadní význam při diagnostice ploché nohy.

Druhy plochoňů, podle způsobu získání, můžeme dle Adamce (2005) rozdělit na vrozené a získané. Vrozená plochá noha může být důsledkem přítomnosti vrozeného strmého talu (jedná se o vzácnou vadu, kdy má noha tvar kolébky s hlubokým zářezem). Získaná plochá noha může být výsledkem několika faktorů, jako jsou chabost vaziva, svalová slabost nebo dysbalance.

Obecně je vznik plochoňů spojen s trvalým nesprávným zatížením nohou, nerovnoměrným rozložením tlaku, deformacemi, nedostatkem odpočinku, nevhodnou obuví, příliš brzkým nošením obuvi, nevhodnou stravou vedoucí ke zvýšené hmotnosti nebo podvýživě, genetikou, omezenou pohyblivostí kloubů, nedostatečným cvičením nohou, úrazy a dalšími faktory (NEDOMOVÁ, Natálie. *Plochoňů v mladším školním věku – případová studie. Brno, 2022. Diplomová práce, Masarykova Univerzita, Pedagogická fakulta, Katedra tělesné výchovy a výchovy ke zdraví*).

Dle rozsahu poškození rozlišujeme tři základní stupně plochoňů:

I. stupeň: Zde dochází k oploštění pouze při zatížení. Pokud není noha zatěžována, vrací se normální tvar klenby.

II. stupeň: Výskyt ploché nohy se objevuje i na odlehčeném chodidle, je možné plochou nohu pasivně vrátit do normálního stavu.

III stupeň: Deformita je natolik trvalá, že se nedá vyrovnat ani pasivním způsobem.

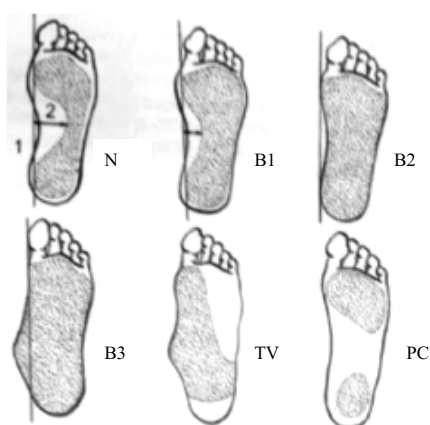
(<http://mudrnecasova.cz/plochoňů/>)

2.4.2 Hodnocení ploché nohy

K primárnímu, nikoliv však jedinému hodnocení pro určení stupně plochonoží patří tvar otisku chodidla při stožení na obou nohách. Míru plochosti rozdělujeme podle metodologie profesora Dungle na základě otisku chodidla, kdy jedinec stojí na obou dolních končetinách, do tří základních stupňů:

- I) Lehké snížení klenby.
- II) Úplné vymizení klenby v zatížení.
- III) Vyklenutí vnitřního okraje klenby.

Obrázek 19 – Klasifikace ploché nohy podle otisků, Dungle



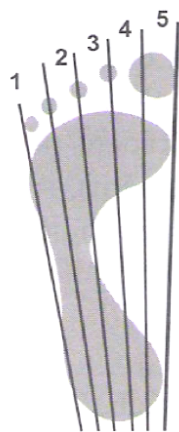
- N – normální noha
- B1 – první stupeň plochosti nohy
- B2 – druhý stupeň plochosti nohy
- B3 – třetí stupeň plochosti nohy
- TV – plochá noha při talus verticalis
- PC – pes cavus - abnormální zvýšení klenby

BC – bez cavus - αρμοσιωνυμική συλλέση κτηνράλ

Zdroj: Dungle, 1989

Další metodou pro určení plochonoží je metoda dle profesora Purgariče (1994). Pomocí šesti tečen můžeme chodidlo rozdělit do pěti segmentů (viz obrázek 20). Podle toho, jak se chodidlo v daném segmentu otisklo, určujeme stupeň plochonoží.

Obrázek 20 – Metoda podle Purgariče



- Noha vysoká
otisk chybí nebo nepřesahuje segment č.1
- Noha normálně klenutá:
zasahuje do 1. a 2. segmentu
- Plochá noha
1. stupně zasahuje až do 4. segmentu
2. stupně i do 5. segmentu
3. stupně přechází až přes mediální tečnu

Zdroj: <https://www.medfeet.cz>

2.4.3 Příčiny vzniku plochých nohou

Původ plochých nohou obvykle vzniká z různorodých faktorů. Mezi hlavní příčiny patří genetické predispozice, anatomie a vzájemné postavení vyšších tělesných segmentů, například anteverze pánve (přílišný náklon pánve vpřed s výrazným prohnutím bederní části páteře), anteverzní postavení kyčelního kloubu, vtočené postavení kosti stehenní i bérce a valgózní struktura kyčelního kloubu (krček je vůči stehenní kosti pod příliš tupým úhlem). Tyto faktory vedou k nevhodným postojovým a pohybovým vzorcům jednotlivce, což může způsobit přetěžování nohy, a tím pádem i propadání, nebo naopak nesprávné využívání nožní klenby.

Kromě genetických a anatomických predispozic patří mezi hlavní příčiny i nevhodná manipulace s dětmi v klíčové fázi motorického vývoje. Mezi tyto manipulace patří například nedostatečné polohování dítěte na břiše v kojeneckém věku, předčasné stavění kojenců na dolní končetiny, tahání za ruce do stoje u dětí, které ještě spontánně do stoje nepřejdou, předčasné obouvání, používání chodítek a dalších nepřírodných podpor stoje a chůze. V neposlední řadě sem spadá i přetěžování dětských nohou nevhodnými dlouhotrvajícími pohybovými programy.

V posledních letech se u pacientů začíná objevovat ještě jeden podstatný faktor, který je zapotřebí zmínit. Přílišná nadváha, ať už v dětském nebo dospělém věku. Určitou roli hrají také neurologické diagnózy, jako jsou myopatie nebo dětská mozková obrna.

Nicméně u dětí do tří let bývá chodidlo vyplněno výraznějším tukovým polštářkem, což může maskovat výraznost nožní klenby. Zpevnění celého chodidla probíhá až okolo jedenáctého roku života, což vysvětluje, proč jsou normy pro hodnocení plochých nohou u dětí (hlavně ve věku 4–7 let) mírnější než u dospělých. S postupujícím věkem a v důsledku procesu stárnutí dochází k degeneraci pohybového aparátu. Tyto jevy můžeme často pozorovat na velikosti chodidla, které se postupe času zvětšuje a propadá se příčně i podélná klenba. Ačkoliv tradiční představa tvrdí, že dívky a ženy mají vyšší sklon k propadu klenby a výskytu plochonoží, existují určité studie, které tuto teorii negují a svými výzkumy nezjišťují výraznější rozdíly ve výskytu plochých nohou v závislosti na pohlaví (<https://www.medfeet.cz/user/documents/upload/Ploch%C3%A1%20noha%20-%20web-21.pdf>).

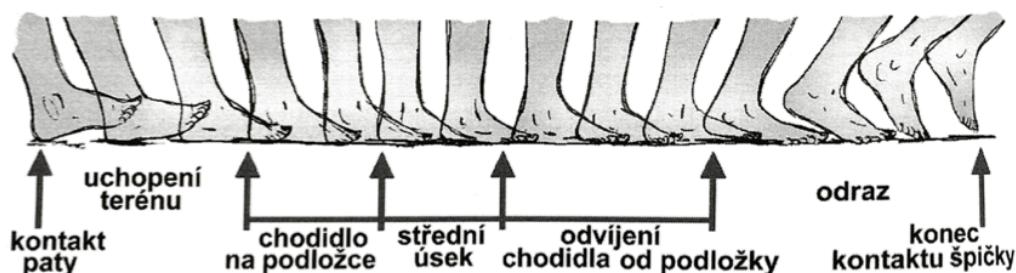
2.5 Chůze a pohyb

Lidská noha je velmi složitý komplex. Už v patnáctém století se lidským pohybem zabýval Leonardo da Vinci, který uvedl, že lidská noha je umělecko-inženýrské dílo. Funguje spíše jako nástroj, který se neustále dynamicky mění. Chůze nám umožňuje několik druhů pohybu. Pohyb vpřed je základní pohyb vycházející z dolních končetin. Ve většině případů se chodidlo přizpůsobí nerovnoměrnému či nepravidelnému povrchu. Lidská noha může být chápána jako biomechanický řetězec, přičemž každá část je na sobě závislá. Proto je pochopení biomechanických principů velmi obtížné. Nicméně správné pochopení je klíčové pro správné rozhodování o terapii či léčbě (MERUŇKOVÁ, Adéla. *Hodnocení plochonoží u sportovních tanečníků*. Praha, 2023. *Bakalářská práce, Univerzita Karlova, Pedagogická fakulta, Katedra tělesné výchovy*).

Samotná noha vykonává několik pohybů, které jsou uskutečněné ve všech rovinách. Planetární flexe je patrná v hlezenním kloubu, zde nám umožňuje ohnout špičku směrem ke kosti holenní až v rozmezí 45°. Dále se jedná o dorzální flexi, která ohýbá hřbet nohy v rozmezí 20°. Následně nám je umožněno vykonávat pohyby nohy do stran, ty nazýváme supinace a inverze, přičemž nám palec opisuje křivku nohy vzhůru a noha je po celou dobu podepřena o vnější stranu chodidla. Protikladným příkladem jsou pronace či everze, kdy palec opisuje křivku směrem dolů a noha je podepřena o vnitřní hranu chodidla (Kubát, 1985).

Kračmar ve svém díle uvádí, že chůze má tři hlavní části. První nese název zahajovací, druhá cyklická a třetí se nazývá ukončovací. Části se neustále opakují. Dále popisuje tři fáze kroku při chůzi a jejich střídavý pohyb přirovnává k pohybu kyvadla. Je to švihová fáze, kdy dolní končetina bez dotyku podložky směřuje vpřed, opěrná fáze, kdy se končetina dotýká podložky, a třetí fáze je dvojitá opora, kdy se obě dolní končetiny dotýkají podložky (Kračmar 2016).

Obrázek 21 – Průběh kontaktu plosky nohy s podložkou



Zdroj: Kračmar, 2016

V rámci chůze se mohou projevovat i důsledky ploché nohy. Z pohledu biomechaniky můžeme u jedinců s diagnostikovaným plochonožím pozorovat při chůzi následující odchylky. První pozorovanou odchylkou může být hyperpronace, zde dochází k propadu střední části nohy. Následně si můžeme všimnout prodloužené fáze dvojí opory, kdy dochází k opožděnému zdvihu paty. V poslední řadě můžeme pozorovat stáčení špiček, kdy člověk vykonává chůzi “v pluhu”. Vtáčení špiček se může projevit i asymetricky, kdy se jedna špička bude vtáčet více než druhá. V průběhu chůze, kdy je váha přenesena pouze na jednu nohu, dochází k nekontrolovatelné dorzální flexi díky setrvačným silám. Velmi přetěžován je z těchto důvodů hlezenní kloub, kde dorzální flexe probíhá. Postupem času zde můžeme vidět patrné artrotické změny. Takto postižený jedinec následně projevuje nedostatek pružného přechodu a odvalu v oblasti nártu. Fyziologická schopnost dorzální i plantární flexe je výrazně omezena, což má za následek oslabení a zkrácení svalů v bérkové i lýtkové oblasti. Jedinec není schopen vykonat klek sedmo na napnutých nártách, navíc trpí křečemi v oblasti chodidel. Dalším problémem je propad podélné klenby, který má za následek omezenou hybnost v hlavním kloubu palce, což vede k omezení správného přenosu působících sil přes strukturu podélné klenby a chodidla na včasné a dostatečně silné zpevnění a následné propnutí nártu (plantární flexe) – známého také jako Windlass mechanismus (https://www.medfeet.cz/user/documents/upload/Ploch%C3%A1%20noha%20-%20web-21.pdf?fbclid=IwAR3AxoCcJITJrR_m8sVmo-7BHobb0_EjeF7kmsaH7tipK3VGx1lh8v_R5NM).

2.6 Diagnostika stavu nožní klenby

Nohu a nožní klenbu můžeme posoudit pomocí několika různých metod. Nicméně v literatuře neexistuje jednoznačná hierarchie těchto metod a zároveň je málo zmínek o vzájemné korelaci mezi jednotlivými parametry. Klinické hodnocení lze rozdělit do několika základních kategorií: anamnestické, vizuální a palpatorní vyšetření, měření antropometrických rozměrů, analýza otisku nohy a použití přístrojové diagnostiky.

Při **klinickém vyšetření**, konkrétně při aspekčním hodnocení, se zaměřujeme na vyšetření postoje při chůzi a stání. Při stoji analyzujeme polohu patní kosti a chodidla, distribuci tlaku na ploše chodidla, přítomnost plochých nohou, uspořádání prstů, kontakt prstů s podložkou a způsob podpory prstů. Naopak při sledování chůze se věnujeme vnější nebo vnitřní rotaci nohy a identifikaci části chodidla, která je při došlapu více zatížena. Věnujeme se také celkovému postavení dolních končetin, pánve, trupu, horních končetin a hlavy. Během palpáce se soustředíme na svaly a šlachy v oblasti kotníku, Achillovu šlachu a měkké tkáně (Kolář, 2009).

Jak uvedl Razeghi spolu s Battem ve svém odborném článku, klinické vizuální vyšetření je potřeba podrobněji rozvést jako metodu posouzení. Je třeba brát v úvahu, že výsledky mohou být ovlivněny subjektivním pohledem, což může poskytnout pouze omezené a proměnlivé informace.

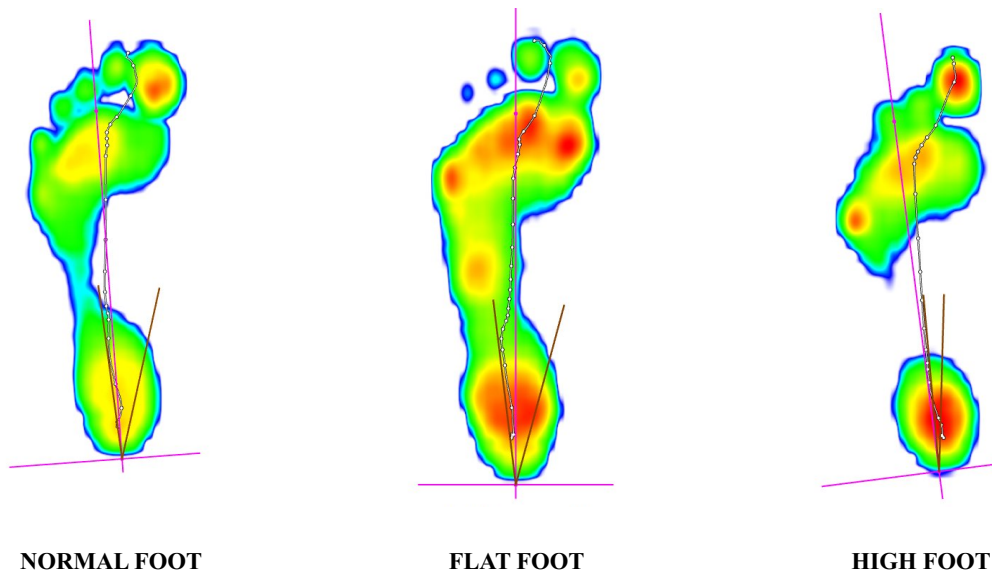
Další z metod, které najdeme v odborném článku od Razeghiho a Batta je **rentgenové měření**. Rentgenové měření je považováno za nástroj, který slouží k ověření klinických údajů. Tato metoda nám umožňuje určit výšku, úhly a indexy mediálního podélného oblouku nohy. Rentgenové snímky jsou pořizovány, když pacient stojí ve vzpřímené pozici a noha je plně zatížena.

Jako další metodu uvedli **podometrii** neboli **antropometrické měření**. Zde získáváme data o povrchových bodech nebo kostních výbězcích, které určují polohu a pozici různých struktur nohy, včetně mediální klenby. Tato metoda nám poskytuje informace o umístění jednotlivých segmentů nohy ve svislé a horizontální rovině, což nám poté umožňuje zařadit nohu do příslušného typu (Razeghi, Batt, 2002).

Poslední, ale pro tuto práci klíčovou metodou je **plantografie**. Plantografie je diagnostická metoda, která se zaměřuje na analýzu otisku chodidla, zejména jeho klenby. Pro získání plantogramu se často využívají tlakové koberce, plošiny nebo speciální vložky. Nicméně stačí i běžný papír a navlhčená noha. K vyhodnocení otisku se následně používají různé metody, z

nichž je nejznámější metoda Chipaux-Šmírák. Jiné metody vyhodnocení budou následně popsány v další kapitole (<https://www.wikiskripta.eu/w/Plantografie>).

Obrázek 22 – Rozložení tlaku pod jednotlivými typy nohou



Zdroj: vlastní

2.6.1 Anamnéza

Anamnéza se dělí na dvě odlišné sekce. První je přímá anamnéza, kdy využíváme formu rozhovoru s pacientem. Druhou je nepřímá anamnéza, kdy zdrojem informací o pacientovi jsou jiné osoby. Pro zjištění nejkvalitnější anamnézy klademe otázky tak, abychom získali co nejvíce informací. Základem je, aby otázky nebyly položeny zavádějícím způsobem.

Získání přesné anamnézy je vzhledem k různorodým možným příčinám patologických stavů nohy klíčovým prvkem při jejím vyšetření. Informace o výšce, váze a výpočet Body Mass Indexu (BMI) tvoří výchozí body. Z některých studií se můžeme dočíst, že existuje spojitost mezi vyšším BMI a výskytem patologie plantární fascie (Ozdemir, Yilmaz, Murat, Karakurt, Poyraz, Ogur, 2005; Huerta, Garcia, Matamoros, Matamoros, Martinez, 2008). Pro určení patologie a její povahy je zásadní zjištění, zda pacient pociťuje subjektivní obtíže, a pokud ano, ve kterých polohách nebo při jakých pohybech se obtíže zhoršují. Dále je podstatné zjistit, zda pacient utrpěl nějaký úraz, a to nejen v oblasti nohy nebo dolní končetiny. Důležitost klademe také na nemoci, které mohou přímo či nepřímo ovlivnit funkci nohy, jako je například diabetes mellitus, dna nebo revmatoidní artritida. Zároveň se zajímáme o výskyt

otoků a o příčiny a okolnosti, za kterých vznikají. Návyky pacienta, jako je dlouhodobé stání nebo pravidelné běhání, jsou pro nás také relevantními faktory (Gross, 2005).

2.7 Metody vyhodnocení plantogramu

Plantogramy získané pomocí měřících přístrojů lze analyzovat prostřednictvím různých metod. Tyto metody jsou nepředpojaté, rychlé a nenákladné z hlediska financí. Každá z těchto metod se liší nejen ve zpracování dat, ale také v postupech při hodnocení plantogramu. Hodnocení plantogramu může být provedeno z matematického hlediska, využitím tzv. indexů (například Chippaux–Šmirák) nebo pomocí vizuálního srovnání (například vizuální škálování).

Tyto metody hrají klíčovou roli v diagnostice a studiu postavení nohou, a to jak z estetického, tak z funkčního hlediska.

Klementa ve své knize *Somatometrie nohy* uvádí, že plantografie dokáže efektivně provést vyšetření velkého množství probandů během krátké doby a při použití jednotné metody vyhodnocování umožňuje objektivní porovnání výsledků (Klementa, 1987).

2.7.1 Chippaux–Šmirák

Jedna z nejvíce využívaných metod pro vyhodnocování plantogramu. Metoda vychází z uspořádání vnějších hran plantogramu. Zaznamenávají se šířka a úzkost otisku ve vertikálním směru od hran. Tyto naměřené hodnoty se poté dosazují do vzorce:

$$I \% = \frac{D2}{D1} \times 100$$

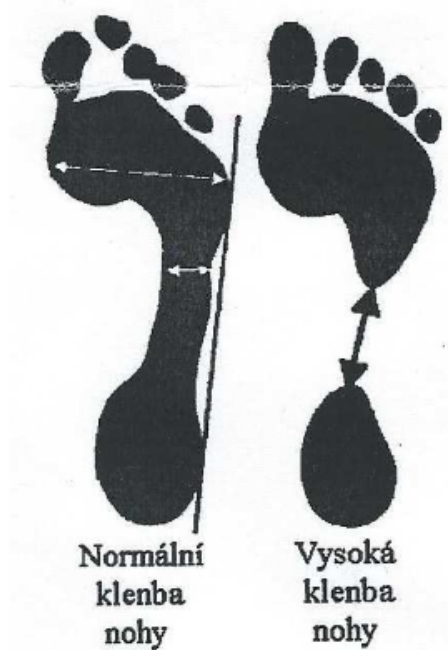
kde "D2" reprezentuje šířku otisku nohy v nejužším místě v mm a "D1" představuje šířku otisku nohy v nejširším místě v mm. Výsledný výpočet "I" je vyjádřen v procentech. Z naměřených rozdílů vzdáleností mezi okraji otisků nohy lze odvodit hodnotu indexu nohy. Tento matematický vztah je použitelný pro hodnocení nohy s normálním obloukem i pro plochou nohu. Důležitým hlediskem této metody je sledování celistvosti plantogramu, aby nedocházelo k jeho přerušení. V případě, že plantogram není neporušený, naznačuje to "vysokou" nohu. V takovém scénáři se měří vzdálenost mezi otisky v přední a zadní části plantogramu (<https://www.wikiskripta.eu/w/Plantografie>).

Tabulka 3 – Normy hodnocení dle metody Chippaux–Šmiřák

Index nohy = nejužší místo x 100 / nejširší místo		
Normy hodnocení pantogramů:		
PLOCHÁ NOHA		
Stupeň	Rozpětí indexu (%)	Slovní hodnocení
1	45,1 % - 50 %	Mírně plochá noha
2	50,1 % - 60 %	Středně plochá noha
3	60,1 % - 100 %	Silně plochá noha
NORMÁLNĚ KLENUTÁ NOHA		
Stupeň	Rozpětí indexu (%)	Slovní hodnocení
1	0,1 % - 25,0 %	Normální noha
2	25,1 % - 40,0 %	Normální noha
3	40,1 % - 45,0 %	Normální noha
VYSOKÁ NOHA		
Stupeň	Rozpětí indexu (%)	Slovní hodnocení
1	0,1 cm - 1,5 cm	Mírně vysoká noha
2	1,6 cm - 3,0 cm	Středně vysoká noha
3	3,1 cm a výše	Velmi vysoká noha

Zdroj: Klementa, 1987, Somatometrie nohy

Obrázek 23 – Metoda hodnocení klenby nohy Chippaux–Šmiřák



Zdroj: Klementa, 1987, Somatometrie nohy

2.7.2 Index klenby dle Staheliho

Pro určení Staheliho indexu je potřeba naměřit mediolaterální šířku v oblasti oblouku a mediolaterální šířku v oblasti paty, následně tyto dvě naměřené hodnoty dělíme mezi sebou. Na základě vypočítaného číselného výsledku klasifikujeme nohu jako plochou, mírně plochou nebo velmi plochou. Staheli udává, že normální rozpětí hodnot pro dospělého člověka se pohybuje mezi 0,3 a 1,0 (Staheli, 1987).

Vzorec pro výpočet arch indexu je následující:

$$\text{Arch Index} = A/B$$

Obrázek 24 – Arch Index

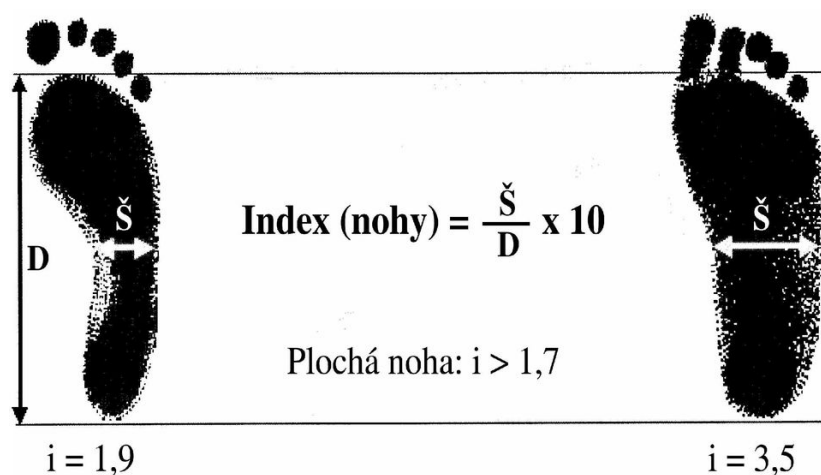


Zdroj: Staheli, 1987

2.7.3 Index nohy dle Srdečného

Srdečný ve své knize představuje další možnou metodu při vyhodnocování plantogramu. K vyhodnocení plochonoží je možné použít index (nohy). Ten se vypočítá z poměru mezi délkou otisku nohy bez otisku prstů a šířky nohy v úrovni baze V. metatarzu. Výsledné měření u šířky nohy dále vynásobíme deseti a následně celý výsledek vydělíme délkou nohy (viz obrázek 25). Pokud je hodnota indexu do 1,6, znamená to, že je noha správně klenutá. V případě hodnoty 1,7 a výš můžeme diagnostikovat plochou nohu (Srdečný, 1977).

Obrázek 25 – Metoda indexu (Srdečný)

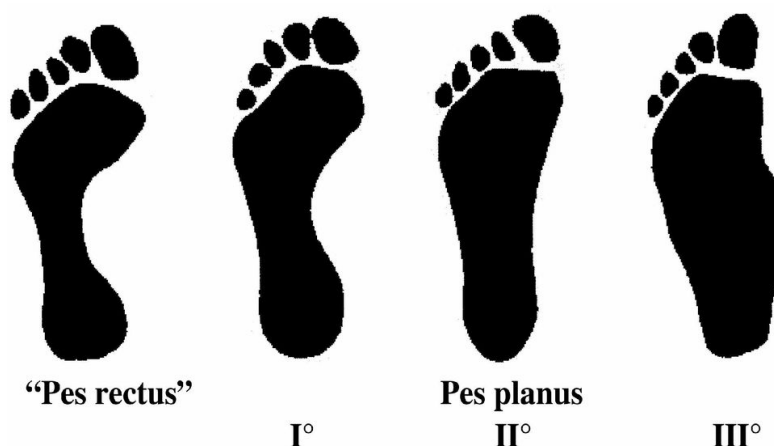


Zdroj: <https://docplayer.cz/21595657-Metody-hodnoceni-nozni-klenby.html>

2.7.4 Vizuální škálování

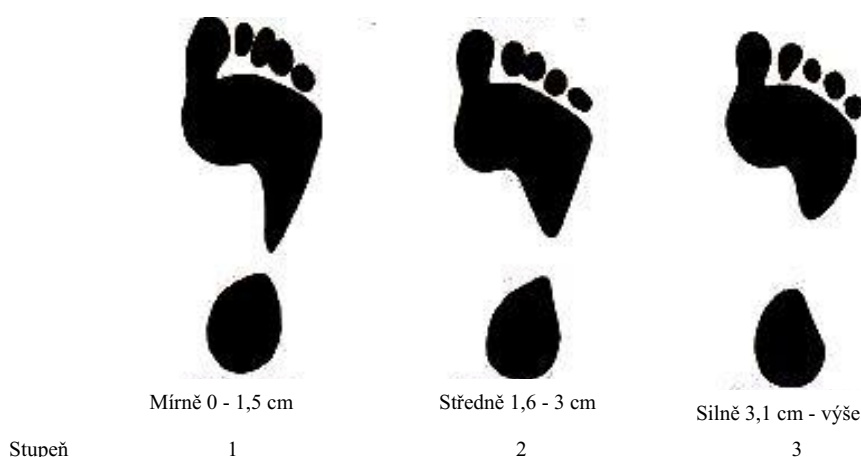
Tato metoda spočívá v porovnání tvaru otisku stopy s některou ze škál, které jsou k dispozici. Touto metodou se ve svém výzkumu zabýval Kapandji. Bohužel jeho vizuální škály nedisponují grafickým znázorněním vysoké nohy (viz obrázek 25). Na druhou stranu, Josef Klementa (1987) vytvořil vizuální škálu pro hodnocení jednotlivých stupňů ploché nohy, normálně klenuté nohy a vysoké nohy (viz obrázek 26,27,28,29).

Obrázek 26 – Vizuální škála (Kapandji, 1985)



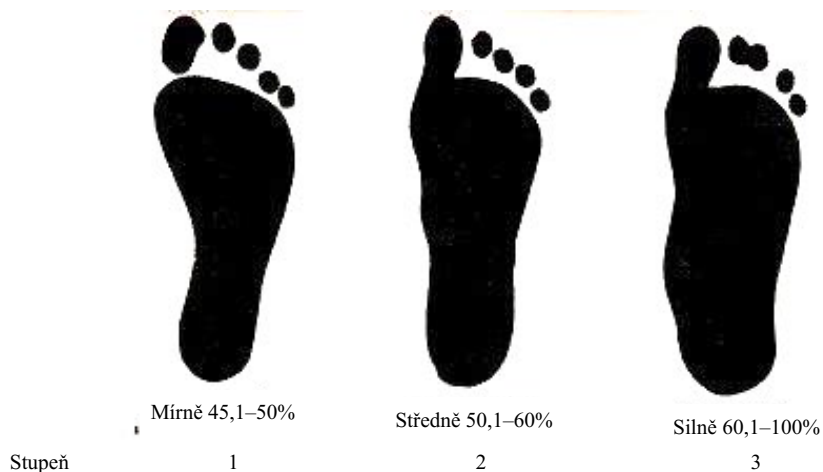
Zdroj: <https://docplayer.cz/21595657-Metody-hodnoceni-nozni-klenby.html>

Obrázek 27 – Vizuální škála Josefa Klementy – stupně vysoké nohy



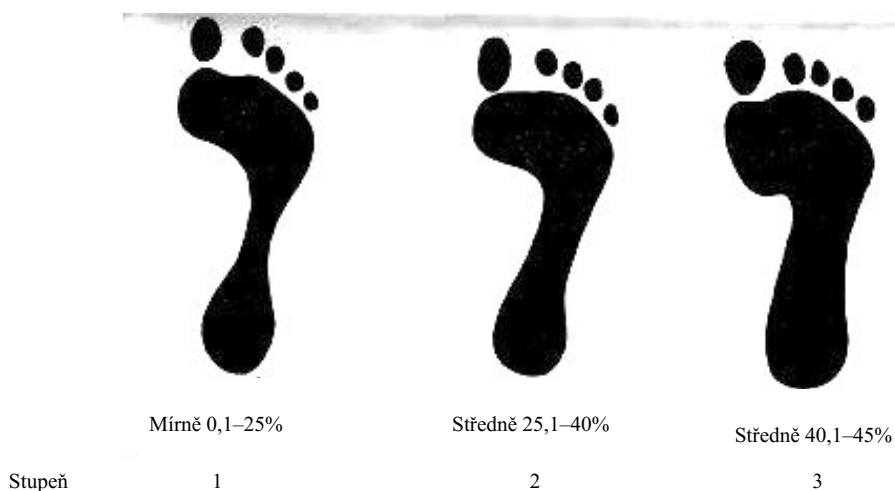
Zdroj: <https://docplayer.cz/21595657-Metody-hodnoceni-nozni-klenby.html>

Obrázek 28 – Vizuální škála Josefa Klementy – stupně ploché nohy



Zdroj: <https://docplayer.cz/45522306-Masarykova-univerzita-plantografie-u-deti-mladsiho-skolniho-veku-porovnani-plantogramu.html>

Obrázek 29 – Vizuální škála Josefa Klementy – stupně normálně klenuté nohy



Zdroj: <https://docplayer.cz/45522306-Masarykova-univerzita-plantografie-u-deti-mladsiho-skolniho-veku-porovnani-plantogramu.html>

3 Cíl a postup práce

Cílem naší práce je na základě statického a dynamického měření analyzovat stav nožní klenby u závodnic sportovního a fitness aerobiku na odlišné závodní úrovni, konkrétně u první a druhé výkonnostní třídy, ve věkové kategorii adult. Dalším cílem je tvorba návrhu intervenčního programu, který by mohl být potenciálně aplikovatelný v tréninkových jednotkách sportovního i fitness aerobiku. Dále porovnat získané výsledky u obou měřených skupin, výsledky závodnic z první a druhé výkonnostní třídy ve sportovním a fitness aerobiku a zároveň porovnat hodnoty s výsledky jiných vědeckých nebo závěrečných prací, ve kterých byla zkoumána běžně sportující populace, kdy se předpokládá, že se u většiny probandů naměří normální hodnoty nožní klenby. V neposlední řadě využijeme metodu řízeného rozhovoru s trenérkou závodního a fitness aerobiku pro podpoření získaných výsledků.

Postup v této diplomové práci je následující:

- Provést literární rešerši dostupných materiálů k mnou zvolenému tématu.
- Získat informované souhlasy respondentek.
- Provést u respondentek dotazníkové šetření zaměřené na tréninkový proces.
- Provést měření probandů na vybraných aerobikových závodech.
- Vytvoření souboru dat z naměřených hodnot u závodnic sportovního aerobiku.
- Provést statické zpracování a porovnání naměřených hodnot obou výkonnostních skupin.
- Provést porovnání námi naměřených hodnot závodnic s hodnotami běžné sportující populace.
- Výsledky vyjádřit graficky za použití standardních statistických výpočtů.
- Vytvořit intervenční program zaměřený na posílení nožní klenby, který by mohl být zařazen do tréninkového bloku ve sportovním aerobiku a fitness.
- Provést řízený rozhovor s trenérkou závodního aerobiku, výsledky interpretovat.

4 Hypotézy

H1: Závodnice první VT budou mít větší výskyt plochonoží než závodnice druhé VT.

H2: Vyšší hodnoty BMI budou mít za následek vyšší průměrnou sílu do podložky přepočtenou na kilogram tělesné hmotnosti.

H3: Závodnice sportovního a fitness aerobiku s plochým typem nožní klenby budou vykazovat vyšší průměrnou sílu do podložky přepočtenou na kilogram tělesné hmotnosti oproti závodnicím s normálním typem nožní klenby.

H4: Závodnice sportovního a fitness aerobiku budou mít ve srovnání s běžnou sportující populací větší výskyt deformit nožní klenby v podobě plochonoží.

5 Praktická část

Ve druhé části mé práce se zaměříme na studii, která byla realizována za použití vytvořeného dotazníku a vědeckého měření. Současně s měřením byl získán informovaný souhlas od účastnic měření (viz příloha 1) a také proběhlo dotazníkové šetření prostřednictvím anonymního dotazníku (viz příloha 2). V neposlední řadě byl uskutečněn rozhovor s majitelkou a trenérkou závodního klubu za účelem detailního upřesnění či objasnění dosažených výsledků (viz příloha 3).

Měření nožní klenby závodnic se uskutečnilo od září 2023 do listopadu 2023. Výzkum probíhal na vybraných závodech sportovního a fitness aerobiku, a to konkrétně v Lounech, ve dnech 7.–8. října 2023, závod byl určený pro II. VT. Dalším závodem bylo Mistrovství České republiky v Kladně, konané ve dnech 14.–15. října a určené pro I. VT. U každé závodnice bylo zaznamenáno jméno, příjmení, věk, výška, váha, velikost boty a stav nožní klenby pomocí měřicí plošiny Footscan (RSScan International, Olen Belgie).

Dohromady bylo naměřeno 90 závodnic z různých závodních klubů z celé České republiky. Z toho bylo 44 závodnic z první výkonnostní třídy a 46 z druhé výkonnostní třídy.

Jednotlivé položky v dotazníku byly vybrány s cílem rozšířit informace o délce trvání sportovní přípravy v oblasti sportovního či fitness aerobiku, o frekvenci jednotlivých tréninků, o začlenění speciálních cvičení na posílení nožní klenby do tréninkového procesu a o možnosti využití ortopedických vložek v průběhu života každé závodnice. Otázky byly formulovány jako polootevřené nebo uzavřené s využitím škály, což umožňuje snadnou kvantifikaci odpovědí. Výsledky z dotazníkového šetření jsou následně zpracovány do tabulek a grafů.

5.1 Testovaný soubor

V analýze byla zahrnuta skupina 90 závodnic z různých závodních klubů z celé České republiky. Vybrané byly dvě výkonnostní třídy, a to konkrétně první a druhá výkonnostní třída. Z toho bylo 44 závodnic z první výkonnostní třídy a 46 z druhé výkonnostní třídy. Testované byly pouze ženy starší 18 let. Průměrný věk celé skupiny (N=90) byl $19,04 \pm 1,66$ roků, průměrná výška ve skupině byla $164,82 \pm 4,95$ cm, průměrná hmotnost byla zjištěna jako $59,23 \pm 5,3$ kg. Průměrná velikost nohy podle EU číslování byla 37,33. Všechny jednotlivé osoby, které byly testovány, byly před zahájením měření seznámeny s postupem měření. Podmínkou pro zahájení měření byl informovaný souhlas (viz příloha 1), který byl v tomto konkrétním případě podepsán každou závodnicí. Tento souhlas obsahoval klíčové informace potřebné pro průběh výzkumu a účely diplomové práce.

5.2 Metoda měření

Rozložení tlaků na plošce nohy a časové parametry chůze byly analyzovány pomocí měřicí plošiny Footscan (RSScan International, Olen, Belgie) o rozměrech 578 x 418 x 12 mm.

Průběh měření

Výzkumné měření probíhalo na vybraných závodech sportovního aerobiku. První měření proběhlo na závodech v Lounech, kde se měřila druhá výkonnostní třída. Druhé měření se uskutečnilo na Mistrovství České republiky v Kladně, kde se měřily vybrané zástupkyně z první výkonnostní třídy. Měření chodidel u závodnic probíhalo vždy v prostorách závodní haly. Měřené probandky byly vždy před začátkem měření seznámeny s podmínkami výzkumu, uvedly svoje tělesné údaje, vyplnily krátký dotazník a následně byly změřeny. Data byla zaznamenávána do programu, který je určený k měřicí plošině Footscan. Pro získání dynamických parametrů chůze byly závodnice vyzvány, aby se prošly přes měřicí plochu přirozenou chůzí tak, abychom měli dostatečný čas na zaznamenání údajů. Před provedením měření jim byl předem ukázán správný způsob chůze.

Při měření byly přítomny většinou celé závodní týmy, abychom závodníky nezdržovali od sportovního výkonu a urychlili tak celý průběh výzkumu. Měření probíhalo na měřicí plošině, která ležela na pevném rovném povrchu (viz obrázek 29). Závodnice přecházely přes plošinu v ponožkách, bez obuvi (viz obrázek 30). V rámci sběru dat se provedlo měření, kde bylo nasnímáno 90 platných pokusů; u každé závodnice byl nasnímán otisk levé a pravé nohy a zároveň dynamické parametry chodidla při chůzi. Pro další zpracování pomocí příslušného softwaru byla využita průměrná data právě z těchto provedených měřených experimentů.

Jak celé měření probíhalo a přiblížení celého závodního dne ve sportovním aerobiku můžete shlédnout v krátkém videu, které bylo vytvořeno. Videozáznam naleznete po načtení QR kódu.

QR kód – Videozáznam z měření



Obrázek 30 – Měřicí plošina s probandem



Zdroj: vlastní

Obrázek 31 – Dynamická plantografie



Zdroj: vlastní

5.3 Analýza a zpracování dat

Získané údaje prošly analýzou pomocí programu Footscan Gain 9 od společnosti RSScan International, kde byla dynamická analýza chodidla rozčleněna do deseti částí. Pro identifikaci výskytu plochonoží byla využita indexová metoda. Následně bylo softwarem automaticky vyhodnoceno, o jaký typ nohy se jedná (normální, plochá, vysoká, případně mírně plochá, mírně vysoká, výrazně vysoká). V rámci této studie byly sledovány následující proměnné:

- Typ nohy;
- Průměrná maximální síla vyvinutá do podložky, značeno F_{max} ;
- Průměrná maximální síla vyvinutá do podložky přepočtená na kilogram tělesné hmotnosti jedince, značeno $F_{max\ rel}$;

Ke zpracování dat byl využit program MS Excel, pro zpracování následných dat jsme použili statistické metody: aritmetický průměr, směrodatná odchylka a korelace. Pro zobrazení byly využity tabulky (viz přílohy).

Program počítače nám poskytl časy kontaktu s podložkou pro každou nohu samostatně. Nicméně nám bylo potřeba pracovat s oběma dolními končetinami současně, takže jsme získané hodnoty pro každou nohu zprůměrovaly. Dále jsme ze systémem vyhodnocených dat získali maximální sílu působící na podložku (F_{max}) pro každou nohu zvlášť a tuto hodnotu jsme opět zprůměrovali. Pro každou nohu jsme vypočítali relativní hodnotu F_{max} pomocí vzorce $F_{max\ rel.} = F_{max} / m / 9,81$, kdy m představuje hmotnost probanda v kilogramech a 9,81 reprezentuje tíhové zrychlení zaokrouhlené na dvě desetinná místa. Tím jsme získali maximální sílu působící na podložku vzhledem k tělesné hmotnosti ($F_{max\ rel.}$). Tyto relativní hodnoty $F_{max\ rel.}$ pro pravou a levou nohu jsme opět zprůměrovali a použili je pro další analýzu.

„Korelace = vzájemný vztah dvou veličin nebo procesů. Při změně jedné veličiny se mění korelativně i druhá. Synonymem může být například slovo souvztažnost. Slovo korelace se používá často ve statistice, kde se pracuje s korelačním koeficientem.“ (Slovník, 2021)

5.4 Intervenční program

Mezi významné činitele, které mají nemalý vliv na vznik plochonoží a jež lze pozitivně ovlivnit, patří redukce tělesné hmotnosti. Výběr vhodného sportu taktéž napomůže při ovlivnění vzniku plochých nohou. Některé sporty mohou podpořit zlepšení sledovaných změn na nožní klenbě, zde je ale nutná konzultace s odborným lékařem. Nezbytně nutné je vymezení rozsahu jejich provádění a vhodné vybavení. Vždy však, ať už při cvičení nebo sportu, je důležité si uvědomit, že hlavním cílem je dosažení plné funkce nohou bez nadměrné zátěže, přičemž udržíme jejich elastickou pružnost, včetně volného pohybu prstů a plynulého odvalení. Proto je velmi často doporučována chůze naboso v nerovném terénu, na trávě, v písku apod. (<http://mudrnecasova.cz/plochonozi/>)

Plán obsahuje devět základních cviků – cviky vestoje nebo cviky vsedě. Cvičení je prováděno vždy naboso, abychom dosáhli co největšího požadovaného účinku. Po adaptaci na pohybový vzorec není nutná lehká opora či dopomoc, jelikož dojde k úplnému zapojení všech svalů dolních končetin, na začátku můžeme cvičencům poskytnout základní dopomoc. K některým cvikům jsou potřeba cvičební pomůcky, zde můžeme improvizovat. Mezi potřebné vybavení patří: těžký předmět, lehký předmět, masážní pomůcky, papír, tužka, ručník či látka a míček. V rámci tréninkového bloku doporučujeme cvičení zařadit do závěrečné části tréninku, kdy dochází ke zklidnění organismu, relaxaci a závěrečnému protažení.

Abychom dosáhli co největšího požadovaného účinku, je nutné dodržovat hlavní zásady při provádění vybraných cviků:

1. Vybereme dva až tři cviky z programu, které si cvičenec osvojí. Následně přidáváme další. Není vhodné zařadit na začátek hned všech dvanáct cvičení.
2. O vhodnosti jednotlivých ničení, jejich počtu a provádění je dobré poradit se s odborným lékařem či fyzioterapeutem.
3. Cviky na plochá chodidla doplňovat cviky pro celé dolní končetiny, které mohou mít vliv na postavení a pohyby nohou.
4. U každého cviku kontrolujeme, opravujeme a doplňujeme cvičence, aby provádění jednotlivých cviků bylo co nejpřesnější a splnilo hlavní účel.
5. Cviky poskládáme tak, aby na sebe plynule navazovaly: cviky vsedě, dále vleže a končíme s cviky vestoje a cviky s pomůckou.
6. Je nutné dodržovat pravidelnost – cviky opakovat alespoň jedenkrát denně.

7. Cvičení by se mělo provádět raději kratší dobu a častěji, důležité je nepospíchat a plně se soustředit na správnost provádění daného cviku (<http://mudrnecasova.cz/plochonoz/>).

QR kód – Intervenční program



Vybrané cviky

1. Cvičení vestoje. Úzký stoj rozkročný. Střídání postavení chodidla do výponu a na paty.
2. Cvik vestoje. Provádíme úzký stoj rozkročný. Nohy na zevní straně chodidla, palec ohýbáme tak, aby se dotýkaly podložky.
3. Cvik vestoje. Balancování na balanční podložce.
4. Cvik vestoje. Úzký stoj rozkročný, pravá noha přednožit poníž. Pomocí prstů u nohy uchopíme zatížený ručník a přitahujeme k sobě. Cílem je zatížený ručník vytáhnout.
5. Cvik vsedě i vestoje. Úzký stoj rozkročný, pravá noha přednožit poníž. Úchop drobných předmětů a manipulace s nimi. Můžeme využít pingpongové míčky, kostičky lega, víčka od pet lahví.
6. Cvik vsedě i vestoje. Úzký stoj rozkročný. Vsuneme tužku mezi palec a druhý prst chodidla, snažíme se psát, kreslit.
7. Cvik vsedě. Sed pokrčmo, mezi plosky nohou umístíme míček. Míček suneme mezi ploskami nohou. Jedna noha jde dopředu a druhá dozadu.
8. Masáž svalů nožní klenby pomocí masážních pomůcek.
9. Cvik vsedě. Sed, paty se dotýkají země. Chodidla provádíme krouživý pohyb směrem od sebe a k sobě.

6 Výsledková část

6.1 Výsledky dotazníkového šetření

6.1.1 BMI závodnic

Závodnicím byly spočítány hodnoty BMI z naměřené výšky a váhy.

Výpočet BMI (Body Mass Index): udává vztah mezi výškou a hmotností jedince.

Výpočet jsem prováděla podle vzorce:

$$BMI = \frac{m}{v^2}$$

kdy (m) udává tělesnou hmotnost v kg a (v) druhou mocninu tělesné výšky v metrech.

Závodnice byly zařazeny do kategorií dle klasifikační tabulky pro BMI (viz tabulka 4).

Závodnice s hodnotami dosahujícími méně než 18,5 spadají do kategorie podváha. Rozmezí 18,5–24,9 je kategorie norma a od 25–29,9 jsou závodnice řazeny do kategorie nadváha.

Vyšších hodnot bychom neměli dosáhnout, jelikož jsou všechny probandky závodnice na vysoké sportovní úrovni jak ve sportovním, tak i ve fitness aerobiku.

Tabulka 4 – Klasifikační tabulka pro BMI

BMI	Kategorie
méně než 18,5	podváha
18,5–24,9	norma
25,0–29,9	nadváha
30,0–34,9	obezita 1.stupně
35,0–39,9	obezita 2.stupně
40,0 a více	obezita 3.stupně

Zdroj: <https://www.rehabilitace.info/zajimavosti/vypocet-bmi-body-mass-index/>

Tabulka 5 – Hodnoty BMI všech závodnic

Kategorie	Počet závodníků VT1	Počet závodníků VT2
Podváha	2	3
Norma	40	42
Nadváha	2	1

Zdroj: vlastní

Nejvíce měřených závodnic se nacházelo dle svého BMI v kategorii norma. Přesně čtyřicet závodnic z první VT a čtyřicet dva závodnic z druhé VT. Zástupkyně byly i v kategorii podváha. Dvě závodnice z první VT a tři závodnice z druhé VT měly své BMI pod 18,5. Nejméně závodníků spadalo do kategorie nadváha. Dvě závodnice první výkonnostní třídy a pouze jedna závodnice z druhé výkonnostní třídy. Tento výsledek se dal očekávat s ohledem na výkonnostní úroveň měřených závodnic.

Tabulka 6 – Hodnoty BMI závodnic (Normální typ nohy)

Kategorie	Počet závodníků VT1	Počet závodníků VT2
Podváha	1	0
Norma	15	19
Nadváha	0	0

Zdroj: vlastní

U závodnic s normálním typem nožní klenby bylo vypočítáno největší množství normálního výsledku BMI. Patnáct závodnic z první výkonnostní třídy a devatenáct závodnic ze třídy druhé se řadí do kategorie norma. Jedna závodnice z nejvyšší výkonnostní třídy se svým BMI 17,3 spadá do kategorie podváha.

Tabulka 7 – Hodnoty BMI závodnic (Plochý typ nohy)

Kategorie	Počet závodníků VT1	Počet závodníků VT2
Podváha	1	3
Norma	22	21
Nadváha	2	1

Zdroj: vlastní

Závodnice s deformitou nohy ve formě plochonoží mají zástupce ve všech kategoriích pro výpočet BMI. Jedna závodnice z první a tři z druhé výkonnostní třídy patří díky svým výsledkům z měření do kategorie podváha. Dvacet dva děvčat první výkonnostní třídy je v normě, stejně jako dvacet jedna děvčat z druhé výkonnostní třídy. Jedna závodnice ve druhé VT a dvě v první VT patří díky výsledkům do kategorie nadváha. U deformity nohy v podobě plochonoží máme i jednu zástupkyni v první VT a tři zástupce z VT druhé.

Tabulka 8 – Hodnoty BMI závodnic (Vysoký typ nohy)

Kategorie	Počet závodníků VT1	Počet závodníků VT2
Podváha	0	0
Norma	3	2
Nadváha	0	0

Zdroj: vlastní

Závodnice s vysokou nožní klenbou měly zastoupení pouze v kategorii norma. Konkrétně tři závodnice z první a dvě ze druhé VT, všechny měly normální naměřené BMI.

Hodnocení tělesného stavu pouze na základě BMI může jednotlivě vést k nepřesné diagnostice, jelikož nedokáže přesně rozlišit podíl tuku a tukové hmoty. V praxi to znamená, že vyšší hodnota BMI u jednotlivců věnujících se silovým sportům nemusí značit nadváhu, nýbrž spíše zvýšenou svalovou hmotu, která je hmotnější než tuk. Zjištění procenta tělesného tuku tak má větší informativní hodnotu než pouhý výpočet BMI a umožňuje přesněji posoudit zdravotní rizika spojená se zvýšením tukové tkáně (Svačinová, 2005).

V námi provedeném výzkumu jsme zjistili, že 82 měřených probandek díky svým výsledkům patří do kategorie norma. V procentuálním zastoupení se tedy bavíme o 91% ze 100%, jejichž výsledky byly v normě, to se dá, vzhledem k vrcholovému sportu, považovat za úspěch.

6.1.2 Doba působení ve sportovním a fitness aerobiku

Tabulka 9 – Doba působení ve sportovním a fitness aerobiku

Počet aktivních let	Počet závodníků VT1	Počet závodníků VT2
Méně než 7 let	0	0
7 let	0	2
8 let	6	3
9 let	8	9
10 let	14	15
11 let	5	9
12 let	1	5
13 let	3	2
14 let	0	2
15 let	4	0
Více než 15 let	2	1

Zdroj: vlastní

Jednou z dotazníkových otázek bylo působení ve sportovním a fitness aerobiku, které bylo vyjádřeno počtem let aktivní činnosti. Z dotazníkového šetření bylo zjištěno, že se závodnice nejvyšší výkonnostní třídy věnují sportovnímu nebo fitness aerobiku průměrně 11,3 let. Konkrétně 6 závodnic působí v aerobiku osm let, 8 závodnic devět let, největší zastoupení má deset let působnosti, a to u 14 závodnic. Jedenáct let se věnuje aerobiku 5 závodnic, dvanáct let pouze 1 závodnice, třináct let závodí 3 závodnice, patnáct let 4 závodnice a přes patnáct let se aerobiku věnují pouze 2 závodnice, výsledek je dán i věkem závodnic. Oproti tomu průměrná závodnice ve druhé výkonnostní třídě je aktivní v daném sportu přes 10,4 let. Konkrétní čísla ukazují, že 2 závodnice působí ve sportovním či fitness aerobiku sedm let, 3 závodnice osm let, 9 závodnic devět let, největší zastoupení má opět deset let působnosti, a to díky patnácti závodnicím. Jedenáct let se věnuje aerobiku 9 závodnic, dvanáct let 5 závodnic, třináct i čtrnáct let pouze 2 závodnice a přes patnáct let se soutěžnímu aerobiku věnuje pouze 1 závodnice. Logicky můžeme tedy usoudit, že postup závodníka do nejvyšší výkonnostní třídy trvá v horizontu několika let. Výsledky jsou ovlivněny vybranými účastnicemi, neboť všechny byly starší osmnácti let, což vede k celkově vyšším výsledkům.

6.1.3 Počet tréninkových bloků za týden

Tabulka 10 – Počet tréninkových bloků za týden

Počet tréninkových bloků / týden	Počet závodníků VT1	Počet závodníků VT2
1–2	0	7
3–4	37	39
5–6	7	0
Více než 6	0	0

Zdroj: vlastní

Z dotazníkového šetření bylo zjištěno, že převážná většina závodnic trénuje v rozmezí tří až čtyř tréninkových jednotek v rámci jednoho týdne. V konkrétních číslech se jedná o 37 závodnic z první výkonnostní třídy a o 39 závodnic z druhé výkonnostní třídy. Pouze 7 závodnic z první výkonnostní třídy trénuje pětkrát do týdne. Naopak ve druhé VT trénuje sedm závodnic pouze dvakrát do týdne. Závodnice na nejvyšší úrovni jsou motivované velkou konkurencí, která ve sportu je. Počet tréninkových jednotek není přímo závislý na závodnicích, určuje ho hlavní trenér. Průměrná délka jednoho tréninkového bloku se pohybuje od 1,5 až po 2 hodiny. Průměrným časem tréninkového bloku jsem se zabývala v bakalářské práci. Výsledek je opět ovlivnitelný výběrem závodního klubu a potřebami hlavního trenéra.

6.1.4 Velikost obuvi

Tabulka 11 – Velikost obuvi

Velikost obuvi	Počet závodníků VT1	Počet závodníků VT2
36	5	5
37	10	19
38	14	14
39	12	7
40	3	0
41	0	1

Zdroj: vlastní

Z naměřených hodnot můžeme vypočítat, že nejvíce závodnic z první i druhé výkonnostní třídy má nohu o velikosti 37. Z tabulky hodnot lze vyčíst, že velikost obuvi 36 má v první VT pět závodnic a ve druhé VT taktéž. Velikost 37 má zastoupení deseti závodnic z první VT a devatenáct závodnic z druhé VT. Velikost 38 má také velké zastoupení, čtrnáct závodnic z první a čtrnáct závodnic z druhé výkonnostní třídy. Velikost obuvi 39 má dvanáct probandek z první výkonnostní třídy a sedm z druhé. Malý počet závodnic má nohu o velikosti 40, pouze tři závodnice z nejvyšší výkonnostní třídy. Jedna závodnice z druhé VT měla velikost nohy 41. V průměrných hodnotách je výsledek následující, u první výkonnostní třídy činí průměrná hodnota 37,6 cm. U druhé výkonnostní třídy je průměrná hodnota 37,4 cm. Velikost obuvi se stanovuje podle evropského číslování.

6.1.5 Cviky na posílení nožní klenby

Tabulka 12 – Cviky na posílení nožní klenby

Typ deformity nohy	Počet závodníků VT1	Počet závodníků VT2
Normální	3	5
Plochá	10	4
Vysoká	1	0

Zdroj: vlastní

U výsledků této výzkumné otázky můžeme vidět markantní nedostatky v cvičebních plánech závodnic. Cviky na posílení nožní klenby zahrnuje do svého tréninkového plánu pouze 23

závodnic z devadesáti měřených. To znamená, že pouze 25 % měřených dívek předchází vzniku deformit na nožní klenbě a posiluje nožní klenbu pro její udržení v normálním stavu. Větší počet závodnic, které zahrnují speciální cviky na plochonoží, byl z první výkonnostní třídy. Největší kladný výskyt byl v sekci ploché nohy, kde aktivně posiluje nožní klenbu deset závodnic. Zde předpokládáme, že speciální cviky byly doporučeny lékařem na základě anamnézy ze sportovní prohlídky. Tři závodnice s normálním typem nožní klenby zahrnují speciální cviky do tréninkového procesu a pouze jedna závodnice s vysokou nožní klenbou. Horších výsledků dosáhly závodnice z druhé výkonnostní třídy. Preventivně cvičí pět závodnic s normálním typem nohy a čtyři závodnice s plochou nožní klenbou.

6.1.6 Cvičení na boso

Tabulka 13 – Cvičení na boso

Typ deformity nohy	Počet závodníků VT1	Počet závodníků VT2
Normální	8	7
Plochá	12	4
Vysoká	1	0

Zdroj: vlastní

U cvičení v obuvi se zatěžují klouby pod jiným než přirozeným úhlem. Dle výzkumných studií zvyšuje obuv průměrnou zátěž na přední část kolena oproti chůzi na boso až o 12 %. Dá se říct, že obuv mění styl našeho pohybu, ale také to, jak chodíme a stojíme. Proto je dobré zahrnovat do cvičení i variantu bez bot. Ve výzkumu se prokázalo, že cviky na boso vkládá do svého tréninkového plánu celkem 32 závodnic z 90 měřených. Mluvíme tedy o 35 % úspěšnosti. Přesněji v číslech, osm závodnic z první a sedm závodnic z druhé výkonnostní třídy s normálním typem nohy zahrnují cvičení na boso do tréninkového cyklu. Nejvíce závodnic, které občas trénují na boso, je ze sekce plochá noha. Dvanáct závodnic z první VT a čtyři závodnice z druhé VT. Pouze jedna závodnice s vysokým profilem nožní klenby cvičí na boso a je z první výkonnostní třídy. Tréninkový plán by měl mít na starosti trenér, který by měl správně zvolit a následně poskládat vhodná cvičení pro celkový rozvoj sportovců.

6.1.7 Ortopedické vložky

Tabulka 14 – Ortopedické vložky

Typ deformity nohy	Počet závodníků VT1	Počet závodníků VT2
Normální	3	3
Plochá	8	3
Vysoká	1	0

Zdroj: vlastní

Poslední dotazníková otázka byla zaměřena na využití ortopedických vložek při běžném či specifickém nošení. Ortopedické vložky slouží jako podpora podélné a příčné klenby a napomáhají vyrovnávat chodidlo do správného postavení. Ortopedické vložky se dají různě modifikovat, tudíž je možnost jejich využití i do sportovní obuvi. 20 % ze všech měřených závodnic tuto sportovní pomůcku aktivně využívá. Nejvíce se jednalo opět o probandy s typem deformity plochá noha. Osm závodnic z první výkonnostní třídy a tři závodnice ze druhé. Zde se dá opět předpokládat, že speciální ortopedické vložky doporučil sportovní lékař na základě měření ze sportovní prohlídky. S normálním profilem nožní klenby nosí ortopedické vložky šest probandek, tři z první a tři ze druhé VT. Pouze jedna závodnice z první výkonnostní třídy, která má vysokou nožní klenbu, nosí speciální vložky do bot.

6.2 Výsledky měření

Ve výsledkové části jsou vyhodnocena výsledná data, která byla získána pomocí přístroje Footscan. Nasbíraná data z dotazníků a informovaných souhlasů byla přepsána a uspořádána do programu Microsoft Excel. Na základě provedených měření byly účastnice studie klasifikovány do tří hlavních kategorií podle typu deformity nohy – plochá, normální, vysoká (viz tabulka 15).

Tabulka 15 - Sledovaný soubor

Sledovaný soubor												
	VT	Počet závodníků	Hmotnost	Výška [cm]	Věk [roky]	BMI	Velikost nohy EU	Působení ve sportu [roky]	Počet tréninků/týden	Cviky na posílení nož.klenby	Cvičení na bosu	Ortopedické vložky
Normal	1	16	ø 57,31	ø 163,87	ø 19	ø 21,3	ø 38,06	ø 10,37	ø 3,87	3	8	3
	2	19	ø 59	ø 166,05	ø 18,63	ø 21,4	ø 37,63	ø 9,42	ø 3	5	7	3
Flat	1	25	ø 59,88	ø 163,68	ø 19,32	ø 22,3	ø 38	ø 10,72	ø 3,64	10	12	8
	2	25	ø 60	ø 165,84	ø 19,04	ø 21,8	ø 37,6	ø 11,4	ø 2,92	4	4	3
High	1	3	ø 57,33	ø 161,33	ø 19,33	ø 22	ø 37	ø 12	ø 4,33	1	1	1
	2	2	ø 62	ø 167,5	ø 19,5	ø 22,1	ø 37	ø 10,5	ø 3	0	0	0

Zdroj: vlastní

První skupinu tvořily probandky s normálním typem nohy (NF; n=35), druhou skupinou byly probandky s nohou plochou (FF; n=50) a poslední skupina byla tvořena ze závodnic s vysokým profilem nohy (HF; n=5). Kdybychom to vyjádřili v procentech, dojdeme ke zjištění, že z celkového sledovaného souboru závodnic mělo normální nohu 38,9 % probandek, plochou nohu 55,6 % probandek a vysoký typ nohy mělo pouze 5,6 % měřených závodnic, nerozlišeno na první a druhou výkonnostní třídu. Na obrázku (viz obrázek 32) jsou viditelné patrné rozdíly v rozložení tlaku pod jednotlivými typy nohou. Současně byly probandky rozděleny do dvou skupin, dle výkonnostních tříd, kdy z první VT bylo 44 probandek a druhou VT tvořilo 46 probandek.

U první výkonnostní třídy byly naměřeny následující hodnoty. Normální typ nohy se vyskytuje u 17,8 % závodnic, plochá noha se objevuje u 27,8 % měřených probandek a vysoká noha se objevila u 3,3 % závodnic. U závodnic s normálním typem nohy je průměrná výška $163,8 \pm 4,4$ cm, průměrná hmotnost byla zjištěna jako $57,3 \pm 5,2$ kg a velikost boty dle evropského číslování byla zjištěna jako $38,06 \pm 1,06$ cm.

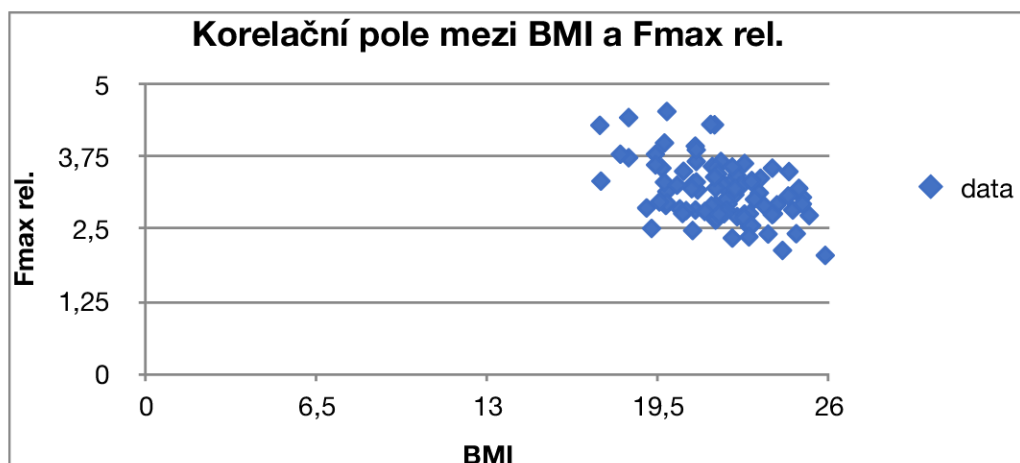
Ze získaných hodnot bylo vypočteno i BMI, které dosahovalo v první výkonnostní třídě u děvčat s normálním typem nohy průměrných hodnot $21,3 \pm 1,8$. Ve druhé výkonnostní třídě se výsledky nepatrně lišily. Naměřili jsme zde 21,1% závodnic s normálním typem nohy, 27,8 % závodnic s plochou nohou a 2,2 % závodnic mělo nohu vysokou. Průměrná výška závodnic s normálním typem nohy zde dosahovala $166 \pm 5,8$ cm, průměrná hmotnost byla 59 ± 5 kg a velikost obuvi podle evropského číslování byla stanovena jako $37,63 \pm 1,25$ cm. Hodnoty BMI byly průměrně vypočítány na $21,4 \pm 1,6$. V našem měření se nejčastěji vyskytovala noha plochá, a to u 50 závodnic z 90 měřených, což představuje 55,6 % v procentuálním vyjádření. Konkrétně bylo 25 závodnic z první výkonnostní třídy a 25 závodnic ze třídy druhé. U závodnic první výkonnostní třídy s plochým typem nohy je průměrná výška $163,3 \pm 4,1$ cm, průměrná hmotnost byla zjištěna jako $59,8 \pm 5$ kg a velikost boty dle evropského číslování je velikost $38 \pm 1,15$ cm. Průměrná hodnota BMI je $22,3 \pm 1,6$. Hodnoty u druhé výkonnostní třídy s plochým typem nohy zní následovně. Průměrná výška je $165,8 \pm 5,2$ cm, hmotnost $60 \pm 6,1$ kg a velikost boty $37,6 \pm 0,86$ cm. Průměrná hodnota BMI je $21,8 \pm 2,2$. Vysoká noha se ve výsledcích vyskytuje nejméně často. Konkrétně u 5 probandek. V první výkonnostní třídě mají závodnice s vysokým profilem nohy průměrnou výšku $161,3 \pm 3,2$ cm, váží průměrně $57,3 \pm 2$ kg a jejich boty jsou velikosti 37 ± 1 cm. Hodnoty BMI ani v této kategorii nejsou neobvyklé, průměrná hodnota je $22 \pm 1,5$. Naopak ve druhé výkonnostní třídě je průměrná výška stanovena na $167,5 \pm 3,5$ cm, hmotnost činí $62 \pm 1,4$ kg a průměrná velikost nohy je opět 37 a průměrná hodnota BMI $22,1 \pm 0,4$ (viz příloha 4,5,6).

V další sekci výsledkové části jsme se zaměřili na hodnoty maximální síly vyvinuté na podložku, které byly přepočteny na kilogram tělesné hmotnosti, značíme F_{max} rel. U první výkonnostní třídy s normálním typem nožní klenby nám po sečtení a vytvoření průměrné hodnoty obou dvou výsledků z pravé a levé nohy vyšly hodnoty $3,12 \pm 0,52$ N. U závodnic s výskytem plochonoží máme hodnotu $3,21 \pm 0,57$ N. Závodnice s vysokou nožní klenbou dosahovaly hodnot $2,73 \pm 0,47$ N. Druhá výkonnostní třída s normálním typem nohy dosáhla výsledku $3,13 \pm 0,33$ N. Závodnice s výskytem plochonoží dosáhly vyšších hodnot, a to $3,18 \pm 0,58$ N a závodnice s vysokou nohou mají výsledek v hodnotě $2,98 \pm 0,31$ N (viz příloha

7,8).

Po vypočítání $F_{\max \text{ rel.}}$ jsme se zaměřili na vztah maximální vyvinuté síly do podložky a BMI závodnic. U závodnic první výkonnostní třídy nejvyšších hodnot BMI dosahovaly dívky s plochým typem nohy, BMI dosahovalo hodnot 22,3. Dívky měly zároveň i nejvyšší průměrnou sílu vloženou do podložky přepočtena na kilogram tělesné hmotnosti. Průměrná hodnota levé nohy 3,17 N a pravé 3,16 N. Ve druhé výkonnostní třídě měly nejvyšší hodnoty BMI závodnice s vysokým typem nožní klenby, BMI 22,1. Nejvyšší průměrnou sílu vloženou do podložky přepočtenou na kilogram tělesné hmotnosti měly závodnice s plochým typem nohy s hodnotu levé nohy 3,18 N a pravé 3,19 N.

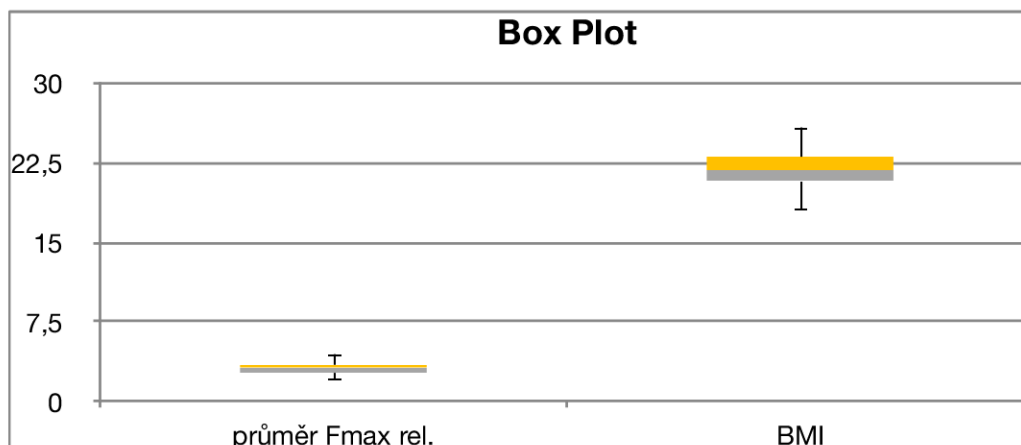
Graf 1 – Korelační pole mezi BMI a $F_{\max \text{ rel.}}$



Zdroj: vlastní

Bodový korelační graf pro znázornění závislosti mezi dvěma měřenými hodnotami, v našem případě mezi $F_{\max \text{ rel.}}$ a BMI, nám ukazuje následující hodnoty. Nejvíce závodnic mělo BMI mezi 19,5–26. Maximální síla vložená do podložky, přepočtena na kilogram tělesné hmotnosti byla v hodnotách 2,5–3,75 N. Jelikož je rozptyl jednotlivých měřených hodnot poměrně malý, můžeme usoudit, že stupeň korelace je vysoký. Sledované veličiny se mohou navzájem ovlivňovat.

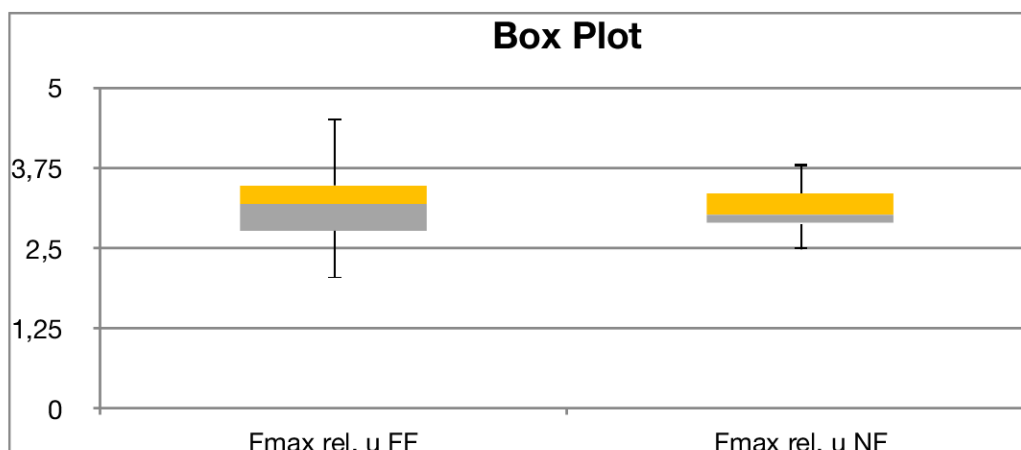
Graf 2 – Průměr Fmax rel. a BMI



Zdroj: vlastní

Krabicový graf č.2 neboli box plot umožňuje rychlé a snadné porovnání vlastností několika souborů dat. V následujícím grafu jsou zobrazeny box ploty průměrné maximální síly Fmax rel. a BMI závodnic. Na první pohled vidíme, že box plot u Fmax rel. je umístěn níže než u BMI. Dále podle polohy mediánu v krabici a délky obou úseček lze vyčíst symetrii, popřípadě asymetrii. U obou zobrazených skupin se medián nachází přesně ve středu krabice a obě úsečky jsou zhruba stejně dlouhé, což naznačuje symetrii v datech. Mezi veličinami se prokázala statisticky významná korelace. Konkrétně se jedná o středně silnou nepřímou lineární závislost. Tj. čím větší je hodnota BMI, tím menší je hodnota Fmax rel.

Graf 3 – Fmax rel. u ploché nohy a Fmax rel. u normální nohy



Zdroj: vlastní

Graf č.3 nám znázorňuje hodnoty mezi maximální silou vloženou do podložky přepočtenou na kilogram tělesné hmotnosti u skupiny závodnic s plochou a normální nožní klenbou. U

skupiny s normálním typem nožní klenby je hladina mediánu posunuta, což může značit asymetrii v datech. Box ploty leží zhruba ve stejné rovině, tudíž nemůžeme prokázat, že by stav nožní klenby měl vliv na průměrnou sílu F_{max} rel. vloženou do podložky.

6.3 Výsledky rozhovoru

V závěru práce jsme uskutečnili za účelem detailního upřesnění či objasnění dosažených výsledků polostrukturovaný rozhovor (viz příloha 3), který nám poskytla magistra Barbora Ptáčková, majitelka a trenérka závodního klubu Fitness center Bány a Hanky Šulcové. Barbora Ptáčková patří k nejlepším trenérkám v České republice, její klub Fitness center Bány a Hanky Šulcové získal v letošním roce čtrnáctý titul nejlepšího klubu v České republice v nejprestižnější anketě Českého svazu aerobiku. S největší základnou závodníků v České republice se pyšní mnoha talentovanými jednotlivci, kteří reprezentují klub na národní i mezinárodní úrovni. Klub může s hrdostí předvést svou impozantní sbírku mezinárodních a světových titulů, což svědčí o vynikajícím trenérském vedení a skvělých sportovních výkonech členů. Během rozhovoru s magistrou Barborou Ptáčkovou jsme se zaměřili na otázky týkající se tréninkového režimu, konkrétně na cviky zaměřené na posílení nožní klenby. Ptali jsme se, zda jsou tyto cviky součástí jejího tréninkového plánu, jak často jsou do něj začleněny a kdo speciální cvičení vede. Zároveň nás zajímalo, zda jsou jejich závodníci pravidelně kontrolováni sportovním lékařem, který by měl diagnostiku nožní klenby sledovat. Magistra Ptáčková sdílela, že posílení nožní klenby považuje za důležitý prvek komplexního tréninku. Důkladně se daným problémem začala zabývat v období covidu, kde zahájila se závodnicemi online trénink na speciální cviky nožní klenby. Od té doby jsou cviky na posílení této oblasti pravidelnou součástí jejího programu, a to zhruba třikrát týdně, na konci tréninkového bloku, po dobu 10–15 minut. V této části tréninku vede rehabilitační cvičení kvalifikovaný trenér, což zajišťuje optimální a bezpečný přístup k posilování nožní klenby. Trenéři prošli několika po sobě následujícími školeními věnovanými plochonoží a nožní klenbě pod záštitou fyzioterapeuta. Touto pečlivou přípravou a odborným dohledem se zajistilo, že posilování nožní klenby hraje klíčovou roli v celkovém sportovním rozvoji a prevenci případných zranění. Závodnice ve zmíněném klubu jsou pravidelně sledovány sportovním lékařem, který se na problematiku ploché nožní klenby zaměřuje.

6.4 Vyhodnocení hypotéz

H1: Závodnice první VT budou mít větší výskyt plochonoží než závodnice druhé VT.

Sledovaný soubor se skládal celkem z 90 závodnic. Probandek s deformitou nohy ve formě plochonoží bylo celkem 50. 25 probandek bylo z první výkonnostní třídy, kde celkový počet měřených závodnic byl 44, a 25 závodnic z druhé výkonnostní třídy, kde se celkem měřilo 46 probandek.

Hypotéza byla statisticky ověřena na základě dvouvýběrového testu na shodu relativních četností. Podmínka nulové hypotézy byla určena $H_0: \pi_1 = \pi_2$, tj. podíl plochonoží je v obou skupinách srovnatelný. $H_1: \pi_1 > \pi_2$, tj. závodnice v 1.VT mají větší podíl výskytu plochonoží než závodnice v 2.VT. Výsledek testového kritéria činil 0,2358626 a p hodnota byla 0,4067696. Protože p hodnota dosáhla větších hodnot než zvolená hladina významnosti 0,05, nezamítáme H_0 . **Hypotéza H1 se proto vyvrací.** Neprokázalo se, že by závodnice 1.VT měly vyšší podíl výskytu plochonoží než závodnice v 2.VT.

H2: Vyšší hodnoty BMI budou mít za následek vyšší průměrnou sílu do podložky přepočtenou na kilogram tělesné hmotnosti.

U závodnic první výkonnostní třídy, kdy nejvyšších hodnot BMI dosahovaly dívky s plochým typem nohy, BMI dosahovalo hodnot 22,3, zároveň byla vložena do podložky nejvyšší průměrná síla přepočtená na kilogram tělesné hmotnosti. Průměrná hodnota levé nohy dosáhla hodnot 3,17 N a u pravé nohy 3,16 N.

U závodnic ve druhé výkonnostní třídě měly nejvyšší hodnoty BMI závodnice s vysokým typem nožní klenby, BMI čítalo hodnotu 22,1, kde ale nemůžeme potvrdit ani nejvyšší průměrnou sílu do podložky. Nejvyšší průměrnou sílu vloženou do podložky přepočtenou na kilogram tělesné hmotnosti měly závodnice s plochým typem nohy s hodnotu $F_{\max \text{ rel L}}$ (3,18 N) a $F_{\max \text{ rel P}}$ (3,19 N), avšak neměly nejvyšší hodnoty BMI.

Statistická významnost zní následovně. Obě veličiny ($F_{\max \text{ rel}}$ a BMI) lze díky testům normality (Shapiro-Wilkův test či Lilieforsův test) považovat za veličiny s normálním rozdělením. Pro otestování možné závislosti mezi nimi byl použit Pearsonův korelační koeficient. Hodnota Pearsonova korelačního koeficientu ukazovala na možnou středně silnou nepřímou korelaci mezi veličinami, jelikož dosáhla hodnot -0,4621. Výsledek testového kritéria činil -4,8890679 a p hodnota se rovnala 0,00000452. Protože p hodnota testu byla menší než zvolená hladina významnosti 0,05, zamítáme H_0 a tudíž **potvrzujeme hypotézu H2.** Mezi veličinami se prokázala statisticky významná korelace. Konkrétně se jedná o

zmíněnou středně silnou nepřímou lineární závislost. Tj. čím větší je hodnota BMI, tím menší je hodnota $F_{\max \text{ rel}}$.

H3: Závodnice sportovního aerobiku s plochým typem nožní klenby budou vykazovat vyšší průměrnou sílu vloženou do podložky přepočtenou na kilogram tělesné hmotnosti ($F_{\max \text{ rel}}$) oproti závodnicím s normálním typem nožní klenby.

Pro verifikování třetí hypotézy jsme se zaměřili na hodnoty maximální síly vyvinuté na podložku, které byly přepočteny na kilogram tělesné hmotnosti, značíme $F_{\max \text{ rel}}$.

Při výpočtech jsme pracovali odděleně s výsledky závodnic s normálním typem nohy a se skupinou závodnic s plochým typem nohy. U obou skupin jsme zprůměrovali naměřené hodnoty $F_{\max \text{ rel}}$ pro levou nohu ($F_{\max \text{ rel. L}}$) a $F_{\max \text{ rel}}$ pro nohu pravou ($F_{\max \text{ rel. P}}$). V neposlední řadě jsme zprůměrovali hodnoty pro obě nohy dohromady ($F_{\max \text{ rel.}}$).

U závodnic první výkonnostní třídy s plochým typem nožní klenby nám vyšly hodnoty pro levou nohu $3,17 \pm 0,58$ N, pravá noha dosáhla hodnot $3,26 \pm 0,58$ N. Po sečtení a vytvoření průměrné hodnoty obou dvou výsledků jsme dosáhli hodnoty $3,21 \pm 0,57$ N. Závodnice s normálním typem nožní klenby dosáhly následujících výsledků. Hodnoty pro levou nohu jsou $3,13 \pm 0,51$ N. Pro pravou nohu je to $3,11 \pm 0,54$ N. Průměrná hodnota ($F_{\max \text{ rel.}}$) po sečtení výsledků pravé a levé nohy činí $3,12 \pm 0,52$ N.

Závodnice druhé výkonnostní třídy s plochým typem nohy naměřily výsledků pro levou nohu $3,18 \pm 0,59$ N, pro pravou nohu $3,19 \pm 0,60$ N. Po vytvoření průměru pro obě nohy dohromady jsme získali výsledek $3,18 \pm 0,58$ N. Závodnicím s normálním typem nohy ve druhé výkonnostní třídě byly vypočteny výsledky pro levou nohu $3,10 \pm 0,31$ N, pro pravou nohu $3,16 \pm 0,40$ N. Průměrná hodnota obou výsledků je $3,13 \pm 0,33$ N (viz příloha 7 a 8).

Obě zkoumané složky korespondují s předpoklady třetí hypotézy. Všechny hodnoty naměřené u probandek s normálním typem nožní klenby jsou nižší než u skupiny s plochým typem nožní klenby, a to jak v první, tak i ve druhé výkonnostní třídě. Získané výsledky tedy vypovídají o předpokladu, že u závodnic s plochou nožní klenbou bude hodnota maximální vyvinuté síly do podložky přepočtené na kilogram tělesné hmotnosti vyšší než u závodnic s normální nožní klenbou.

Pro statistické ověření opět lze oba soubory považovat za data s normálním rozdělením. Lze tedy na ověření shody středních hodnot použít parametrické testy. Proto byl na samotný test shody středních hodnot (průměrů) použit dvouvýběrový t test (při shodných rozptylech). Podmínky pro nulovou hypotézu byly $H_0: \mu_1 = \mu_2$, tj. střední hodnoty $F_{\max \text{ rel}}$ jsou

srovnatelné u obou skupin. $H_1: \mu_1 > \mu_2$, závodnice s FF mají větší průměrnou sílu než závodnice s NF. Výsledky testového kritéria dosáhly hodnot 0,64545, p hodnota se rovnala 0,26021. Protože p hodnota byla větší než zvolená hladina významnosti 0,05, nezamítáme H_0 . Rozdíl v průměrných hodnotách F_{max} rel. není ještě statisticky významný. Tudíž **hypotézu H3 nelze potvrdit**. Neprokázano se, že by závodnice s FF měly větší průměrnou sílu F_{max} rel. než závodnice s NF.

H4: Závodnice sportovního aerobiku budou mít ve srovnání s běžnou sportující populací větší výskyt deformit nožní klenby v podobě plochonoží.

I navzdory pozitivním výsledkům z dotazníkového šetření a statického i dynamického měření bylo zjištěno, že normální nožní klenbu má 38,9 % probandek, 55,6 % zkoumaných závodnic trpí plochou nohou a vysoký typ nohy má pouze 5,6 % měřených závodnic, výsledky nejsou rozlišeny na první a druhou výkonnostní třídu. Pokud bychom procenta převedli na konkrétní počty, tak nám vychází, že z 90 závodnic mělo normální nohu celkem 35 závodnic, nohu plochou 50 závodnic a vysoký typ nožní klenby se vyskytoval u 5 měřených závodnic. Pro porovnání výskytu plochonoží s běžnou populací jsme využili práce od Puchmertlové. Podle Puchmertlové (2022), jejíž výzkum zahrnoval 68 respondentů, bylo u 21 vysokoškolských sportujících studentů diagnostikováno plochonoží, což činí 30,9 %.

Pro statistické ověření byl opět zvolen dvouvýběrový test na shodu relativních četností. Nulová hypotéza zněla takto, $H_0: \pi_1 = \pi_2$, tj. podíl plochonoží je v obou skupinách srovnatelný. $H_1: \pi_1 > \pi_2$, tj. závodnice sportovního aerobiku mají větší podíl výskytu plochonoží než běžně sportující populace. Výsledky u testového kritéria vyšly 3,2169579 a p hodnota dosáhla hodnot 0,00064778. Protože byla p hodnota byla menší než zvolená hladina významnosti 0,05, zamítáme H_0 a **potvrzujeme hypotézu H4**. Prokázano se, že závodnice sportovního aerobiku mají vyšší podíl výskytu plochonoží než běžná sportující populace.

7 Diskuze

Tato diplomová práce na téma “Analýza stavby nožní klenby u závodnic sportovního a fitness aerobiku na odlišné závodní úrovni” se věnovala sledování výskytu plochonoží a jiných deformit nohou u závodnic sportovního a fitness aerobiku. Myšlenka pro tento výzkum byla založena na základě předchozího výzkumu v bakalářské práci, kde jsme se věnovali somatickým charakteristikám u závodnic soutěžního aerobiku a pro detailnější výzkum nezbyl prostor. Na základě těchto poznatků jsme dospěli k závěru, že by bylo užitečné důkladněji zkoumat tuto problematiku a informovat trenéry i sportovce v oblasti soutěžního aerobiku o výskytu a potenciálních problémech spojených s deformacemi nožní klenby a o opatřeních k prevenci jejich vzniku. Závodnice sportovního a fitness aerobiku na nejvyšší výkonnostní úrovni tráví v tělocvičně většinu svého volného času, pokaždé, když trénují své závodní sestavy, mají na sobě závodní obuv. Závodnice neobouvají boty výjimečně nebo jen pro zvláštní příležitosti. Ony jsou v nich denně, dokonce i několik hodin.

V mé bakalářské práci jsem se zabývala i průměrnou délkou jednoho tréninkového bloku a četností tréninkových bloků za týden pro danou výkonnostní třídu. Z výsledků našeho průzkumu, provedeného prostřednictvím dotazníku, bylo zjištěno, kolik hodin týdně závodnice věnují tréninku. Jeden tréninkový blok má v průměru 1,5 hodiny a závodnice první výkonnostní třídy trénují pětkrát a více dní během jednoho týdne. Závodnice druhé výkonnostní třídy pouze dvakrát. Což je poměrně dlouhý čas v klasické, neortopedické obuvi. O tomto tématu se všeobecně mezi závodnicemi a trenéry moc nehovoří a po ukončení povinných lékařských prohlídek je dané téma tabu. Proto zůstalo nedostatečně prozkoumané a informace k potřebnému tématu jsou těžko dohledatelné.

My jsme si v diplomové práci stanovili cíl zjistit procentuální výskyt ploché nohy u závodnic sportovního a fitness aerobiku, rozlišeno na první a druhou výkonnostní třídu. Dále se zaměřit na BMI a jeho vliv na průměrné maximální síly vyvinuté do podložky, přepočtené na kilogram tělesné hmotnosti. K získání těchto potřebných informací jsme využili několik a metod. První metoda byla dotazníková, kde bylo závodnicím položeno šest doplňkových otázek. Druhou metodou byla metoda měření, která proběhla pomocí tenzometrické desky FootScan® (RSscan International, Belgie), v neposlední řadě byla využita metoda řízeného rozhovoru s trenérkou sportovního aerobiku a majitelkou závodního klubu.

Výzkumu se účastnilo celkem 90 závodnic, konkrétně 44 závodnic z první výkonnostní třídy a 46 závodnic z druhé výkonnostní třídy. Na základě získaných a vyhodnocených hodnot z

měření jsme si probandky rozdělili do tří skupin. Skupiny byly určeny podle stavu nožní klenby, kterou jsme závodnicím nasníмали. První skupinou byly závodnice s normálním typem nožní klenby, které tvořily v počtu 35 závodnic celkem 38,9 % z celkového souboru probandek. Druhou skupinou byly závodnice s výskytem plochonoží, ty v našem výzkumu převažovaly s počtem 50 závodnic, v procentuálním vyjádření se jedná o 55,6 % z celkového měřeného souboru. Poslední skupinu tvořily závodnice s vysokým profilem nožní klenby, kdy jsme zjistili u 5 závodnic tuto deformitu, z celkového počtu to vychází na 5,6 %. Při rozdělení na první a druhou výkonnostní třídu byly výsledky následovné. U první výkonnostní třídy mělo 16 závodnic normální profil nožní klenby, u 25 závodnic se vyskytlo plochonoží a pouze 3 závodnice měly vysokou nožní klenbu. U druhé výkonnostní třídy byl zjištěn normální stav nožní klenby u 19 závodnic, taktéž 25 závodnic trpělo deformitou nožní klenby ve formě plochonoží a 2 závodnice měly vysoký profil nožní klenby. Ve srovnání s běžnou sportující populací, kterou zkoumala Puchmertlová (2022), mají závodnice sportovního aerobiku výrazně vyšší výskyt deformit na nožní klenbě. Tento fakt nám potvrdila i statistická významnost, kterou jsme počítali ve čtvrté hypotéze.

Z provedeného dotazníkového šetření jsme získali informace o průměrné výšce a hmotnosti, které byly klíčové pro výpočet BMI. Průměrné výsledky první výkonnostní třídy byly vypočítány následovně. Výška žen činila $162,96 \pm 1,4$ cm. Hmotnost průměrně dosahovala hodnot $58,17 \pm 1,47$ kg. Poslední potřebná hodnota pro výpočet BMI, byl věk. Závodnice první VT byly staré průměrně $19,21 \pm 0,18$ let. Tyto údaje nám umožnily výpočet BMI, které dosáhlo hodnot v průměru $21,9 \pm 0,51$ u první výkonnostní třídy a $21,77 \pm 0,35$ u druhé výkonnostní třídy. Dle klasifikačních tabulek pro hodnocení BMI nespádají závodnice na základě průměrných výsledků do kategorie podváha ani nadváha, nýbrž jsou v normě. Zaznamenali jsme, že závodnice s vysokým BMI, které překračovaly normální hodnoty, měly z měření prokázanou plochou nohu. Nicméně je důležité zdůraznit, že tento závěr je nutné interpretovat s opatrností, neboť se jednalo o relativně malý počet respondentů, což limituje výpovědní hodnotu této analýzy. Z tohoto důvodu nelze jednoznačně tvrdit, že existuje přímá závislost mezi vysokým BMI a plochou nohou u závodnic.

Jak už zde bylo zmíněno, dotazníkové šetření obsahovalo celkem šest doplňkových otázek. Jedna z otázek se týkala délky působení v soutěžním aerobiku, které bylo vyjádřeno počtem let aktivní činnosti. Z dotazníkového šetření bylo zjištěno, že se závodnice nejvyšší výkonnostní třídy věnují sportovnímu nebo fitness aerobiku průměrně 11,3 let. Oproti tomu je průměrná závodnice ve druhé výkonnostní třídě aktivní v daném sportu přes 10,4 let. Byť

mohly být výsledky ovlivněny skupinou vybraných účastnic, protože všechny byly starší osmnácti let, což může vést k celkově vyšším výsledkům, tak můžeme logicky usoudit, že postup závodníka do nejvyšší výkonnostní třídy zabere několik let. Co se týče závislosti mezi počtem aktivních let ve sportu a výskytu plochonoží, hovoříme v průměrných hodnotách. Závodnice s normálním typem nožní klenby, které tvoří 38,8 % celého zkoumaného souboru se v průměru věnují soutěžnímu aerobiku 9,86 let. Závodnice s plochým typem nožní klenby, které tvoří 55,6 % celkového souboru, se průměrně věnují aerobiku 11,06 let. Z vypočítaných hodnot je možné vyzorovat potenciální závislost mezi počtem aktivních let ve sportu a vznikem ploché nožní klenby.

Dále byly respondentky tázány na četnost výskytu cviků na posílení nožní klenby při jejich tréninkovém bloku. Výsledky vyšly poměrně překvapivě. Pouze 14 závodnic z první výkonnostní třídy a 9 závodnic z druhé výkonnostní třídy pravidelně zařazují speciální cvičení na posílení stavby nožní klenby do svého tréninkového procesu. Čtrnáct z nich trpí plochou nožní klenbou, takže můžeme usuzovat, že cviky byly navrženy lékařem či fyzioterapeutem. Můžeme tedy konstatovat, že velké množství měřených probandek neřeší své potíže s nožní klenbou. Další dotazovanou otázkou bylo cvičení na boso. Zde jsme dosáhli lepších výsledků, než u speciálního cvičení na nožní klenbu. Ve výzkumu se prokázalo, že cviky na boso vkládá do svého tréninkového plánu celkem 32 závodnic z 90 měřených. Mluvíme tedy o 35 % úspěšnosti. Konkrétně 21 závodnic z první VT, kde trpí plochou nohou 12 závodnic a 11 závodnic z druhé VT, kde plochou nohu mají 4 závodnice, občas zahrnují při tréninkovém procesu i variantu cvičení bez bot. Poslední otázkou v dotazníkovém šetření bylo využití ortopedických vložek v běžném životě. Ortopedické vložky slouží k poskytnutí podpory podélné a příčné klenbě a pomáhají přizpůsobit chodidlo správnému postavení. Tyto vložky lze upravovat podle potřeb, což umožňuje jejich použití i ve sportovní obuvi. Aktivně tuto ortopedickou pomůcku dle dotazníkového šetření využívá 20 % z celkového počtu měřených závodnic, 12 závodnic z první a 6 závodnic z druhé výkonnostní třídy. Nejčastěji se jedná opět o probandky s plochou nohou, konkrétně 8 závodnic z první a 3 závodnice z druhé výkonnostní třídy využívají ortopedické vložky. Je pravděpodobné, že speciální ortopedické vložky nosí opět na doporučení sportovního lékaře.

Na základě získaných hodnot byl pro závodnice sestaven intervenční program se speciálními cviky na posílení nožní klenby. Tento program by měl být prováděn minimálně 2-3krát týdně s dostatečnými odpočinkovými dny. Obecně platí, že kvalitní trénink by měl trvat alespoň 20

minut, aby se dosáhlo efektivního posílení nožní klenby. Nicméně, můžeme tento čas upravit podle individuálních schopností, časových možností a tréninkového plánu.

Pro naši diplomovou práci jsme si stanovili celkem čtyři hypotézy. U první hypotézy H1 jsme sledovali, zda závodnice první VT budou mít větší výskyt plochonoží než závodnice druhé VT. V tomto ohledu jsme závodnice podrobily speciálnímu měření na plošině, která snímala plantární otisky chodidel závodnic. Všechny výsledky byly zaznamenány do programu Materialise, footscan V9, kde jsme v jednotlivých zónách pozorovali jednotlivé otisky a evidovali jejich hodnoty do tabulek. Následně po absolvování všech měření jsme výsledky vyhodnocovali. Celkem 50 probandek vykazovalo deformitu nohy ve formě plochonoží. Z tohoto počtu bylo 25 probandek z první výkonnostní třídy a 25 z druhé výkonnostní třídy. Neprokázalo se, že by závodnice 1.VT měly vyšší podíl výskytu plochonoží než závodnice v 2.VT, a z tohoto důvodu byla hypotéza H1 vyvrácena.

V hypotéze H2 jsme předpokládali, že vyšší hodnoty BMI budou mít za následek vyšší průměrnou sílu do podložky přepočtenou na kilogram tělesné hmotnosti. Vyšší hodnoty BMI (Body Mass Index) mohou potenciálně ovlivňovat sílu vloženou do chůze. BMI je výsledkem poměru hmotnosti a výšky a často se používá jako ukazatel tělesné hmotnosti ve vztahu k postavě. Osoby s vyššími hodnotami BMI obvykle nesou více hmotnosti, což může ovlivnit chůzi a práci svalů a kloubů. Vysoké BMI může znamenat větší zátěž na dolní končetiny, což může ovlivnit sílu vloženou do každého kroku. Je však důležité si uvědomit, že síla vložená do chůze je ovlivněna mnoha faktory, včetně svalové síly, flexibility, koordinace a celkové fyzické kondice. BMI může být jedním z mnoha faktorů, které hrají roli, ale nemusí být jediným určujícím faktorem. Ve sledovaném výzkumu jsme dospěli k závěru, že u závodnic první výkonnostní třídy, kde dosahovaly nejvyšší hodnoty BMI jedinci s plochým typem nohy, byla zároveň zaznamenána i nejvyšší průměrná síla vložená do podložky, přepočtená na kilogram tělesné hmotnosti. To samé nelze konstatovat u závodnic druhé výkonnostní třídy. Zde nejvyšších hodnot BMI dosahovaly závodnice s vysokou nožní klenbou, které ale nesplňovaly podmínky druhé hypotézy, jelikož u nich nebyla vypočítána nejvyšší průměrná síla vložená do podložky přepočtená na kilogram tělesné hmotnosti. Po ověření výsledků statistickou významností byla hypotéza H2 potvrzena. Mezi veličinami se prokázala statisticky významná korelovanost.

Předposlední hypotézou H3 jsme zkoumali, zda závodnice sportovního aerobiku s plochým typem nožní klenby bude vykazovat vyšší průměrnou sílu do podložky přepočtenou na kilogram tělesné hmotnosti oproti závodnici s normálním typem nožní klenby. Pro ověření

třetí hypotézy jsme se soustředili na hodnoty maximální síly vložené do podložky, která byla přepočtena na kilogram tělesné hmotnosti a označena jako $F_{\max \text{ rel}}$. S výsledky obou skupin, závodnice s normálním typem nohy (NF) a závodnice s plochým typem nohy (FF), jsme po celou dobu ověření pracovali odděleně. U obou skupin byly naměřené hodnoty $F_{\max \text{ rel}}$ pro levou nohu ($F_{\max \text{ rel L}}$) a $F_{\max \text{ rel}}$ pro nohu pravou ($F_{\max \text{ rel P}}$) zprůměrovány. V neposlední řadě bylo podstatné zprůměrovat hodnoty pro obě nohy dohromady, označeno ($F_{\max \text{ rel}}$). U závodnic první výkonnostní třídy s plochým typem nožní klenby nám po sečtení a vytvoření průměrné hodnoty z levé a pravé nohy vyšly hodnoty $3,21 \pm 0,57$ N. Závodnice s normálním typem nožní klenby dosáhly opět po sečtení a zprůměrování výsledků z levé i pravé nohy hodnot $3,12 \pm 0,52$ N. Závodnice druhé výkonnostní třídy s plochým typem nohy dosáhly průměrných výsledků pro obě nohy dohromady $3,18 \pm 0,58$ N. Respondentky s normálním typem nohy měly průměrné hodnoty obou výsledků $3,13 \pm 0,33$ N. Hypotéza H3 prošla ještě statistickým ověřením, kde byl využit dvouvýběrový t test. Protože p hodnota byla větší než zvolená hladina významnosti 0,05 a nebyla zamítnuta nulová hypotéza, hypotéza H3 tak nemohla být potvrzena. Neprokázalo se, že by závodnice s FF měly větší průměrnou sílu $F_{\max \text{ rel}}$ než závodnice s NF.

U poslední hypotézy jsme se zabývali srovnáním výskytu plochonoží u závodnic sportovního aerobiku s výskytem plochonoží u běžné sportující populace. Jak už bylo v úvodu diskuze zmíněno, naše hodnoty byly porovnány s hodnotami z bakalářské práce od Puchmertlové (2022). Podle Puchmertlové, která měla celkem 68 respondentů, trpí 21 sportujících vysokoškolských studentů výskytem deformit na nožní klenbě, v podobě plochonoží. Což činí 30,9 %. Naše zjištění ukazují, že 55,6 % závodnic trpí plochou nohou, což je v porovnání s normální sportující populací v podobném věku vyšší procento. Lze konstatovat, že závodnice sportovního aerobiku mají častěji ploché nohy než běžná sportující populace. Ať už kvůli nevhodné sportovní obuvi nebo minimálnímu preventivnímu cvičení na plochonoží. Hypotéza H4 proto byla potvrzena, výsledky byly ověřeny i statistickou významností, kde jsme došli ke stejnému závěru.

Jak už bylo zmíněno, v závěru práce jsme uskutečnili za účelem detailního upřesnění či objasnění dosažených výsledků polostrukturovaný rozhovor (viz příloha 3), který nám poskytla magistra Barbora Ptáčková, majitelka a trenérka závodního klubu Fitness center Bány a Hanky Šulcové. Během rozhovoru jsme se zaměřili na otázky týkající se tréninkového režimu, konkrétně na cviky zaměřené na posílení nožní klenby. Ptali jsme se, zda jsou tyto cviky součástí jejího tréninkového plánu, jak často jsou do něj začleněny a kdo speciální

cvičení vede. Zároveň nás zajímalo, zda jsou jejich závodníci pravidelně kontrolováni sportovním lékařem, který by měl diagnostiku nožní klenby sledovat. Magistra Ptáčková všechny položené otázky potvrdila, jelikož se dané problematice věnuje. Cviky na posílení této oblasti její svěřenkyně pravidelně uplatňují v trénincích zhruba třikrát týdně, na konci tréninkového bloku, po dobu 10–15 minut. V této části tréninku vede rehabilitační cvičení kvalifikovaný trenér. Trenéři prošli několika po sobě následujícími školeními věnovaným plochonoží a nožní klenbě pod záštitou fyzioterapeuta. Závodnice ve zmíněném klubu jsou pravidelně sledovány sportovním lékařem, který se na problematiku ploché nožní klenby zaměřuje.

Mezi omezení této studie patřilo, podle našeho názoru, nedostatečné množství dat ve skupině s vysokou nohou, což nám znemožnilo podrobit osoby z této skupiny statistickému srovnání. Dalším problémem bylo, že jsme neměli možnost porovnat výsledky naší studie s hodnotami odlišné skupiny závodnic ve sportovním aerobiku, jelikož nebyla v předchozích letech řádně prozkoumána a vyhodnocena. Ani po prostudování odborných článků a prací v cizím jazyce jsme nenašli žádnou spojitost mezi plochonožím a sportovním aerobikem a fitness.

8 Závěr

Hlavním cílem naší práce bylo zjistit stav nožní klenby u závodnic sportovního aerobiku na odlišné sportovní úrovni a zjistit vliv BMI na zatížení nohy. Dále navrhnout řešení pro trenéry a závodníky, které povede ke zlepšení stavu nožní klenby na základě tvorby intervenčního programu se zásobníkem cvičení pro posílení nožní klenby.

Na základě provedené analýzy plantárních tlaků a vyhodnocení dotazníkového šetření jsme u kolektivu 90 závodnic dospěli k následujícím zjištěním:

- Z celkového analyzovaného souboru závodnic (N=90) mělo 55,6 % plochou nohu, 5,6 % byla prokázána noha vysoká a 38,9 % závodnic mělo nohu normální.
- Čím vyšší hodnoty BMI závodnice první výkonnostní třídy měly, tím vyšší byla průměrná síla vložená do podložky přepočtená na kilogram tělesné hmotnosti. U závodnic druhé výkonnostní třídy nemůžeme tuto teorii potvrdit, neboť nám vyšly rozdílné výsledky.
- Vliv plochonoží u průměrné síly vložené do podložky přepočtené na kilogram tělesné hmotnosti byl statisticky potvrzen u obou zkoumaných výkonnostních tříd.
- Statisticky se nám podařilo potvrdit i možný vliv sportovního aerobiku na formování nožní klenby s náchylností k plochonoží. Závodnice sportovního aerobiku prokázaly větší výskyt plochých nohou než běžná sportující populace v přibližně stejném věku.

Z hlediska prevence vzniku plochonoží a ze zjištění provedených v naší diplomové práci bychom doporučovali závodníkům následující:

- Noste vhodné závodní boty, které poskytují dostatečnou podporu oblouku nohy.
- Pravidelně cvičte svaly nohou, aby se posílila nožní klenba.
- Udržujte zdravou váhu, aby nedocházelo k nadměrnému tlaku na nohy.
- Dopřejte nohám dostatek času na odpočinek po náročných trénincích.
- Dbejte na správný postoj při tréninku a v běžném životě. Správným postojem můžete předejít negativním vlivům na nohy.

9 Seznam použité literatury

9.1 Seznam literatury

ČIHÁK, Radomír. 1987. *Anatomie I*. Praha 1 : Avicenum, 1987. 08-102-87.

ČIHÁK, Radomír. *Anatomie*. Třetí, upravené a doplněné vydání. Ilustroval Ivan HELEKAL, ilustroval Jan KACVINSKÝ, ilustroval Stanislav MACHÁČEK. Praha: Grada, 2016. ISBN 978-80-247-5636-3.

DOVALIL, Josef. *Výkon a trénink ve sportu*. Praha: Olympia, 2002. ISBN 80-7033-760-5.

DUNGL, Pavel. *Ortopedie a traumatologie nohy*. 1. vyd. Praha: Avicenum, 1989. 285 s.

DUNGL, Pavel. *Ortopedie*. Praha: Grada, 2005. ISBN 80-247-0550-8.

DYLEVSKÝ, Ivan. 2009. *Funkční anatomie*. Praha : Grada Publishing, a.s., 2009. ISBN 978-80-247-3240-4.

GROSS, Jeffrey M.; FETTO, Joseph a SUPNICK, Elaine Rosen. *Vyšetření pohybového aparátu: překlad druhého anglického vydání*. Praha: Triton, 2005. ISBN 80-7254-720-8.

HÁJKOVÁ, Jana. *Aerobik – soutěžní formy: kompletní průvodce tréninkem. Fitness, síla, kondice*. Praha: Grada, 2006. ISBN 802471311x.

HUDÁK, Radovan a KACHLÍK, David. *Memorix anatomie*. 4. vydání. Ilustroval Jan BALKO, ilustroval Šárka ZAVÁZALOVÁ. Praha: Triton, 2017. ISBN 9788075534200.

KLEMENTA, J. (1987). *Somatometrie nohy*. Acta Univ. Palackianae Olomucensis. Fac. paedagogica. Ser. monogr.; 8.

KOLÁŘ, Pavel. *Rehabilitace v klinické praxi*. Praha: Galén, c2009. ISBN 978-80-7262-657-1.

KRAČMAR, Bronislav; CHRÁSTKOVÁ, Martina a BAČÁKOVÁ, Radka. *Fylogeneze lidské lokomoce*. Praha: Univerzita Karlova, nakladatelství Karolinum, 2016. ISBN 978-80-246-3379-4.

KUBÁT, Rudolf. *Ortopedie*. 2. vyd. Praha 1: Avicenum, 1985.

KUBÁT, Rudolf. *Ortopedické vady u dětí a jak jim předcházet*. 1. vyd. Jinočany: H, 1992, 74 s. ISBN 80-854-6713-5.

LEHNERT, Michal, Jiří NOVOSAD a Filip NEULS. *Základy sportovního tréninku*. Vyd. 1. Olomouc: Hanex, 2001. 89 s. ISBN 80-85783-33-9.

- LEWITOVÁ, C.M.H. 2016. *O dospělých nohách. Umění fyzioterapie-Noha*. 2016. vyd. 2.
- MACÁKOVÁ, Marcela. *Aerobik*. Praha: Grada, 2001. ISBN 80-247-0057-3.
- OZDEMIR a kol. (2005). *Sonographic evaluation of plantar fasciitis and relation to body mass index. European journal of radiology*, 54(3).
- PURGARIČ, S. 1994. *Podologické praktikum*. Split: Euroortopedi AB.
- RAZEGHI M, BATT ME. *Foot type classification: a critical review of current methods. Gait Posture*. 2002 Jun;15(3):282-91. doi: 10.1016/s0966-6362(01)00151-5. PMID: 11983503.
- RIEGEROVÁ, J.; PŘIDALOVÁ, M.; ULBRICHOVÁ, M. *Aplikace fyzické antropologie v tělesné výchově a sportu : (příručka funkční antropologie)*. 3. vyd. Olomouc: Hanex, 2006, 262 s. ISBN 80-85783-52-5.
- SKALIČKOVÁ-KOVÁČIKOVÁ, Věra, 2017. *Diagnostika a fyzioterapie hybných poruch dle Vojty*. ISBN 978-80-270-2292-2.
- SKOPOVÁ, Marie a ČERNÁ, Jana. *Aerobik: kompletní průvodce. Sport extra*. Praha: Grada, 2008. ISBN 978-80-247-1746-3.
- SRDEČNÝ, Vojmír, *Tělesná výchova zdravotně oslabených : Učebnice pro posl. pedagog. fakult / zpracoval Vojmír Srdečný a kol. ; il. František Sodoma*. 1. vyd.. Praha : SPN, 1977 (Brno : Tisk 1). 253 s. : il. (Učebnice pro vysoké školy) [Učebnice pro posluchače pedagogických fakult] ISBN:(váz.).
- SVAČINOVÁ, H. *Role pohybové léčby a tělesné zdatnosti v prevenci a léčbě metabolického syndromu*. Vnitřní lékařství. 2005, č. 1, s. 87-92
- ŠOS, Zdeněk. *Baňkování a moxování pro maséry*. 2. vydání. Olomouc: Poznání, 2021. ISBN 978-80-88395-01-0.
- VAŘEKA, Ivan a VAŘEKOVÁ, Renata. *Kineziologie nohy*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2009. ISBN 978-80-244-2432-3.
- VELÍNSKÁ, Lenka. *Aerobik: speciální učební text*. 1. vyd. Praha: Česká asociace Sport pro všechny, 2004. 62 s. ISBN 8086586138.

9.2 Seznam elektronických zdrojů

STARÁ, Nicol. Srovnání somatických charakteristik u dospívajících dívek ve sportovním aerobiku na odlišné závodní úrovni. Bakalářská práce, vedoucí Hájková, Jana. Praha: Univerzita Karlova, Pedagogická fakulta, Katedra tělesné výchovy, 2022.

JANÍKOVÁ, Gabriela. *Problematika regenerace ve sportovním aerobiku* [online]. Brno, 2010 [cit. 2023-10-14]. Dostupné z: <https://is.muni.cz/th/zfkg/>. Bakalářská práce. Masarykova univerzita, Fakulta sportovních studií. Vedoucí práce Pavlína VACULÍKOVÁ.

MERUŇKOVÁ, Adéla. Hodnocení plochonoží u sportovních tanečníků. Bakalářská práce, vedoucí Jandová, Soňa. Praha: Univerzita Karlova, Pedagogická fakulta, Katedra tělesné výchovy, 2023.

DOLANA, Petr. *Analýza stavu nožní klenby u vybrané skupiny sportovců* [online]. Brno, 2016 [cit. 2023-11-14]. Dostupné z: <https://is.muni.cz/th/wpmkm/>. Diplomová práce. Masarykova univerzita, Fakulta sportovních studií. Vedoucí práce Miriam KALICHOVÁ.

NEDOMOVÁ, Natálie. *Plochonoží v mladším školním věku –případová studie* [online]. Brno, 2022 [cit. 2023-10-8]. Dostupné z: <https://is.muni.cz/th/kgono/>. Diplomová práce. Masarykova univerzita, Pedagogická fakulta. Vedoucí práce Hana ŠERÁKOVÁ.

ADAMEC, Ondřej. *Plochá noha v dětském věku – diagnostika a terapie. Pediatrie pro praxi.* [online]. 2005, s. 194 [cit. 2023-10-8]. Dostupné z: www.pediatriepropraxi.cz/pdfs/ped/2005/04/06.pdf

WIKISKRIPTA. Plantografie [online]. [cit. 2024-02-14]. Dostupné z: <https://www.wikiskripta.eu/w/Plantografie>

SLOVNÍK. *Korelace* [online]. Česká republika: IT slovník, 2021 [cit. 2023-12-21]. Dostupné z: https://it-slovník.cz/pojem/korelace/?utm_source=cp&utm_medium=link&utm_campaign=cp

SVAČINOVÁ, H. Role pohybové léčby a tělesné zdatnosti v prevenci a léčbě metabolického syndromu [online]. Vnitřní lékařství, 2005 [cit. 2023-10-8] Dostupné z: https://www.casopisvnitrnilekarstvi.cz/artkey/vnl-200501-0017_the-role-of-exercise-therapy-and-physical-fitness-in-prevention-and-treatment-of-metabolic-syndrome.php

FISAF. Nová pravidla od 1.1.2024 [online]. [cit. 2023-10-09]. Dostupné z: <https://fisaf.cz/nova-pravidla-od-1-1-2024/>

FISAF. Soutěže fisaf [online]. [cit. 2023-10-07]. Dostupné z: <https://fisaf.cz/souteze-fisaf-cz/hierarchie-soutezi-fisaf-cz/>

FISAF. Dokumenty [online]. [cit. 2024-2-18]. Dostupné z: <https://fisaf.cz/o-fisaf/dokumenty/>

FISAF. Soutěžní řád od 1.1.2024 [online]. [cit. 2023-10-07]. Dostupné z: <https://fisaf.cz/wp-content/uploads/2023/12/Soutezni-rad-1.-1.-2024.pdf>

FISAF. Soutěžní řád od 1.9.2023 [online]. [cit. 2023-10-07]. Dostupné z: <https://fisaf.cz/wp-content/uploads/2023/07/Soutezni-rad-1.-9.-2023.pdf>

FISAF. Pravidla SA od 1.6.2023 [online]. [cit. 2024-02-18]. Dostupné z: <https://fisaf.cz/wp-content/uploads/2023/05/PRAVIDLA-SA-od-1.-6.-2023-cj.pdf>

SPORTOVNÍ AKADEMIE. [online]. [cit. 2024-02-14]. Dostupné z: <http://sportovni-akademie.com/sportovni-aerobik/charakteristika/>

ROADCYCLING. Struktura sportovního výkonu [online]. [cit. 2023-10-10]. Dostupné z: <https://www.roadcycling.cz/clanek/treninkova-abeceda-dil-1-struktura-sportovniho-vykonu>

[online]. [cit. 2023-09-10]. Dostupné z: <https://www.semanticscholar>

[online]. [cit. 2023-09-10]. Dostupné z: <https://www.gjb-spgs.cz/media/cache/file/62/sportovni-trenink.pdf>

FISAF. Master 2022-2024 [online]. [cit. 2023-09-11]. Dostupné z: <https://fisaf.cz/wp-content/uploads/2022/03/SA-MASTER-2022-2024-cj-002.pdf>

[online]. [cit. 2023-09-11]. Dostupné z: <https://www.facebook.com/photo.php?fbid=719696478389138&set=t.100000108333159&type=3>

[online]. [cit. 2023-09-11]. Dostupné z: <https://www.facebook.com/photo.php?fbid=719696478389138&set=t.100000108333159&type=3>

[online]. [cit. 2023-09-11]. Dostupné z: <https://www.dance-shop.cz/aer-8-fit-p52744/?vid=52727>

Flat Feet In Gymnastics: Why It May Be a Concern and Tips To Help [online]. [cit. 2023-09-21]. Dostupné z: <https://hybridperspective.wordpress.com/2013/09/19/flat-feet-in-gymnastics-why-it-may-be-a-concern-and-tips-to-help/>

BAŤA. Anatomie nohy [online]. [cit. 2023-10-8]. Dostupné z: www.bata.cz/poradna/zdravi/anatomie-nohy.html

[online]. [cit. 2023-10-21]. Dostupné z: https://is.muni.cz/el/1451/jaro2014/bk2053/um/lidska_noha/pages/stavba-nohy.html

[online]. [cit. 2023-10-21]. Dostupné z: https://www.volejbaljicin.cz/clanky/metodika_noha_zakladni_nosna_jednotka_lidskeho_tela.html

WIKISKRIPTA. Cévy dolní končetiny [online]. [cit. 2023-10-21]. Dostupné z: https://www.wikiskripta.eu/w/Cévy_doln%C3%AD_končetiny

[online]. [cit. 2024-02-14]. Dostupné z: <https://medicinaonline.co/2018/02/22/differenza-tra-vena-grande-safena-femorale-e-poplitea-dellarto-inferiore/>

[online]. [cit. 2023-10-23]. Dostupné z: https://is.muni.cz/do/fsps/e-learning/zaklady_anatomie/zakl_anatomie_IV/pages/periferni_nervovy_system.html#

[online]. [cit. 2023-10-07]. Dostupné z: <https://www.fsps.muni.cz/emuni/data/reader/book-5/02.html>

[online]. [cit. 2023-10-23]. Dostupné z: <https://www.ireceptar.cz/zdravi/proc-maji-deti-ploche-nohy-cviky-pro-spravny-tvar-klenby.html>

[online]. [cit. 2023-10-28]. Dostupné z: <https://www.pro-nozky.cz/cs/deformity-nohou/>

[online]. [cit. 2023-10-28]. Dostupné z: <https://www.thieme.de/de/gesundheit/spiraldynamik-hohlfuss-51955.htm>

VELEMÍNSKÝ. Nejčastější onemocnění nohou u dětí [online]. [cit. 2023-10-28]. Dostupné z: <https://www.veleminsky.cz/uploads/nejcastejsi-onemocneni-nohou-u-deti.pdf>

Koňská noha [online]. [cit. 2023-11-2]. Dostupné z: <https://fyzionozka.cz/pes-equinovarus-konska-noha/>

Nepolohové vady nohy [online]. [cit. 2023-11-2]. Dostupné z: https://www.wikiskripta.eu/w/Nepolohové_vady_nohy

[online]. [cit. 2024-02-14]. Dostupné z: <http://prozdravenohy.cz/?p=205>

Flat feet [online]. [cit. 2024-02-14]. Dostupné z: <https://physio-study.com/pes-planus-flat-feet/>

Ploché nohy [online]. [cit. 2024-02-14]. Dostupné z: <https://www.spiralista.com/clanky/ploche-nohy/>

Plochonoží [online]. [cit. 2024-02-14]. Dostupné z: <http://mudrnecasova.cz/plochonozii/>

MEEDFEET. Plochá noha [online]. [cit. 2024-02-14]. Dostupné z: <https://www.medfeet.cz/user/documents/upload/Plochá%20noha%20-%20web-21.pdf>

[online]. [cit. 2024-02-14]. Dostupné z: <https://docplayer.cz/21595657-Metody-hodnoceni-nozni-klenby.html>

[online]. [cit. 2024-02-14]. Dostupné z: <https://docplayer.cz/45522306-Masarykova-univerzita-plantografie-u-deti-mladsiho-skolniho-veku-porovnani-plantogramu.html>

BMI [online]. [cit. 2024-02-14]. Dostupné z: <https://www.rehabilitace.info/zajimavosti/vypocet-bmi-body-mass-index/>

STAHOLI LT, Chew DE, Corbett M. *The longitudinal arch. A survey of eight hundred and eighty-two feet in normal children and adults.* J Bone Joint Surg Am. 1987 Mar;69(3):426-8. PMID: 3818704.

10 Seznam obrázků

Obrázek 1 – Faktory sportovního výkonu

Obrázek 2 – Schéma jednorocního tréninkového cyklu první výkonnostní třídy

Obrázek 3 – Dres pro sportovní aerobik

Obrázek 4 – Dres pro fitness aerobik

Obrázek 5 – Dres pro petite aerobik

Obrázek 6 – Závodní obuv Reebok

Obrázek 7 – Závodní obuv Venturelli

Obrázek 8 – Stavba nohy

Obrázek 9 – Articulationes pedis, skloubení nohy

Obrázek 10 – Svaly a šlachy nohy

Obrázek 11 – Tepny nohy

Obrázek 12 – Nervy chodidla nohy

Obrázek 13 – Tripoidní model nožní klenby

Obrázek 14 – Podélná a příčná nožní klenba

Obrázek 15 – Pes excavatus

Obrázek 16 – Pes equinovarus

Obrázek 17 – Talus verticalis

Obrázek 18 – Pes planus congenitus

Obrázek 19 – Klasifikace ploché nohy podle otisků, Dungal

Obrázek 20 – Metoda podle Purgariče

Obrázek 21 – Průběh kontaktu plosky nohy s podložkou

Obrázek 22 – Rozložení tlaku pod jednotlivými typy nohou

Obrázek 23 – Metoda hodnocení klenby nohy Chippaux–Šmirák

Obrázek 24 – Arch index

Obrázek 25 – Metoda indexu (Srdečný)

Obrázek 26 – Vizuální škála (Kapandji, 1985)

Obrázek 27 – Vizuální škála Josefa Klementy – stupně vysoké nohy

Obrázek 28 – Vizuální škála Josefa Klementy – stupně ploché nohy

Obrázek 29 – Vizuální škála Josefa Klementy – stupně normálně klenuté nohy

Obrázek 30 – Měřicí plošina s probandem

Obrázek 31 – Dynamická plantografie

Obrázek 32 – Intervenční program

11 Seznam tabulek

Tabulka 2 - Počet povinných a přídatných prvků pro jednotlivé věkové kategorie

Tabulka 3 - Normy hodnocení dle metody Chippaux–Šmiřák

Tabulka 4 - Klasifikační tabulka pro BMI

Tabulka 5 - Hodnoty BMI všech závodnic

Tabulka 6 - Hodnoty BMI závodnic (Normální typ nohy)

Tabulka 7 - Hodnoty BMI závodnic (Ploché typ nohy)

Tabulka 8 - Hodnoty BMI závodnic (Vysoký typ nohy)

Tabulka 9 - Doba působení ve sportovním aerobiku

Tabulka 10 - Počet tréninkových bloků za týden

Tabulka 11 - Velikost obuvi

Tabulka 12 - Cviky na posílení nožní klenby

Tabulka 13 - Cvičení na boso

Tabulka 14 - Ortopedické vložky

Tabulka 15 - Sledovaný soubor

12 Seznam grafů

Graf 1 – Korelační pole mezi BMI a Fax rel.

Graf 2 – Průměr Fmax rel. a BMI

Graf 3 – Fmax rel. u ploché nohy a Fmax rel. u normální nohy

13 Seznam příloh

Příloha 1: Informovaný souhlas účastníka výzkumu

Příloha 2: Dotazník

Příloha 3: Rozhovor s trenérkou Mgr. Barborou Ptáčkovou

Příloha 4: Souhrnná tabulka závodnic s normální nohou

Příloha 5: Souhrnná tabulka závodnic s plochou nohou

Příloha 6: Souhrnná tabulka závodnic s vysokou nohou

Příloha 7: Souhrnná tabulka pro 1 VT, hodnoty F_{\max} a $F_{\max \text{ rel}}$.

Příloha 8: Souhrnná tabulka pro 2 VT, hodnoty F_{\max} a $F_{\max \text{ rel}}$.

Příloha 9: Výsledek měření žáka s normální nohou diagnostikovanou pomocí tenzometrické desky Footscan®

Příloha 10: Výsledek měření žáka s plochou nohou diagnostikovanou pomocí tenzometrické desky Footscan®

Příloha 11: Výsledek měření žáka s vysokou nohou diagnostikovanou pomocí tenzometrické desky Footscan®

Informovaný souhlas účastníka výzkumu



Vážený pane, vážená paní,

V souladu s etickými zásadami realizace výzkumu Vás žádám o souhlas ve výzkumném projektu v rámci mé diplomové práce.

Název práce: Analýza stavby nožní klenby u závodnic sportovního aerobiku na odlišné závodní úrovni

Autor práce: Bc. Nicol Stará

Vedoucí práce: PaedDr. Jana Hájková

Popis výzkumu: Cílem tohoto výzkumu je analyzovat stav podélné nožní klenby na základě plantografického měření u závodnic odlišných ve výkonnosti a závodní kategorii. Výzkum bude probíhat na vybraných aerobikových závodech po celé České republice. Samostatné měření bude spočívat ve stoji po dobu 30s a chůzi po dobu 1 min na měřicím přístroji Footscan (RSScan International, Olen Belgie), který změří potřebné parametry, které budou následně vyhodnoceny. Výstup z měření Vám bude k dispozici v PDF formě.

Prohlášení

Prohlašuji a svým níže uvedeným vlastnoručním podpisem potvrzuji, že dobrovolně souhlasím s účastí ve výše uvedeném projektu a že jsem měl(a) 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 dostal(a) jasné a srozumitelné odpovědi na své dotazy.

Souhlasím s tím, že všechny získané údaje budou anonymně zpracovány a využity pouze pro účely této diplomové práce.

Byl(a) jsem poučen(a) o právu odmítnout účast ve výzkumném projektu nebo svůj souhlas kdykoli odvolat

Jméno a příjmení:

V Lounech, dne: **Podpis:**

VSTUPNÍ INFORMACE



PEDAGOGICKÁ FAKULTA
Katedra tělesné výchovy
Univerzita Karlova

Věk:

Výška:

Váha:

DOTAZNÍK

1. Jak dlouho se věnuješ aerobiku?

- a) ne více než 2 roky b) 3 až 4 roky d) 5 a více let

2. Kolik dní v týdnu trénuješ?

- a) 2 dny b) 3 dny c) 4 dny d) 5 a více dní

3. V jaké závodní kategorii působíš?

- a) fitness aerobik b) sportovní aerobik c) obojí

4. Cvičíte na tréninku někdy bosé?

- a) ano b) ne

5. Zařazujete v tréninku pravidelně cviky na posílení nožní klenby?

- a) ano b) ne

Příloha 3: Rozhovor s trenérkou Mgr. Barborou Ptáčkovou

Tazatel: Věnujete se u Vás v klubu problematice plochých nohou?

Trenér: Ano a řekla bych, že i poctivě. Začala jsem se touto problematikou zabývat při prvním covid lockdownu a s dětmi začala přes online dělat nejen tato kompenzační cvičení.

Tazatel: Mají závodnice pravidelné lékařské prohlídky, kde je součástí i kontrola nožní klenby?

Trenér: Ano, sportovní prohlídky jsou nedílnou součástí, neboť od zdravého chodidla se vše odvíjí.

Tazatel: Zařazujete do tréninkového procesu i kompenzační cvičení zaměřené na posílení nožní klenby? Popřípadě v jakém množství a jaké frekvenci? (jestli jednou za měsíc, jednou týdně, v rámci pár minut/hodina, atd.)

Trenér: Ano. Každý trénink minimálně 5 min. na úvodu a minimálně 5 min. na konci lekce. Takže globálně bych řekla 3x týdně 10–15 min.

Tazatel: Provádí závodnice kompenzaci pod vedením trenéra nebo jste měli pro Váš klub školení od fyzioterapeuta?

Trenér: Začali jsme několika po sobě následujícími školeními s fyzioterapeutkou a nyní již cvičí děti buď pod vedením trenéra, nebo u nejstarší kategorie, pokud trenér časově nemůže, odcvičí si to dívky samy.

Příloha 4: Souhrnná tabulka závodnic s normální nohou

VT	Závodník	Hmotnost [kg]	Výška [cm]	Věk [roky]	Velikost obuvi [EU]	Působení ve sportu [roky]	Počet tréninků/týden	Cviky na posílení nožkolenby	Cvičení na bosu	Ortopedické vložky
NF VT1 (N=16)	1	č.1	52	162	24	37	17	5	1	1
	1	č.2	47	165	18	38	10	4	0	0
	1	č.3	57	165	18	37	9	4	0	0
	1	č.4	49	158	18	36	9	5	0	0
	1	č.5	50	159	18	38	8	5	0	1
	1	č.6	62	160	18	39	8	4	0	0
	1	č.7	59	159	19	40	10	3	0	0
	1	č.8	64	170	19	37	10	3	0	0
	1	č.9	58	167	18	38	8	3	0	1
	1	č.10	60	174	18	39	9	4	0	0
	1	č.11	61	167	22	38	15	4	0	0
	1	č.12	61	165	18	38	10	4	0	0
	1	č.13	55	159	18	39	9	3	1	0
	1	č.14	60	165	18	39	9	3	1	0
	1	č.15	63	162	22	39	15	4	0	0
	1	č.16	59	165	18	37	10	4	0	0
	PRŮMĚR	57,31	163,88	19,00	38,06	10,38	3,88	3	8	3
	SD	5,22	4,43	1,90	1,06	2,75	0,72			
NF VT2 (N=16)	2	č.17	57	173	18	36	10	3	0	0
	2	č.18	68	180	19	38	9	3	0	0
	2	č.19	65	170	22	37	13	3	0	1
	2	č.20	60	161	19	36	10	3	0	0
	2	č.21	63	171	19	37	9	2	0	0
	2	č.22	59	165	19	37	9	2	0	0
	2	č.23	50	160	19	37	10	3	0	0
	2	č.24	58	173	19	38	10	3	0	0
	2	č.25	55	167	18	39	8	3	1	0
	2	č.26	60	164	18	38	7	4	1	0
	2	č.27	63	158	18	39	10	4	1	1
	2	č.28	65	165	18	37	9	3	1	1
	2	č.29	58	169	18	36	8	3	0	0
	2	č.30	60	167	19	41	10	3	0	0
	2	č.31	52	158	19	39	10	3	1	0
	2	č.32	49	159	18	38	7	3	0	0
2	č.33	58	162	18	37	9	3	0	1	
2	č.34	62	168	18	38	11	3	0	1	
2	č.35	59	165	18	37	10	3	0	1	
	PRŮMĚR	59,00	166,05	18,63	37,63	9,42	3,00	5	7	3
	SD	5,00	5,83	0,96	1,26	1,39	0,47			

Příloha 5: Souhrnná tabulka závodnic s plochou nohou

VT	Závodník	Hmotnost [kg]	Výška [cm]	Věk [roky]	Velikost obuvi [EU]	Působení ve sportu [roky]	Počet tréninků/týden	Cviky na posílení nož.klenby	Cvičení na bosu	Ortopedické vložky
1	č.36	63	160	24	38	17	5	1	1	1
1	č.37	66	168	18	38	10	4	0	0	0
1	č.38	59	168	19	38	9	4	0	0	0
1	č.39	60	164	18	39	9	5	1	1	1
1	č.40	52	162	18	36	8	5	1	1	1
1	č.41	59	162	18	37	8	4	0	1	0
1	č.42	57	165	18	37	10	3	0	0	0
1	č.43	63	169	21	40	10	3	0	0	0
1	č.44	54	158	18	38	11	4	0	0	1
1	č.45	47	160	18	37	10	4	1	1	0
1	č.46	59	160	19	38	12	4	1	1	0
1	č.47	62	165	19	39	11	3	0	1	1
1	č.48	65	173	18	39	10	3	1	1	1
1	č.49	58	168	18	39	10	4	1	1	0
1	č.50	69	167	21	38	13	3	0	0	0
1	č.51	68	165	22	38	15	3	0	0	0
1	č.52	58	157	19	36	11	3	0	0	0
1	č.53	60	168	21	36	13	3	0	0	0
1	č.54	68	165	22	37	13	3	0	0	1
1	č.55	58	156	22	38	10	3	0	0	0
1	č.56	55	159	19	37	9	3	0	0	0
1	č.57	57	161	18	39	8	3	0	0	0
1	č.58	60	163	18	39	11	4	1	1	0
1	č.59	59	165	18	40	10	4	1	1	0
1	č.60	61	164	19	39	10	4	1	1	1
PRŮMĚR		59,88	163,68	19,32	38,00	10,72	3,64	10	12	8
SD		5,09	4,19	1,75	1,15	2,15	0,70			
2	č.61	59	170	18	38	11	3	0	0	0
2	č.62	53	166	18	38	10	3	0	0	0
2	č.63	62	165	19	39	12	3	0	0	0
2	č.64	66	163	19	37	12	3	0	0	0
2	č.65	65	168	18	37	11	3	1	1	0
2	č.66	54	158	18	37	10	2	1	1	0
2	č.67	60	164	19	37	13	2	0	1	0
2	č.68	66	170	21	38	14	3	1	1	1
2	č.69	61	160	21	39	10	4	0	0	1
2	č.70	64	175	27	38	19	4	1	0	1
2	č.71	61	158	20	38	11	4	0	0	0
2	č.72	55	164	18	39	10	3	0	0	0

FF VT1
(N=25)FF VT2
(N=25)

2	č.73	61	163	18	36	8	3	0	0	0
2	č.74	67	161	18	36	11	3	0	0	0
2	č.75	55	160	19	38	12	2	0	0	0
2	č.76	47	160	18	38	11	2	0	0	0
2	č.77	57	170	18	37	10	2	0	0	0
2	č.78	60	170	21	37	14	3	0	0	0
2	č.79	61	163	18	38	11	3	0	0	0
2	č.80	65	163	18	37	10	3	0	0	0
2	č.81	57	165	18	38	9	3	0	0	0
2	č.82	54	173	19	37	11	3	0	0	0
2	č.83	50	170	18	37	12	3	0	0	0
2	č.84	65	169	18	37	11	3	0	0	0
2	č.85	75	178	19	39	12	3	0	0	0
PRŮMĚR		60,00	165,84	19,04	37,60	11,40	2,92	4	4	3
SD		6,14	5,30	1,95	0,87	2,10	0,57			

Příloha 6: Souhrnná tabulka závodnic s vysokou nohou

VT	Závodník	Hmotnost [kg]	Výška [cm]	Věk [roky]	Velikost obuvi [EU]	Působení ve sportu [roky]	Počet tréninků/týden	Cviky na posílení nož.klenby	Cvičení na bosu	Ortopedické vložky
HF VT1 (N=3)	1	59	160	21	37	15	5	1	1	1
	1	58	159	18	38	11	4	0	0	0
	1	55	165	19	36	10	4	0	0	0
	PRŮMĚR	57,33	161,33	19,33	37,00	12,00	4,33	1	1	1
	SD	2,08	3,21	1,53	1,00	2,65	0,58			
HF VT2 (N=2)	2	61	165	20	37	10	3	0	0	0
	2	63	170	19	37	11	3	0	0	0
		PRŮMĚR	62,00	167,50	19,50	37,00	10,50	3	0	0
	SD	1,41	3,54	0,71	0,00	0,71	0			

Příloha 7: Souhrnná tabulka pro 1. VT, hodnoty Fmax a Fmax rel.

	VT	Závodník	Fmax L	Fmax P	průměr Fmax	Fmax rel. L	Fmax rel. P	průměr Fmax rel.
NF (n=16)	1	č.1	1577	1640	1608,5	3,09	3,21	3,15
	1	č.2	1958	2007	1982,5	4,24	4,35	4,30
	1	č.3	2056	2055	2055,5	3,67	3,67	3,67
	1	č.4	1709	1716	1712,5	3,55	3,56	3,56
	1	č.5	1470	1393	1431,5	2,99	2,83	2,91
	1	č.6	1316	1283	1299,5	2,16	2,1	2,13
	1	č.7	1885	1767	1826	3,25	3	3,13
	1	č.8	1808	1913	1860,5	2,87	3	2,94
	1	č.9	1404	1421	1412,5	2,46	2,49	2,48
	1	č.10	1818	1661	1739,5	3,08	2,82	2,95
	1	č.11	2183	2215	2199	3,64	3,7	3,67
	1	č.12	1818	1896	1857	3,03	3,16	3,10
	1	č.13	1846	1803	1824,5	3,42	3,34	3,38
	1	č.14	1767	1796	1781,5	3	3	3,00
	1	č.15	1838	1778	1808	2,97	2,87	2,92
	1	č.16	1522	1558	1540	2,62	2,69	2,66
		PRŮMĚR	1748,44	1743,88	1746,16	3,13	3,11	3,12
		SD	237	250,39	241,11	0,51	0,54	0,52
FF (n=25)	1	č.36	1673	1835	1754	2,7	2,96	2,83
	1	č.37	2080	2200	2140	3,21	3,55	3,38
	1	č.38	1578	1707	1642,5	2,72	2,94	2,83
	1	č.39	1368	1399	1383,5	2,32	2,37	2,345
	1	č.40	2328	2301	2314,5	4,56	4,51	4,535
	1	č.41	2031	1949	1990	3,5	3,36	3,43
	1	č.42	1789	1925	1857	3,19	3,44	3,315
	1	č.43	1505	1980	1742,5	2,43	3,2	2,815
	1	č.44	2353	2212	2282,5	4,44	4,17	4,305
	1	č.45	1924	1889	1906,5	4,17	4,69	4,43
	1	č.46	1937	1934	1935,5	3,34	3,34	3,34
	1	č.47	2179	2245	2212	3,58	3,69	3,635
	1	č.48	1623	1796	1709,5	2,54	2,81	2,675
	1	č.49	1608	1608	1608	2,82	2,82	2,82
	1	č.50	1691	1597	1644	2,49	2,35	2,42
	1	č.51	1935	2136	2035,5	2,9	3,2	3,05
	1	č.52	1678	1630	1654	2,94	2,86	2,9
	1	č.53	1720	1589	1654,5	2,92	2,69	2,805
	1	č.54	1940	1985	1962,5	2,9	2,97	2,935
	1	č.55	1977	2074	2025,5	3,47	3,64	3,555
	1	č.56	1855	1878	1866,5	3,43	3,48	3,455
	1	č.57	1610	1490	1550	2,87	2,66	2,765
	1	č.58	1937	1880	1908,5	3,29	3,19	3,24
	1	č.59	1869	1855	1862	3,22	3,2	3,21
1	č.60	1921	1985	1953	3,21	3,31	3,26	
		PRŮMĚR	1844,36	1883,16	1863,76	3,17	3,26	3,21
		SD	244,26	240,85	233,14	0,58	0,58	0,57
HF (n=3)	1	č.86	1492	1479	1485,5	2,57	2,55	2,56
	1	č.87	1313	1387	1350	2,3	2,43	2,365
	1	č.88	1815	1705	1760	3,36	3,16	3,26
			PRŮMĚR	1540	1523,67	1531,83	2,74	2,71
		SD	254,42	163,64	208,89	0,55	0,39	0,47

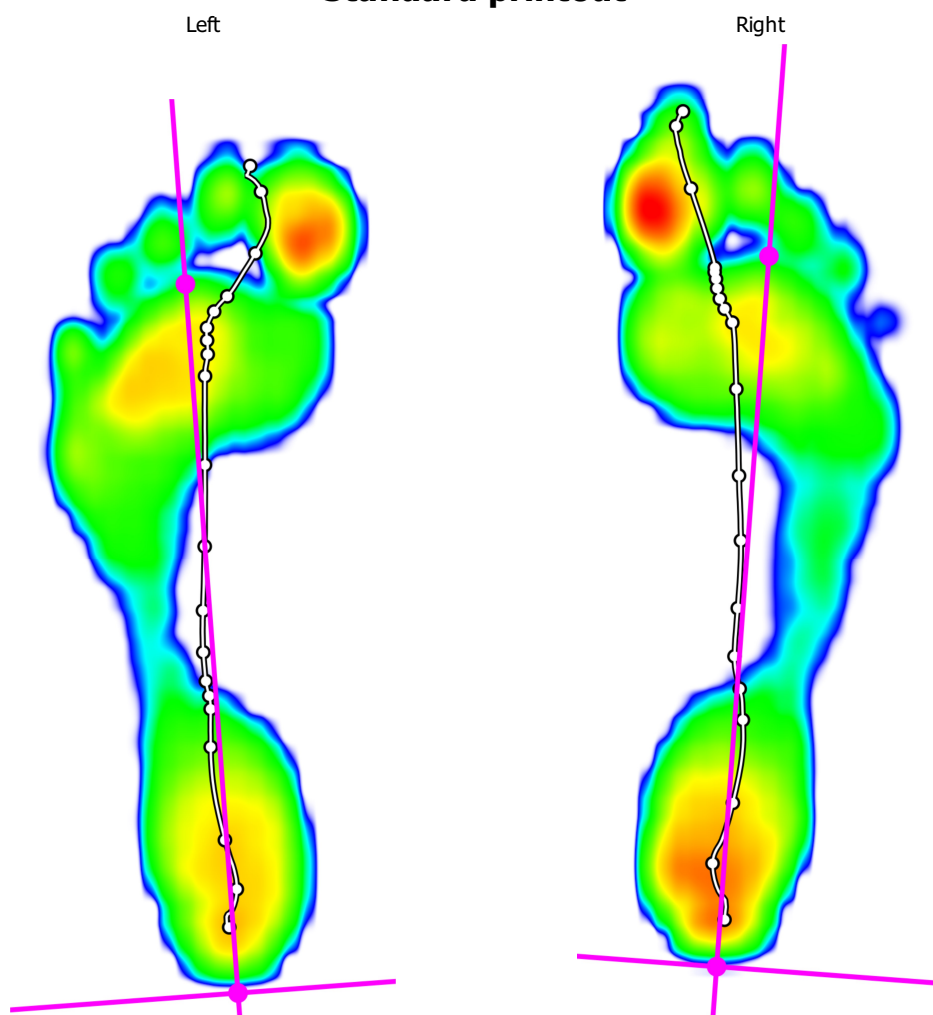
Příloha 8: Souhrnná tabulka pro 2. VT, hodnoty Fmax a Fmax rel.

	VT	Závodník	Fmax L	Fmax P	průměr Fmax	Fmax rel. L	Fmax rel. P	průměr Fmax rel.
NF (n=19)	2	č.17	1610	1604	1607	2,87	2,86	2,865
	2	č.18	2148	2092	2120	3,22	3,13	3,175
	2	č.19	1775	1694	1734,5	2,78	2,65	2,715
	2	č.20	1810	1624	1717	3,28	2,75	3,015
	2	č.21	2050	2387	2218,5	3,31	3,86	3,585
	2	č.22	1693	1690	1691,5	2,92	2,91	2,915
	2	č.23	1461	1457	1459	2,97	2,97	2,97
	2	č.24	2048	2277	2162,5	3,59	4	3,795
	2	č.25	1755	1822	1788,5	3,25	3,37	3,31
	2	č.26	1899	2026	1962,5	3,22	3,44	3,33
	2	č.27	1684	1702	1693	2,72	2,75	2,735
	2	č.28	1683	1851	1767	2,63	2,9	2,765
	2	č.29	1560	1688	1624	2,74	2,96	2,85
	2	č.30	1709	1716	1712,5	2,9	2,91	2,905
	2	č.31	1717	1645	1681	3,36	3,22	3,29
	2	č.32	1696	1782	1739	3,52	3,7	3,61
	2	č.33	1577	1640	1608,5	2,77	2,88	2,825
	2	č.34	1958	2007	1982,5	3,21	3,29	3,25
	2	č.35	2056	2055	2055,5	3,55	3,55	3,55
		PRŮMĚR	1783,63	1829,42	1806,53	3,10	3,16	3,13
		SD	192,35	246,36	212,85	0,31	0,40	0,33
FF (n=25)	2	č.61	1572	1642	1607	2,71	2,83	2,77
	2	č.62	1330	1286	1308	2,55	2,47	2,51
	2	č.63	1696	1671	1683,5	2,78	2,74	2,76
	2	č.64	2124	2028	2076	3,28	3,13	3,205
	2	č.65	2148	2092	2120	3,36	3,28	3,32
	2	č.66	1705	1903	1804	3,21	3,59	3,4
	2	č.67	2066	2145	2105,5	3,51	3,64	3,575
	2	č.68	1696	1720	1708	2,61	2,65	2,63
	2	č.69	1676	1616	1646	2,8	2,7	2,75
	2	č.70	2528	2430	2479	4	3,87	3,935
	2	č.71	1787	1895	1841	2,98	3,166	3,073
	2	č.72	1912	1870	1891	3,54	3,46	3,5
	2	č.73	1469	1575	1522	2,45	2,63	2,54
	2	č.74	1362	1376	1369	2	2,09	2,045
	2	č.75	2196	2460	2328	4,07	4,55	4,31
	2	č.76	1854	1865	1859,5	4,02	3,45	3,735
	2	č.77	2263	2205	2234	4,04	3,94	3,99
	2	č.78	1953	1819	1886	3,31	3,09	3,2
	2	č.79	1703	1612	1657,5	2,84	2,69	2,765
	2	č.80	2130	2332	2231	3,34	3,65	3,495
	2	č.81	2190	2145	2167,5	3,91	3,83	3,87
2	č.82	1996	2032	2014	3,76	3,83	3,795	
2	č.83	1562	1709	1635,5	3,18	3,48	3,33	
2	č.84	1788	1656	1722	2,8	2,59	2,695	
2	č.85	1758	1808	1783	2,38	2,45	2,415	
		PRŮMĚR	1858,56	1875,68	1867,12	3,18	3,19	3,18
		SD	298,54	305,20	296,99	0,59	0,60	0,58
HF (n=2)	2	č.89	1837	2052	1944,5	3	3,4	3,2
	2	č.90	1650	1765	1707,5	2,66	2,85	2,755
			PRŮMĚR	1743,50	1908,50	1826	2,83	3,13
		SD	132,23	202,94	167,58	0,24	0,39	0,31

Příloha 9: Výsledek měření žáka s normální nohou diagnostikovanou pomocí tenzometrické desky Footscan®

Person information			
Name:	██████████	Date of birth:	20.06.1999
Address:		Gender:	Female
City:	CZ	Weight:	52.00 kg
Telephone:		Shoe size:	38 EU - 253.3 mm
Mobile:		Recording:	Session 1
Fax:		Recording date:	08.10.2023
E-mail:		Recording time:	15:01

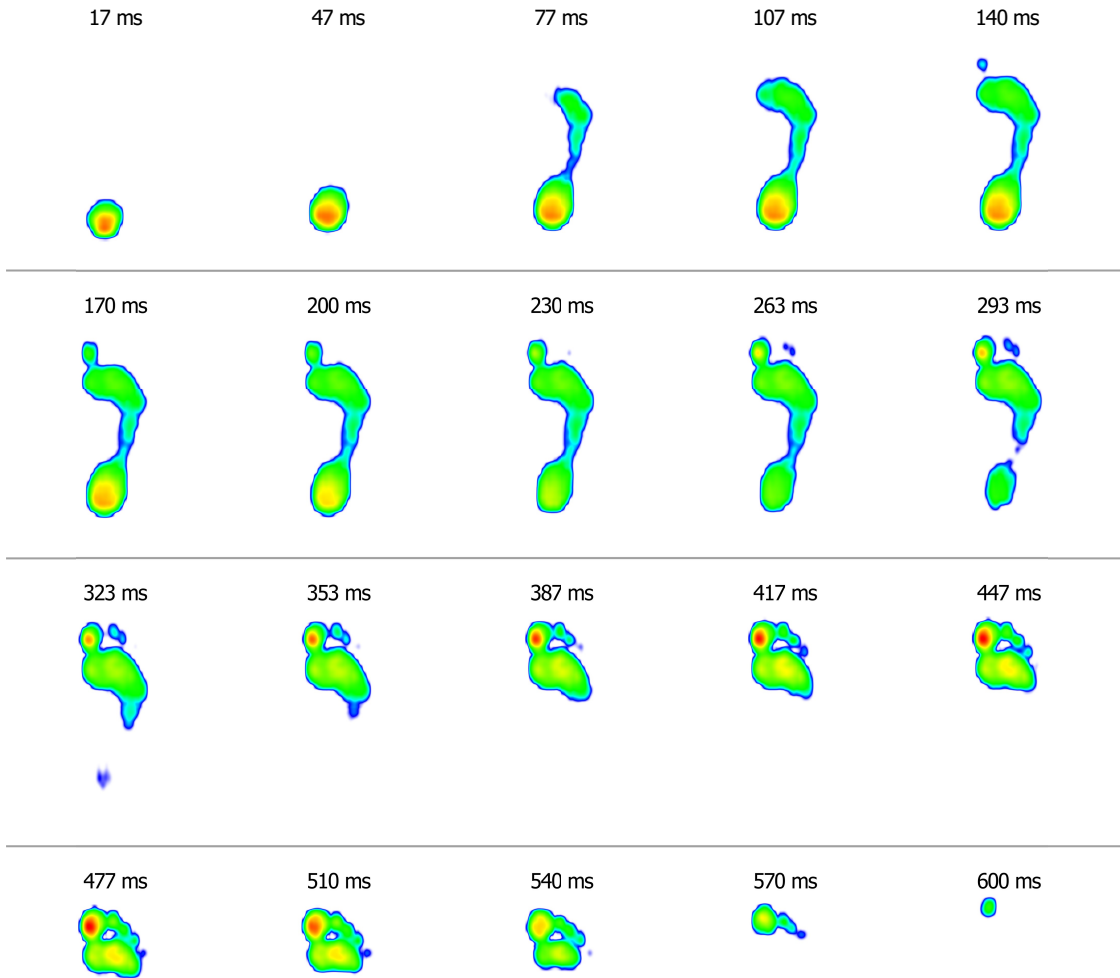
Standard printout



Person information

Name:	██████████	Date of birth:	20.06.1999
Address:		Gender:	Female
City:	CZ	Weight:	52.00 kg
Telephone:		Shoe size:	38 EU - 253.3 mm
Mobile:		Recording:	Session 1
Fax:		Recording date:	08.10.2023
E-mail:		Recording time:	15:01

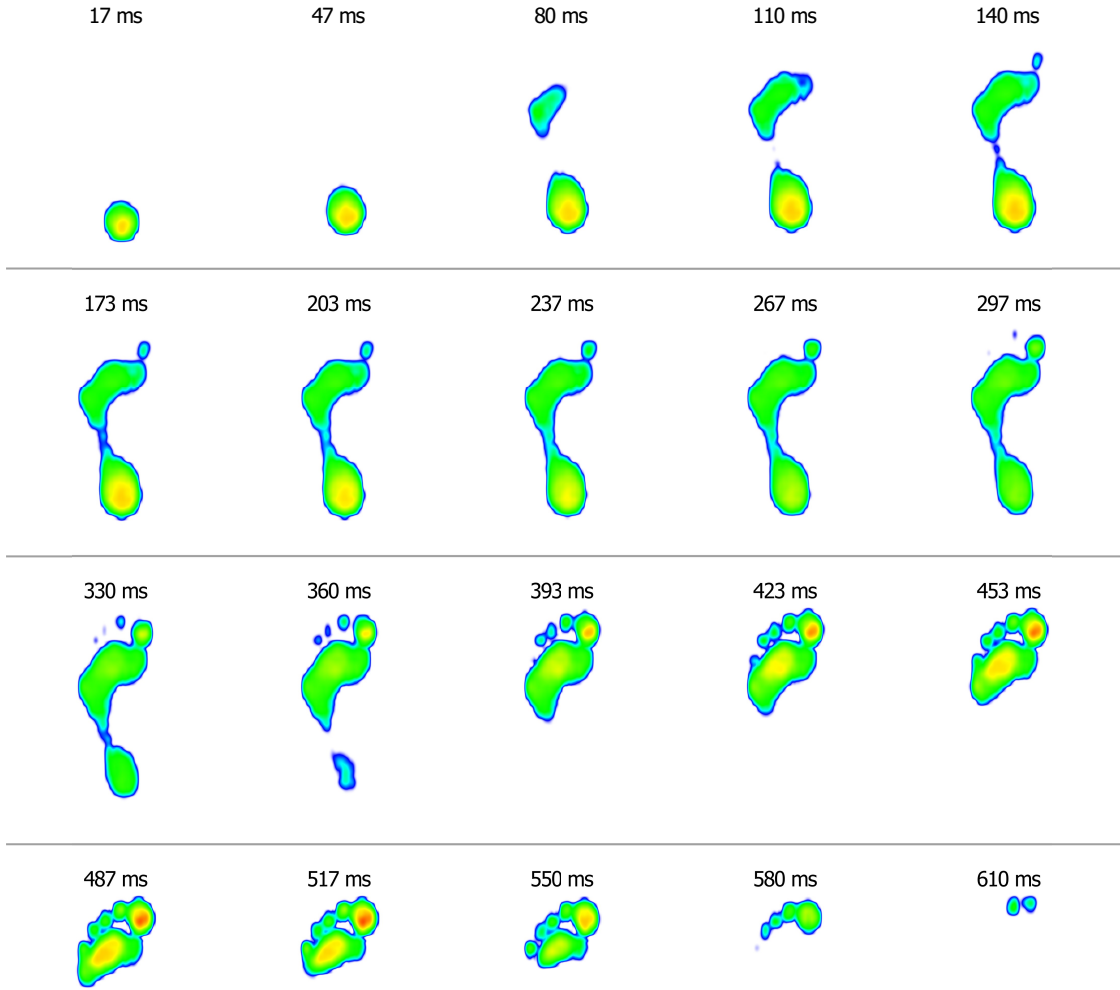
Roll off printout (Right)



Person information

Name:	██████████	Date of birth:	20.06.1999
Address:		Gender:	Female
City:	CZ	Weight:	52.00 kg
Telephone:		Shoe size:	38 EU - 253.3 mm
Mobile:		Recording:	Session 1
Fax:		Recording date:	08.10.2023
E-mail:		Recording time:	15:01

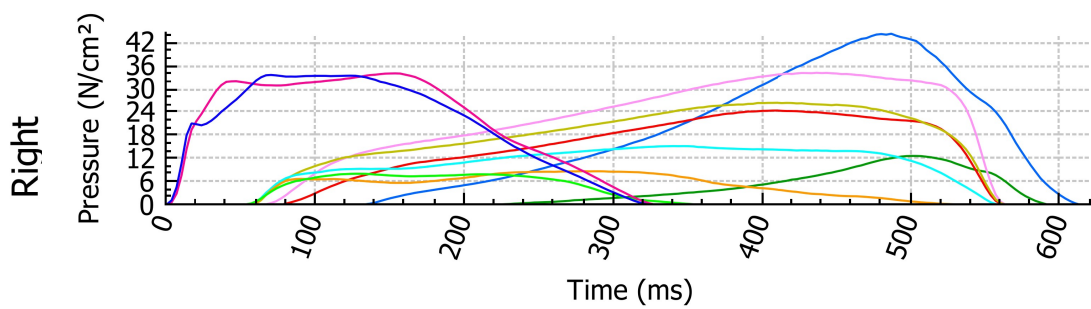
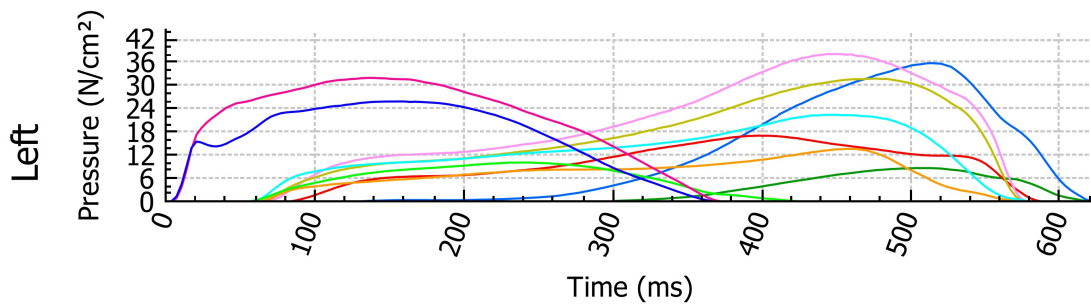
Roll off printout (Left)



Person information

Name:	██████████	Date of birth:	20.06.1999
Address:		Gender:	Female
City:	CZ	Weight:	52.00 kg
Telephone:		Shoe size:	38 EU - 253.3 mm
Mobile:		Recording:	Session 1
Fax:		Recording date:	08.10.2023
E-mail:		Recording time:	15:01

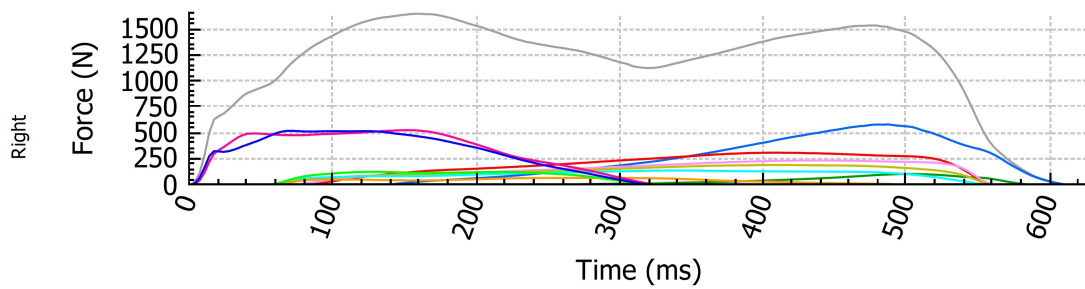
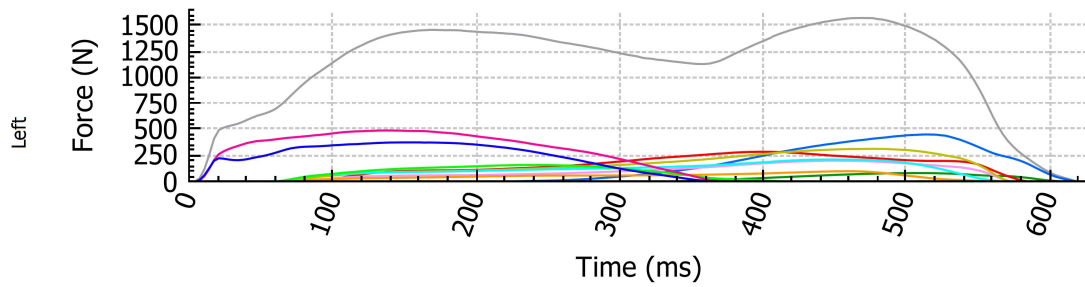
Pressure per zone printout



Person information

Name:	██████████	Date of birth:	20.06.1999
Address:		Gender:	Female
City:	CZ	Weight:	52.00 kg
Telephone:		Shoe size:	38 EU - 253.3 mm
Mobile:		Recording:	Session 1
Fax:		Recording date:	08.10.2023
E-mail:		Recording time:	15:01

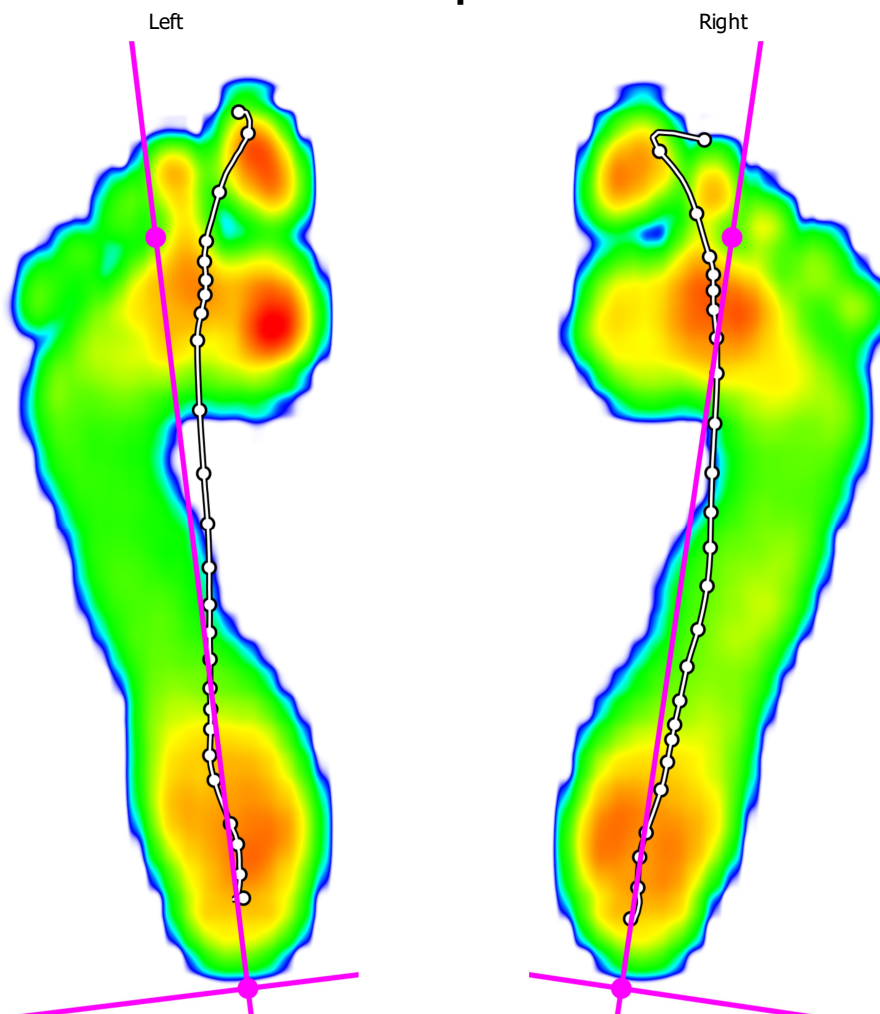
Force per zone printout



Příloha 10: Výsledek měření žáka s plochou nohou diagnostikovanou pomocí tenzometrické desky Footscan®

Person information			
Name:	██████████	Date of birth:	17.10.2002
Address:		Gender:	Female
City:	CZ	Weight:	50.00 kg
Telephone:		Shoe size:	37 EU - 246.7 mm
Mobile:		Recording:	Session 1
Fax:		Recording date:	08.10.2023
E-mail:		Recording time:	15:06

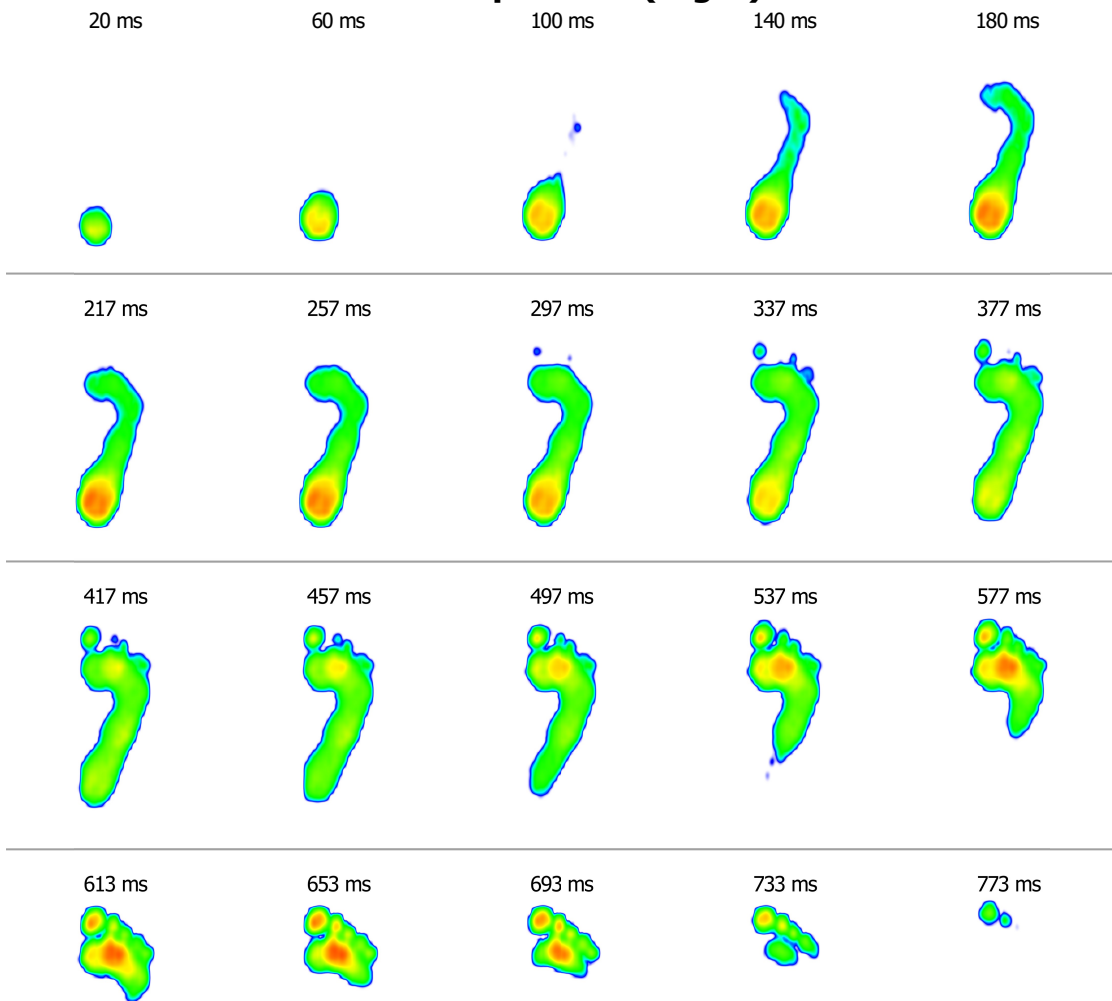
Standard printout



Person information

Name:	Zuzana Pěšáková	Date of birth:	17.10.2002
Address:		Gender:	Female
City:	CZ	Weight:	50.00 kg
Telephone:		Shoe size:	37 EU - 246.7 mm
Mobile:		Recording:	Session 1
Fax:		Recording date:	08.10.2023
E-mail:		Recording time:	15:06

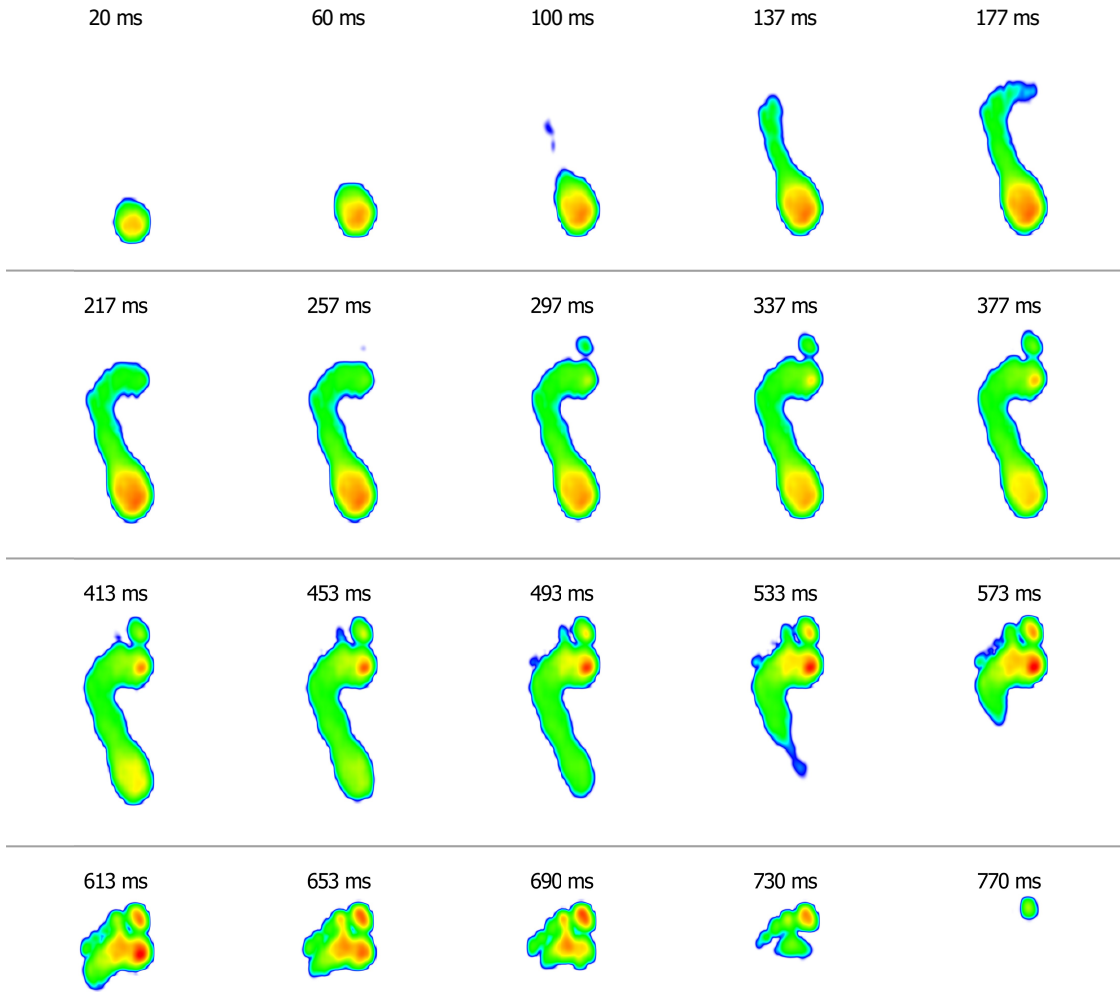
Roll off printout (Right)



Person information

Name:	██████████	Date of birth:	17.10.2002
Address:		Gender:	Female
City:	CZ	Weight:	50.00 kg
Telephone:		Shoe size:	37 EU - 246.7 mm
Mobile:		Recording:	Session 1
Fax:		Recording date:	08.10.2023
E-mail:		Recording time:	15:06

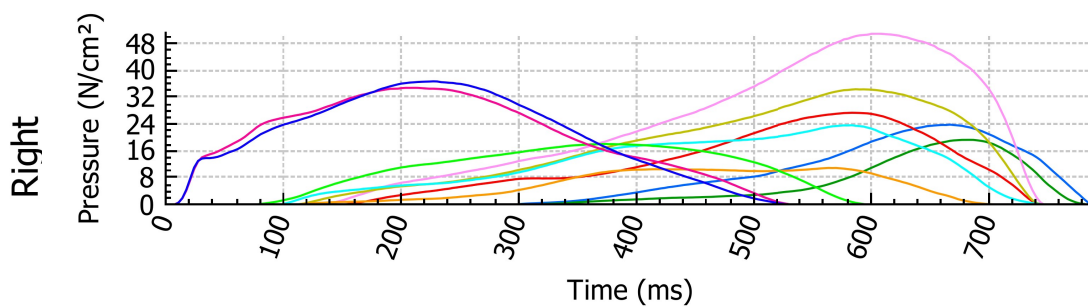
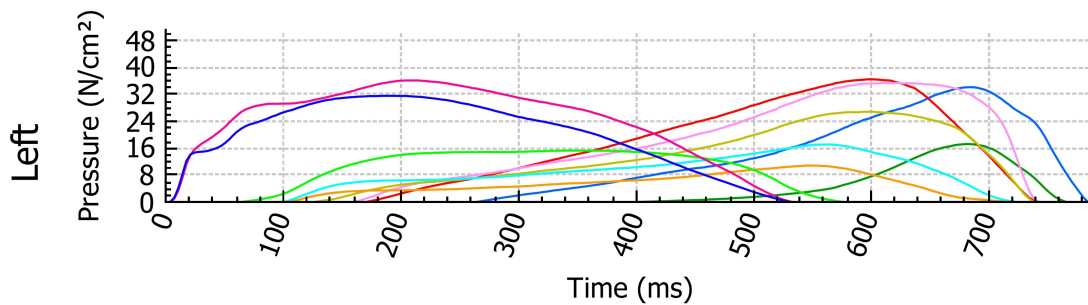
Roll off printout (Left)



Person information

Name:	██████████	Date of birth:	17.10.2002
Address:		Gender:	Female
City:	CZ	Weight:	50.00 kg
Telephone:		Shoe size:	37 EU - 246.7 mm
Mobile:		Recording:	Session 1
Fax:		Recording date:	08.10.2023
E-mail:		Recording time:	15:06

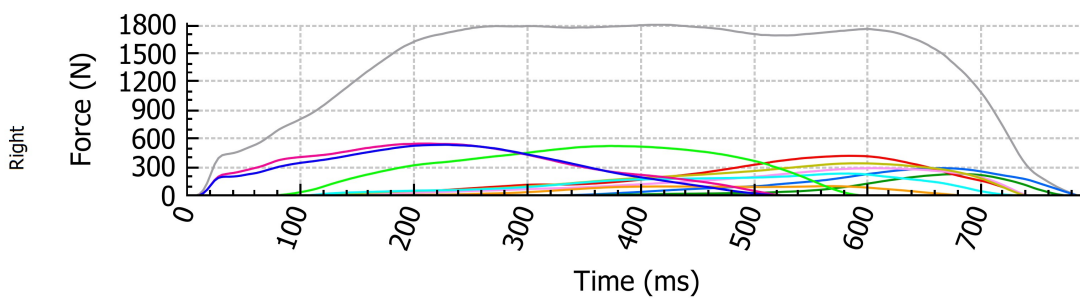
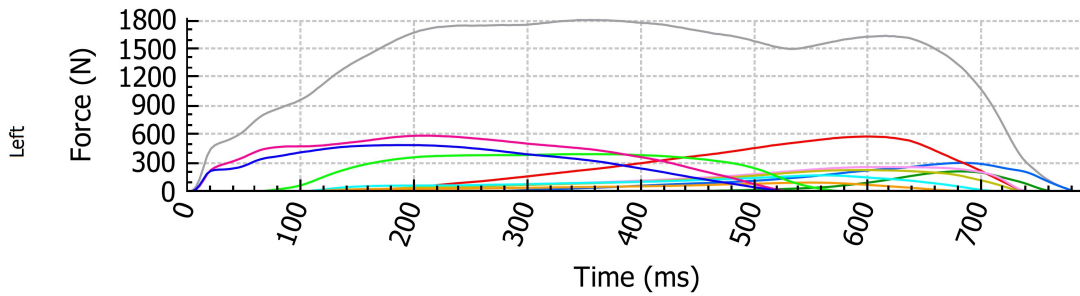
Pressure per zone printout



Person information

Name:	██████████	Date of birth:	17.10.2002
Address:		Gender:	Female
City:	CZ	Weight:	50.00 kg
Telephone:		Shoe size:	37 EU - 246.7 mm
Mobile:		Recording:	Session 1
Fax:		Recording date:	08.10.2023
E-mail:		Recording time:	15:06

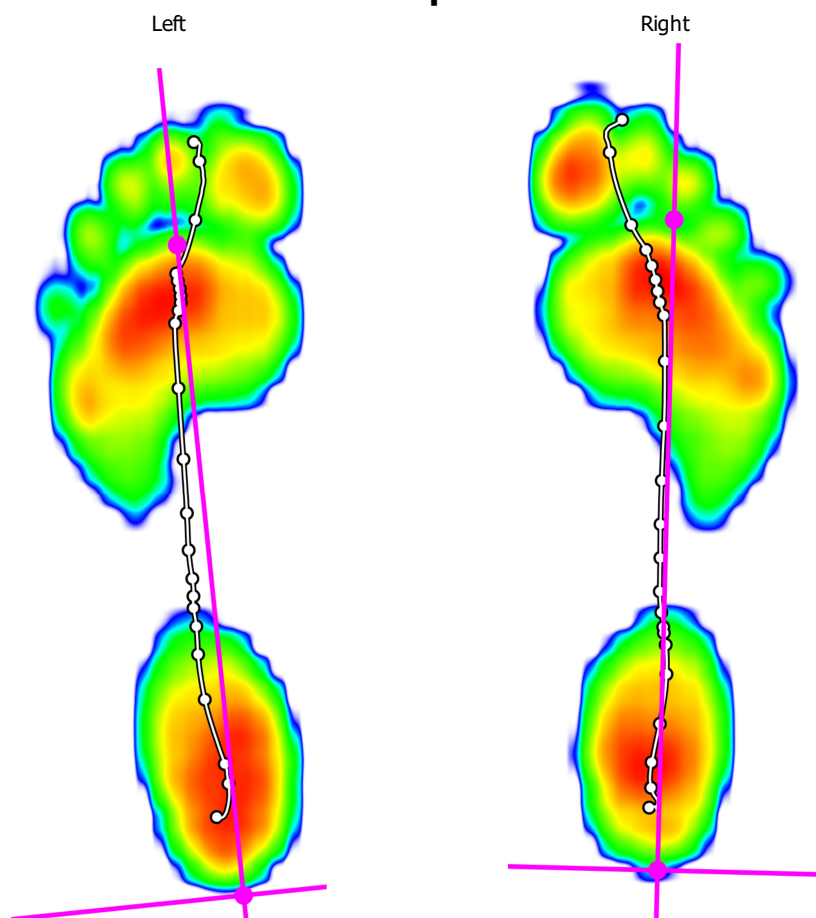
Force per zone printout



Příloha 11: Výsledek měření žáka s vysokou nohou diagnostikovanou pomocí tenzometrické desky Footscan®

Person information			
Name:	████████████████████	Date of birth:	26.11.2002
Address:		Gender:	Female
City:	CZ	Weight:	47.00 kg
Telephone:		Shoe size:	35 EU - 233.3 mm
Mobile:		Recording:	Session 1
Fax:		Recording date:	15.10.2023
E-mail:		Recording time:	17:25

Standard printout

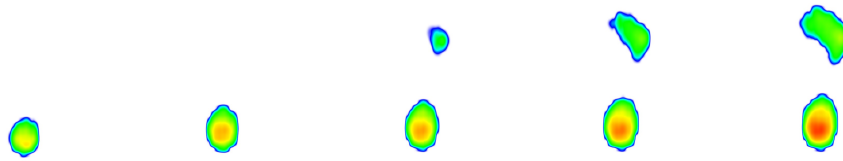


Person information

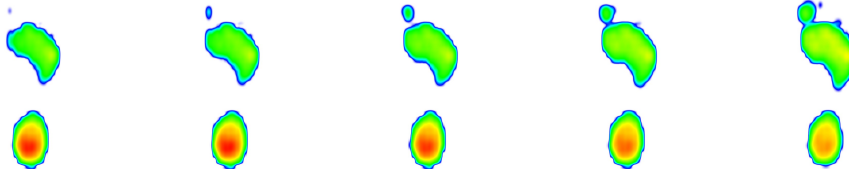
Name:	████████████████████	Date of birth:	26.11.2002
Address:		Gender:	Female
City:	CZ	Weight:	47.00 kg
Telephone:		Shoe size:	35 EU - 233.3 mm
Mobile:		Recording:	Session 1
Fax:		Recording date:	15.10.2023
E-mail:		Recording time:	17:25

Roll off printout (Right)

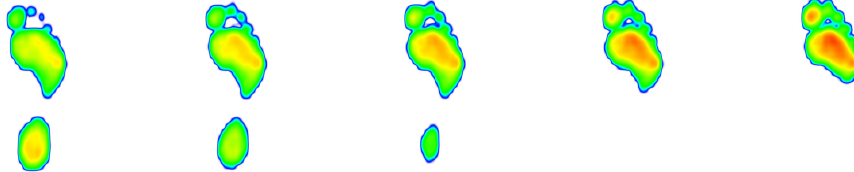
20 ms 57 ms 97 ms 133 ms 173 ms



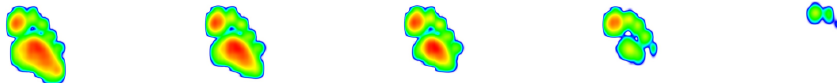
210 ms 247 ms 287 ms 323 ms 363 ms



400 ms 440 ms 477 ms 517 ms 553 ms



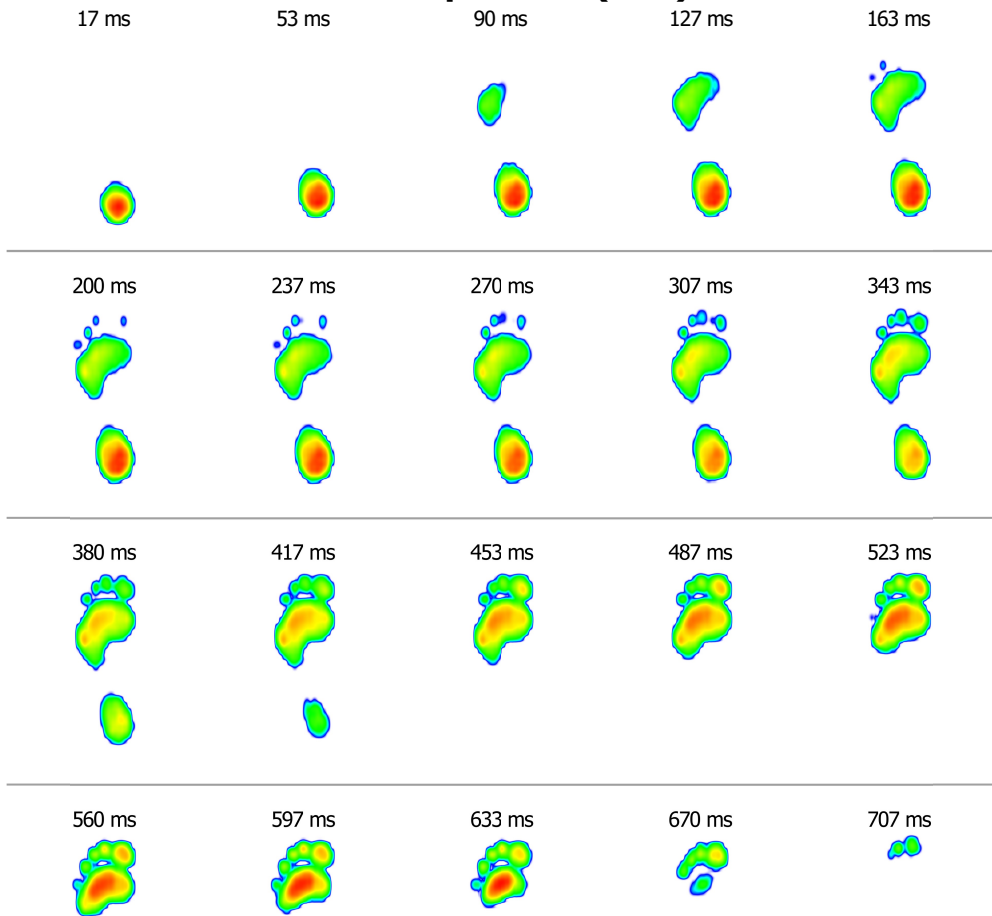
590 ms 630 ms 667 ms 707 ms 743 ms



Person information

Name:	████████████████████	Date of birth:	26.11.2002
Address:		Gender:	Female
City:	CZ	Weight:	47.00 kg
Telephone:		Shoe size:	35 EU - 233.3 mm
Mobile:		Recording:	Session 1
Fax:		Recording date:	15.10.2023
E-mail:		Recording time:	17:25

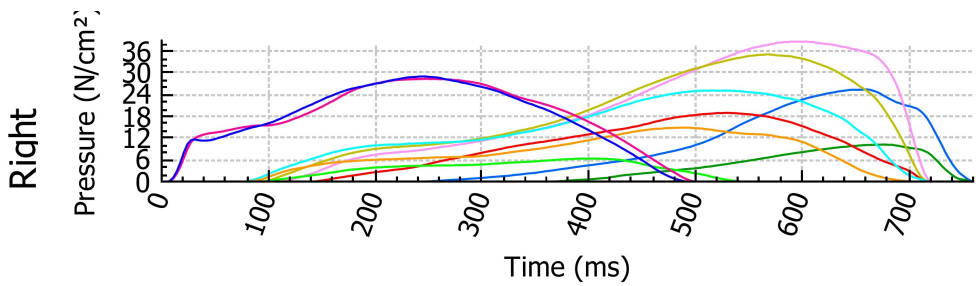
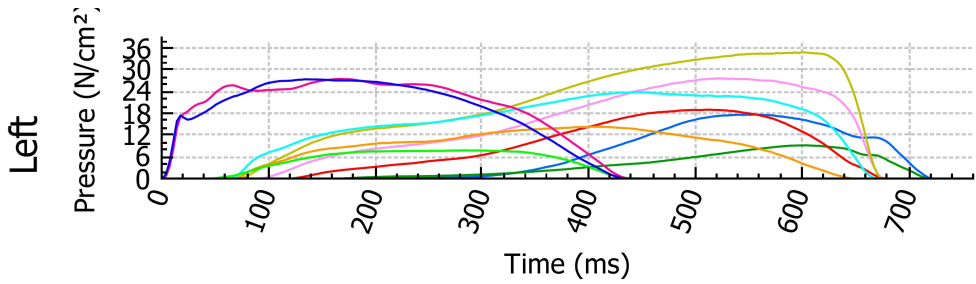
Roll off printout (Left)



Person information

Name:	████████████████████	Date of birth:	26.11.2002
Address:		Gender:	Female
City:	CZ	Weight:	47.00 kg
Telephone:		Shoe size:	35 EU - 233.3 mm
Mobile:		Recording:	Session 1
Fax:		Recording date:	15.10.2023
E-mail:		Recording time:	17:25

Pressure per zone printout



Person information

Name:	████████████████████	Date of birth:	26.11.2002
Address:		Gender:	Female
City:	CZ	Weight:	47.00 kg
Telephone:		Shoe size:	35 EU - 233.3 mm
Mobile:		Recording:	Session 1
Fax:		Recording date:	15.10.2023
E-mail:		Recording time:	17:25

Force per zone printout

