

UNIVERZITA KARLOVA
FAKULTA TĚLESNÉ VÝCHOVY A SPORTU

Katedra fyzioterapie

**Posturální stabilita měřená Y-balance testem u dívek,
které se věnují sportovnímu aerobiku a sportovní
gymnastice**

Diplomová práce

Vedoucí diplomové práce:

PhDr. Tereza Nováková, PhD.

Vypracovala:

Veronika Sosnovcová

Praha, 2021

Prohlášení

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

V Praze, dne: _____

podpis autora práce

Poděkování

Velké poděkování patří mé vedoucí práce PhDr. Tereze Novákové, PhD. za ochotu, trpělivost a skvělé vedení této diplomové práce. Děkuji také Mgr. Janu Vávrovi za konzultace ke statistické analýze. Dále bych ráda poděkovala vedoucím klubů (Aerobik studio Dvojka Sedlčany, Fitness Center Bány a Hanky Šulcové, GYMPRA – Gymnastická Akademie Praha, Oddíl sportovní gymnastiky TJ Bohemians Praha, TJ Sokol Příbram, TJ Slovan Praha), kteří mi dovolili provádět veškeré měření v jejich prostorách a umožnili mi kontakt s jejich svěřenci i přes tuto složitou dobu v časech pandemie COVID-19. V neposlední řadě mé díky patří samotným dívkám, které se ochotně staly probandkami mého měření, a jejich rodičům, kteří jejich účast povolili.

Abstrakt

Autor: Veronika Sosnovcová

Název: Posturální stabilita měřená Y-balance testem u dívek, které se věnují sportovnímu aerobiku a sportovní gymnastice

Cíl: Cílem této diplomové práce je zjistit, jaký je rozdíl v posturální stabilitě u dívek ze sportovního aerobiku a ze sportovní gymnastiky. Porovnat sportovkyně z různých věkových kategoriích a zjistit, zdali se s vyšším věkem posturální stabilita zlepšuje. Dále se také práce snaží objasnit, zdali má na posturální stabilitu vliv hypermobilita.

Metody: Výzkumu se zúčastnilo 79 dívek – 42 ze sportovního aerobiku a 37 ze sportovní gymnastiky. Dívky byly ve věku od 8 let až po dospělé závodnice. Veškeré měření probíhalo v tělocvičnách zúčastněných klubů od října 2021 do února 2022. Dívky podstoupily měření dynamické posturální stability pomocí Y-balance testu a hypermobility pomocí Beightonova skóre. Pro vyhodnocení byl použit program Microsoft Excel 365 a statistický software R (verze 4.0.3). Výsledky byly zpracovány pomocí modelu lineární regrese. Jako hladina statistické významnosti byla považována $\alpha=0,005$.

Výsledky: Studie ukázala, že existuje statisticky významný rozdíl v posturální stabilitě u cvičitelek aerobiku a gymnastek. Statisticky významný rozdíl je při hodnocení napříč všemi věkovými kategoriemi současně, tak i po rozdělení ve věkové kategorii 11-13 let na obě DKK a ve věkové kategorii 8-10let na nedominantní DK. Naopak nebylo potvrzeno zlepšování či zhoršování posturální stability s věkem ani se zvyšující se hypermobilitou.

Klíčová slova: posturální stabilita, Y-balance test, hypermobilita, Beightonovo skóre, sportovní aerobik, sportovní gymnastika, věk

Abstract

Author: Veronika Sosnovcová

Title: Postural stability measured by the Y-balance test in girls who practice sports aerobics and sports gymnastics.

Objectives: The aim of this diploma thesis is to find out the difference in postural stability in girls from sports aerobics and artistic gymnastics. Compare the athletes from different age categories and see if the postural stability improves with age. The diploma thesis also tries to clarify the effect of hypermobility on postural control.

Methods: 79 girls – 42 from sports aerobics and 37 from sports gymnastics – participated in this research. Probandes were from 8 years old to adult girls. All the measurements were done in the gyms of the participating clubs from October 2021 to February 2022. The girls were measured by Y-balance test which tests their dynamic postural balance and by Beighton score which tests their hypermobility. Microsoft Excel 365 and statistical software R (version 4.0.3.) were used for evaluation of results. The results were processed using a linear regression model. As a level of statistical significance was considered $\alpha=0,005$.

Results: This study showed that there are statistically significant differences in postural stability between girls from sports gymnastics and sports aerobics. The significant difference is in evaluation of all age groups together and also separately in group 11-13 years for dominant and nondominant lower extremity and in group 8-10 year for nondominant lower extremity. On the other side there hasn't been confirmed improving of postural control with ages neither worsening with higher level of hypermobility.

Keywords: postural balance, Y-balance test, hypermobility, Beighton score, sports aerobics, sports gymnastics, age

Seznam použitých zkratek

SEBT – star excursion balance test

VT – výkonnostní třída

DK – dolní končetina (DKK množné číslo)

HK – horní končetina (HKK množné číslo)

SG – sportovní gymnastika

SA – sportovní aerobik

KI – konfidenční interval

č. – číslo

tab. – tabulka

obr. – obrázek

CNS – centrální nervová soustava

m. - musculus

CMP – centrální mozková příhoda

s – sekunda

Obsah

1	Úvod	12
2	Teoretická východiska	14
2.1	Posturální funkce	14
2.1.1	Posturální stabilita	15
2.1.2	Posturální stabilizace	16
2.1.3	Posturální reaktibilita	16
2.2	Řízení posturální funkce	17
2.3	Faktory ovlivňující posturální stabilitu	18
2.3.1	Sport	18
2.3.2	Hypermobilita	20
2.3.3	Věk	21
2.3.4	Pohlaví	23
2.3.5	Další faktory	24
2.4	Hodnocení posturální stability	25
2.4.1	SEBT, Y-balance test	25
2.4.2	Další klinické testy	27
2.4.3	NeuroCom SMART EquiTest	28
2.5	Hodnocení hypermobility	29
2.5.1	Beightonova škála/skóre	29
2.5.2	Další hodnocení hypermobility	30
2.6	Pohybová aktivita a sport	31
2.7	Vztah dítě a sport	33
2.8	Sportovní gymnastika	36
2.8.1	Definice	36
2.8.2	Soutěže	36
2.8.3	Věkové kategorie a výkonnost	38

2.9	Sportovní aerobik	39
2.9.1	Definice sportu.....	39
2.9.2	Soutěže	39
2.9.3	Věkové kategorie	40
2.9.4	Výkonnostní třídy	40
2.10	Posturální stabilita sportovců jako prediktor zranění.....	42
2.11	Možnosti zlepšení posturální stability.....	43
3	Cíl a úkoly práce, hypotézy.....	44
3.1	Cíl práce	44
3.2	Úkol práce	44
3.3	Výzkumné otázky	44
3.4	Hypotézy	44
4	Metodika práce	46
4.1	Popis sledovaného/výzkumného souboru	46
4.2	Použité metody	47
4.3	Sběr dat	50
4.4	Analýza dat.....	50
5	Výsledky	52
5.1	Výsledky měření.....	52
5.2	Testování hypotéz.....	55
6	Diskuse.....	61
6.1	Diskuse k hypotéze č. 1 a 3	61
6.2	Diskuse k hypotéze č. 2	62
6.3	Diskuse k hypotéze č. 4	64
6.4	Diskuse nad metodami měření	65
6.5	Diskuse k limitacím výzkumu.....	66
7	Závěr	67

8	Zdroje.....	68
9	SEZNAM PŘÍLOH	78

1 Úvod

Tato diplomová práce se zabývá vlivem různých sportů na dynamickou posturální stabilitu. Konkrétně se zde porovnává sportovní aerobik a sportovní gymnastika. Byla provedena spousta studií, které porovnávaly různé sporty, sportovce s běžnou populací, hodnotily vztah posturální stability a četnosti úrazů a podobně. Žádná se ovšem ještě nevěnovala právě těmto dvěma sportům. Oba sporty patří v České republice k velmi oblíbeným. Ve sportovním aerobiku dokonce patříme ke světovým velmocím.

Práce má dvě části. První část se věnuje teoretickým východiskům. Nejdříve je popsáno, co to vlastně postura a posturální stabilita je, čím je řízena a co všechno ji může ovlivnit. Velká část je věnována zejména vlivu sportu, věku a pohlaví. V neposlední řadě je zde také kapitola, která ukazuje, jaký význam v posturální stabilitě hraje hypermobilita. Významná část je věnována informacím o různých možnostech testování posturální stability a detailně rozpracovanému použití Y-balance testu, který je využit ve výzkumu. Popsána je zde i Beightonova škála pro zjištění hypermobility. Také jsou zde detailněji popsány sporty, kterých se výzkum týká (sportovní aerobik a sportovní gymnastika). Na závěr je také vysvětleno, jaký význam má toto testování pro sportovce a je také zmíněno pár metod, kterými se dá posturální stabilita ovlivnit. Druhá část je potom samostatný experiment.

Jelikož se těmto sportům věnují převážně dívky, je tato praktická část práce zaměřena právě pouze na ženské pohlaví. Probandkami jsou dívky, které se jednomu z těchto dvou sportů závodně věnují. Jedná se o dívky od 8 let až po dospělé závodnice.

Cílem této práce je otestovat posturální stabilitu u těchto dívek a porovnat tyto dva sporty mezi sebou. Část laické populace tyto dva sporty ani nerozlišuje a považuje je za velmi podobné. Rozdíl v těchto sportech je ovšem velký. Sportovní aerobik je založený na rytmickém odpruženém pohybu s náročnými technickými prvky a minimem statických poloh náročných na stabilitu. Ve sportovní gymnastice je naopak repetitivních poskoků minimum. Je zde mnoho akrobatických prvků a velké nároky na udržení rovnováhy ve ztížených podmínkách např. na kladině.

Proto je předpokladem, že i posturální stabilita u těchto sportovkyň bude rozdílná. Očekává se, že sportovní gymnastky budou mít lepší výsledky než cvičitelky aerobiku. A že se bude posturální stabilita se zvyšujícím se věkem zvyšovat. Což je typické i pro běžnou mladou populaci, že se s věkem posturální stabilita vlivem vývoje

a zkušeností zlepšuje. Předpokladem také je, že se vlivem tréninku a vývoje bude i rozdíl mezi gymnastkami a cvičitelkami aerobiku v jednotlivých věkových kategoriích zvyšovat.

Jelikož jsou oba sporty náročné mimo jiné i na velký rozsah pohybu v kloubech, jsou často tyto sportovkyně hypermobilní. Proto je součástí této práce také vyšetření hypermobility dle Beightona a určení, jaký vliv má právě na posturální stabilitu. Předpokladem je, že hypermobilní dívky budou mít horší posturální stabilitu vlivem zhoršené propriocepce.

2 Teoretická východiska

2.1 Posturální funkce

Postura je držení těla a jeho jednotlivých segmentů v klidu proti působení vnějších sil, nejčastěji proti tíhové síle (Kolář et al, 2009). Nejedná se pouze o statické držení těla, ale o dynamický proces, jelikož jde o zachování tohoto stavu i při měnících se vnějších podmínkách. Posturální systém musí být schopen se aktivovat již před zahájením změny, a rychle vyvinout i větší sílu při náhlém ztížení podmínek, aby nedošlo k pádu (Véle, 1995).

Při pohybu dochází k určité spolupráci a střídání funkce posturální a funkce lokomoční. I přes to, že lokomoční funkce do jisté míry posturální tlumí. Mění se pouze poměr těchto funkcí vůči sobě. Před zahájením pohybu převažuje funkce posturální. Při pohybu je hlavní funkce lokomoční. Posturální je ovšem také částečně aktivní. Jejím úkolem je zajistit plynulost, správný směr a zabránit velkému vychylování ze zamýšleného pohybu. Po pohybu přebere zase většinu práce posturální systém a tělo může zastavit ve stabilní pozici (Véle, 1995).

Důležitým faktem je, že posturální aktivita se zvyšuje už při zamýšlení provedení určitého pohybu. Následně se z postury nastaví výchozí pozice těla tzv. atituda. Z té pak může vycházet cílený pohyb. Proto je pro správné provedení pohybu tak důležitá posturální funkce (Véle, 1995).

Úroveň posturální aktivity v klidu závisí na náročnosti pozice těla. Nejlabilnější poloha těla je ve vzpřímeném stoju, kdy je těžiště těla vysoko nad opornou bází. Naopak v leže je aktivita nižší (Véle, 1995).

Jak už bylo řečeno, postura pohybu předchází a po pohybu se snaží udržet dosaženou pozici. Hlavní podíl na udržení postury má zejména osový systém těla. Většinou se ovšem jedná o pohybové aktivity, kde se zapojují do funkce i struktury pletenců a končetin (Dylevský, 2009). Nejedná se zde ovšem pouze o svalovou aktivitu, ale je také kladen vysoký nárok na řídicí funkci CNS, která musí pohyby dokonale koordinovat a neustále polohu upravovat vzhledem k měnícím se vnitřním i vnějším podmínkám. Za běžných podmínek je posturální funkce řízena podvědomě subkortikálně. Při ztěžujících se podmínkách přechází do vědomí a je řízená na kortikální úrovni. (Véle, 1995)

Pokud chceme posuzovat správnost postury, je vždy důležité koukat na člověka individuálně. Člověk není dokonalý stroj, a tak ani vzpřímené držení těla nemůže být u všech lidí stejné. Obecně lze říct, že nejlepší držení těla je takové, kdy je zapotřebí nejmenší svalové síly pro udržení takové polohy (Véle, 1995).

U posturální funkce dále rozlišujeme 3 pojmy:

- Posturální stabilita (viz kapitola 2.1.1)
- Posturální stabilizace (viz kapitola 2.1.2)
- Posturální reaktibilita (viz kapitola 2.1.3) (Kolář et al., 2009)

2.1.1 Posturální stabilita

Stabilita je stav, kdy jsou všechny síly působící na těleso v rovnováze, a k vyvedení tělesa z této polohy je nutné vyvinout určité úsilí (Véle 1995). Stejně tak můžeme chápat i posturální stabilitu člověka. Nejde ovšem o jednorázové zaujetí pozice, ale o neustálé vyrovnávání a přizpůsobování se novým podmínkám a silám na tělo působících (Kolář et al, 2009). Posturální stabilita bývá často zaměňována s pojmy jako je rovnováha či balanc. Nejsou to ovšem synonyma. Rovnováha či balanc je soubor činností a pohybových strategií, které jedinec využívá pro dosažení právě posturální stability (Vařeka, 2002a).

Aby bylo tělo stabilní, musí jeho těžiště ležet nad opornou bází (Véle 1995). Těžiště je pomyslné místo na těle, ve kterém je soustředěn součet sil působících na jednotlivé segmenty těla v gravitačním poli. Z toho vyplývá, že při každém pohybu i jen jedním segmentem těla, se změní poloha těžiště celého těla (Dylevský, 2009). Při anatomickém postavení je těžiště umístěno zhruba před druhým sakrálním obratlem nebo v 55% tělesné výšky (Lee et al., 2007). Z těžiště vychází přímka, které se říká těžnice, a ta určuje průmět těžiště do oporné báze (Dylevský, 2009).

Stabilitu ovšem nemůžeme brát pouze jako vlastnost zajišťující statickou polohu například ve stoji, či v sedě. Existuje také posturální stabilita dynamická, což je schopnost udržet rovnováhu při nějakém pohybu. Například když se snažíme někam daleko dosáhnout (Westcott et al., 1997). Posturální funkce zajistí základ pro pohyb a kontraktilní (svaly) a nekontraktilní složky umožní přizpůsobení měnícím se podmínkám (Dylevský, 2009).

Dle Véleho (1995) mají na míru stability vliv fyzikální i neurofyziologické faktory. Do fyzikálních faktorů můžeme zařadit velikost opěrné plochy, která je ve stoji

dána lichoběžníkem tvořeným zevním okrajem nohy, patami a bříšky metatarzů. Čím větší je opěrná báze, tím lepší je stabilita. Proto dosáhneme lepší stability při rozkročení (Véle, 1995).

Dalším faktorem je hmotnost a poloha těžiště. Vlivem setrvačnosti mají lidé těžší a nižší lepší stabilitu než lidé vysokí a hubení. To vysvětluje, proč se zlepšila stabilita při podřepu. Kromě výšky těžiště má ovšem vliv i průmět těžiště do opěrné plochy. Pokud je tento průmět ve středu opěrné báze, jde o nejstabilnější pozici. Čím více se těžiště přibližuje k hranici opěrné plochy, je těleso labilnější. V těchto chvílích se snaží tělo těžiště vrátit do středu, a dochází tak například ke kompenzačním úklonům, které zvýší stabilitu (Véle, 1995).

Stejně tak má vliv i postavení jednotlivých segmentů, kdy je pro stabilitu důležité, aby těžnice procházela středem těchto segmentů. Pokud tomu tak není, dochází ke kompenzačním pohybům na druhou stranu. To je patrné například u zakřivení páteře (Véle 1995).

Z neurofyziologických faktorů má vliv například psychický stav, nastavení excitability, kdy při stavu pohotovosti je stabilita lepší než při stavu odpočinku. A také schopnost zpětné vazby, sloužící k neustále korekci na základě informací z exteroceptorů a proprioreceptorů (Véle, 1995).

2.1.2 Posturální stabilizace

Posturální stabilizace je děj, při kterém dochází k aktivnímu držení jednotlivých částí těla proti vnějším silám. Ve statických polohách je dána fyziologickou tuhostí kloubů a koaktivací agonistů s antagonisty. Zajišťuje vzpřímené držení těla a umožňuje lokomoci (Kolář et al, 2009).

2.1.3 Posturální reaktivita

Posturální reaktivita je posturální funkce, která zajišťuje stabilitu jednotlivých segmentů a vytváří co nejpevnější *punctum fixum*. Při provádění silově náročnějších pohybů totiž dochází ke kontrakci svalů tak, aby byl překonán odpor. Tato kontrakční síla poté vyvolá reakční odezvu v celém pohybovém systému (Kolář et al, 2009).

Punctum fixum je místo na těle, které je pomocí stabilizačních svalů drženo ve stabilní pozici. Na druhé straně téhož svalu se pak nachází *punctum mobile* neboli segment, který se pohybuje. Žádný pohyb nelze provést bez úponové stabilizace určité části těla (Kolář et al, 2009).

2.2 Řízení posturální funkce

Na řízení posturální kontroly se podílejí 3 systémy: somatosenzorický (proprioceptivní) systém, vestibulární systém a vizuální systém (Peterka, 2002). Tyto systémy zajišťují vstupní informace pro správné řízení posturální kontroly. Exteroceptivní vstupní informace podávají tělu informace o prostředí, ve kterém se vyskytuje. Jsou to informace ze zraku, sluchu a z receptorů na plantární straně nohy. Interoceptivní vstupní informace slouží k určení jednotlivých částí těla vůči sobě (Liebenson, 2007). Proprioceptory můžeme najít ve svalech, kloubních pouzdrech, vazech, šlachách a také v kůži. Kromě informací o poloze a pohybu v kloubu zajišťují smysl pro pohyb, např. pro vhodnou rychlost a amplitudu či smysl pro využití vhodné intenzity síly (Ager et al., 2019).

Za běžných podmínek má největší podíl, zhruba 70 %, somatosenzorický systém, 20 % vestibulární a 10 % vizuální. Hlavní roli zde hrají zejména proprioceptivní informace vedené spinocerebelárními drahami, které jsou následně nevědomě zpracovávány mozečkem (Peterka, 2002).

Na nestabilní ploše se poměry změní. Nejvíce se zde uplatňuje vestibulární systém (zhruba 60 %), poté vizuální (30 %) a somatosenzorický (10 %) (Peterka, 2002). Vestibulární systém dokáže díky polokruhovým kanálkům a otolitickým orgánům vyhodnocovat rotaci a zrychlení hlavy, čímž je schopen zajistit posturální reakce, okulomotorický a vestibulocolický reflex. Posturální reakce brání pádu při ztrátě rovnováhy. Okulomotorický reflex zajišťuje stabilní pozici očních bulbů při pohybu hlavy. Vestibulocolický reflex pak napomáhá udržet napřímenou pozici hlavy a krku (O'Reilly et al., 2011).

Dále má na posturální funkci vliv také míra excitability nervového systému, kvalita feedback mechanismů, kvalita diferenciací pohybu, schopnost relaxace svalů a momentální psychický stav jedince (Kučera et al., 2011).

2.3 Faktory ovlivňující posturální stabilitu

Jak již bylo popsáno výše na posturální stabilitu má vliv velikost opěrné báze, poloha těžiště, kvalita informací ze somatosenzorických, vizuálních a vestibulárních receptorů atd. V následující kapitole jsou popsány další specifické faktory, které se na kvalitě posturální stability podílejí.

2.3.1 Sport

Jedním z faktorů, který se s posturální stabilitou navzájem ovlivňuje, je sport. V některých sportech se často hodnotí zejména efektivita či estetika pohybu. Na posturální stabilitu se často zapomíná. Přitom posturální stabilita je od sportovních aktivit naprosto neoddělitelná. Každý pohyb vlastně vyvolává nerovnováhu, kterou je nutné pomocí posturálních funkcí regulovat, aby nedošlo k pádu. Je dokázáno, že sportovní schopnosti, jako je rychlost, obratnost a přesnost, vždy souvisí s úrovní posturální stability (Paillard, 2019).

Někteří vědci tvrdí, že při sportu záleží pouze na tréninku motorických reakcí. Jiní zastávají názor, že je důležité věnovat se v přípravě i proprioceptivnímu tréninku a vnímání vizuálních podnětů. Z tohoto důvodu je patrné, že každý sport vyžaduje různou senzomotorickou úroveň, a tak se liší i kvalita posturální stability. Proto se provádějí studie, které porovnávají vliv různých sportů na posturální stabilitu (Bressel et al, 2007).

I ve sportu je důležité rozlišit statickou a dynamickou stabilitu. Například pro střelbu je důležitá statická stabilita, u většiny ostatních sportů je to potom dynamická, kdy je potřeba udržet rovnováhu při pohybu (Zemková, 2014).

Různé sporty také mají na posturální stability různé nároky. Třeba pro lezení, hokej, krasobruslení je typická malá opěrná plocha. Pro sportovce například z oblasti jezdeckví, kanoistiky či veslování je více důležitá stabilita v sedě než ve stoje (Zemková, 2014).

U většiny studií ukazujících vztah posturální stability a různých sportů se ukazuje, že některé sporty rozvíjejí stabilitu více jiné méně. Obecně ale platí, že ke zlepšení stability přispívá každý sport. Toto potvrdili ve své studii i Andreeva et al. (2020), který porovnával různé sportovce s nesportující populací, a výsledky prokázaly lepší hodnoty u sportujících jedinců.

Většina studií pak poukazuje na lepší výsledky dospělých i dětí věnujících se zejména gymnastickým a dalším esteticko-technickým sportům v porovnání s jinými posturálně méně náročnými sporty či jedinci nesportujícími. Jako důvody většinou uvádí trénink posturálně náročných pozic na 1 DK a cvičení na úzké kladině. (Bressel et al., 2007; Marinkovice et al., 2021; Genc et al., 2020; Akin 2013; Kesilmiş et al., 2018). Další studie potvrdila lepší výsledky gymnastů zejména při ztížení podmínek vyřazením zrakové kontroly (Vuillerme, 2001). Studie provedená Bresselem et al. (2007) ukázala podobně dobré výsledky také u fotbalistek, které pro změnu často balancují na 1DK při manipulaci s míčem ve větší vzdálenosti od stojné DK.

Zemková (2014) pak ve své studii uvádí i možný negativní vliv některých sportů na posturální stabilitu. Jedná se zejména o sporty, kde dochází k opakovanému poskakování či k náročnějším skokům s tvrdými a méně koordinovanými dopady. Následkem toho může docházet ke snížení citlivosti propiocepce. Jedinci pak hůře vnímají postavení v kloubech a hůře reagují na malé změny polohy. Tím může být posturální stabilita zhoršená. Jako příklady těchto sportů uvádí sportovní aerobik, rock and roll a gymnastiku (Zemková 2014).

S tím se ovšem neshoduje studie od Aydina et al. (2002), kteří ve své studii naopak u gymnastů dokázali výrazně lepší vnímání polohy v hlezenních a kolenních kloubech, způsobené pravděpodobně právě vlivem gymnastického tréninku. Výsledky byly lepší při posuzování polohy kloubu při pasivním pohybu než při aktivním. Domnívají se, že tím mohou potvrdit, že kloubní receptory stimulované při pasivním pohybu udávají přesnější informace než kombinace receptorů kloubů a svalů při aktivním pohybu (Aydin et al. 2002).

Pokud se podíváme na posturální stabilitu elitních sportovců obecně, někteří autoři tvrdí, že jejich propiocepce by měla být lepší, a to bez ohledu na dobu věnování se konkrétnímu sportu. Podle těchto autorů má trénink vliv pouze na zlepšování motorických dovedností, nikoliv na zlepšení propiocepce. Propriocepce se dá trénovat pouze v omezené míře na základě genetického fondu jedince. Vyplynulo také, že kvalita propiocepce se dá využít při identifikaci sportovních talentů (Han et al. 2015). Z toho je patrné, že na posturální funkci mají větší vliv hlavně vrozené predispozice než sportovní trénink. Ze zkušeností trenérů plyne, že někteří sportovci se při pravidelném posturálním tréninku dokážou výrazně zlepšit, někteří naopak stagnují a svojí posturální funkci rozvinout i přes veškeré tréninky nedokážou. Důvod, proč tomu tak je, není zatím známý.

A je na dalších studiích, aby se povedlo individuálně zlepšit posturální stabilitu u všech jedinců (Paillard, 2019).

2.3.2 Hypermobilita

Významný vztah k posturální stabilitě má i hypermobilita. Hypermobilita je definována jako větší rozsah pohybu, než je norma s přihlédnutím k věku, pohlaví a etnickému původu jedince. Může být vrozená, dědičná, či získaná například pravidelným tréninkem (Simmonds et al, 2007).

V předškolním věku je hypermobilita velmi častá, dochází k zvětšení kloubní hypermobility a vazivové elasticity. Může to být dáno také mikroskopickými pohyby v epifyzární linii. To by mělo s věkem postupně mizet a rozsah pohybu by se měl stávat fyziologickým. Obecně lze tedy říct, že je častější u dětí než u dospělých a u dívek než u chlapců. U dívek mají vliv zejména hormonální změny v období puberty (Kučera et Dylevský, 1999). Také v oblasti technicko-estetických sportů je velmi častá, zejména u gymnastek, u kterých je podporovaná právě samotným tréninkem (Amstrong, 2018).

Hypermobilní jedinci mají větší riziko k bolestem a zraněním pohybového aparátu. Je to dáno tím, že hypermobilita může mít vliv na zhoršení propriocepce, a tudíž na vnímání poloh a pohybů v kloubech. Systematická review, porovnávající hypermobilní jedince se zdravými, statisticky potvrdila zhoršenou propriopeci v kloubech DKK. Méně poté už v ostatních kloubech, jako jsou například ramenní klouby či klouby prstů. Jako důvody zhoršené propriocepce u těchto jedinců uvádí možné poškození nervových drah vedoucích tyto informace kvůli velkému rozsahu pohybu. Dále pak může být z důvodu větší laxicity vazů a kloubního pouzdra nedostatečná stimulace kloubních receptorů při menších pohybech. A v neposlední řadě uvádí častější bolest kloubů u hypermobilních jedinců, která také následně snižuje citlivost a přesnost proprioceptorů. Samotní autoři této studie ale varují před jednoznačným globálním označením, že hypermobilita má vliv na zhoršení propriocepce. Uvádějí, že nebyla provedená téměř žádná studie, která by byla oboustranně zaslepená, a jedinci ani vyšetřující by nevěděli, kdo je hypermobilní, aby nedošlo ke zkreslení výsledků (Smith et al., 2012).

Výsledky testů na posturální stabilitu může ovlivnit vizuální kontrola. Jelikož jedinci s hypermobilitou provádí všechny běžné aktivity bez problémů, je pravděpodobné, že mají vyvinutý kompenzační mechanismus, který jim případnou

zhoršenou propiocepci vynahrazuje. To potvrdila i studie, ve které při testování posturální stability s otevřenými očima měly dívky hypermobilní i nehypermobilní stejné výsledky. Po vyřazení zrakové kontroly, kterou hypermobilní dívky pravděpodobně využívaly více jako náhradu oslabené propiocepce, měly hypermobilní dívky již statisticky horší výsledky (Juul-Kristensen et al. 2015).

2.3.3 Věk

Posturální stabilita se s věkem postupně mění. Ve fetálním období se ještě nenarozený jedinec pohybuje ve vodním prostředí, kde je pohyb velmi jednoduchý. Až po narození je vystaven gravitačním silám, čímž se zahájí posturální ontogenetický vývoj. Nejdříve se dítě pohybuje v horizontální poloze s nediferenciovanými pohyby. Když chce dítě chytit předmět, otočí se za ním najednou celým tělem. Dospělý by pohyb zahájil postupně, nejdříve pohybem očí, hlavy a až poté postupně i zbytkem těla. Jak se dítě vyvíjí, začínají být jeho pohyby účelovější a jsou prováděny v labilnějších pozicích. (Véle, 1995).

V první fázi vývoje postury dochází k vývoji držení osového systému, k lordoticko-kyfotickému zakřivení, postavení pánve a hrudníku. Velký vliv zde má koaktivace flexorů a extenzorů krku a aktivace nitrobršního tlaku. Následuje rozvoj lokomoční funkce. Předpokladem je schopnost stabilizovat trup, páteř a pánve. Na základě toho se může začít vyvíjet nákročná a odrazová funkce končetin. Probíhá to ve dvou fázích. Nejdříve je fáze, kdy dítě využívá ipsilaterální vzor, tedy opěrná a odrazová končetina jsou na stejné straně. Jedná se například o otáčení. V další fázi je již pohybový vzor kontralaterální. Odrazová a nákročná končetina jsou kontralaterálně. Jedná se například o lezení (Kolář et al, 2009).

Pokud mluvíme o ideální postuře, měla by se v průběhu vývoje objevovat rovnovážná koaktivace agonistů a antagonistů a klouby by měly být drženy v centrovaném postavení. Postupně se pak jedinec vertikalizuje až do bipedálního stoje a rozvíjí se i lokomoce (Kolář et al, 2009).

Pro udržení rovnováhy je důležité spojení informací ze všech receptorů. Děti jsou do 2 let jsou pro udržení rovnováhy závislé hlavně na vizuálních informacích. Proto když se budou kolem nich hýbat stěny, budou padat stejným směrem. Až od 3-6 let začínají využívat i somatosenzorické informace. A až ve věku 7-10 let dokážou adekvátně

reagovat i na neodpovídající si informace ze somatosenzorického a zrakového receptoru (Westcott et al., 1997).

Podle Bernsteinovy teorie existují 2 typy posturální strategie. První tzv. „en block“ strategie je méně náročná a spočívá v minimalizaci počtu stupňů volnosti v kloubech během pohybu. Druhá strategie je náročnější a spočívá v nezávislém ovládnutí stupňů volnosti několika po sobě jdoucích kloubů. Volba strategie závisí na věku, posturální náročnosti úkolu a předchozí zkušenosti. Při provádění pohybu bude v prvních zkušenostech pohyb korigován co nejjednodušeji, aby byla zachována orientace v prostoru. Postupně se zkušenostmi se bude pohyb diferencovat a bude se stávat efektivnějším a kvalitnějším (Faladová et al., 2009).

Postupná diferenciacie pohybu je patrná například i při chůzi dítěte. Stabilní bod při chůzi představuje pánev a od ní dochází k postupné diferenciaci kaudálním i kraniálním směrem. Když dítě začíná chodit, dochází k pohybu pouze v kyčelních kloubech. Pohyb v chodidlech ještě diferenciovaný není, a proto není vidět žádný odval chodidla. Toto se rozvíjí až postupně s věkem. Jako en block celek při chůzi také pracuje hlava s trupem. Do 3 let je to běžné při chůzi na rovném terénu, do 6 let pak na náročnějším nepravidelném povrchu (Faladová et al., 2009).

Náročnost kontrolovat více kloubů najednou je patrná také při pokusu, kdy dali tříletému dítěti v sedě do ruky lahvičku s bublifukem. Při instrukci k fouknutí do bublifuku dítě předklonilo trup a současně vytilo vodu z lahvičky. Důvodem je, že při provádění úkolu nebylo dítě schopné současně s pohybem trupu měnit úhel v loketním kloubu na HK, kterou drželo lahvičku. Úhel byl zafixovaný stejně jako před zahájením pohybu trupu, čímž došlo k vylití obsahu. Při modifikaci pokusu pro starší děti bylo dokázáno, že od 7 let již dokážou lépe stabilizovat předloktí a kontrolovat tak více segmentů těla (Assaiante et al., 2005).

Při hodnocení posturálních funkcí se mimo testů stability často využívá i pouhé hodnocení postury aspekci. U dětí ovšem fyziologická postura může vypadat odlišně od té dospělé. U dětí je typický jiný tvar pánve vedoucí k větší bederní lordóze, valgózní postavení kolenních kloubů a plochonoží, které by mělo vymizet zhruba do 6. roku. Dále anteverzní postavení femurů vedoucí k mediálnímu posunu patel a častá hyperextenze kolen (Kučera et al., 2011).

Při hodnocení je důležité brát v potaz i nerovnoměrný růst organismu, který má vždy vliv na posturální stabilitu, a proto nemusí být její rozvoj lineární. (Kučera et al., 2011). To poukazují i mnohé studie. Kirshenbaum et al. (2001) ukazují na nelineárnost ve věku 5-8 let, kdy děti přechází z primárně rychlostní strategie pohybu i na více přesné a cílené pohyby. Další změna strategie řešení stability byla pozorována u 148 dětí ve věku od 7-11 let přešlapujících a klidně stojících na měřicí platformě s otevřenými a zavřenými očima. Tato studie potvrdila známou tezi, že se zavřenými očima je posturální stabilita zhoršená. Bylo ovšem dokázáno, že mezi 9. a 10. rokem dochází ke změně. Při zavřených očích v 7 a 9 letech došlo po zavření očí k výrazně vyšší amplitudě výchylek. Ovšem v 11 letech se amplituda tolik nezvětšila, ale zvýšila se frekvence titubací. Což vede k menšímu pohybu těžiště ke krajům opěrné báze, a tak k menšímu riziku pádu při takto zhoršených podmínkách (Schmid et al., 2005). K dalším častým a výrazným výkyvům dochází v období puberty, kdy děti začnou rychleji růst a dochází ke značným hormonálním změnám (Schwiertz et al., 2020; Andreeva et al., 2020; Kučera et al. 2011).

Obecně lze ale říct, že posturální stabilita se s věkem zlepšuje. Na vrchol se dostává až po dozrání všech systémů organismu. Tento fakt ukazuje, že nejlepších výsledků v posturální stabilitě dosahuje člověk až v dospělém věku a ke stáří pak dochází opět ke zhoršení vlivem degeneračních a involučních změn (Sihvonen, 2004; Andreeva et al., 2020).

2.3.4 Pohlaví

Dalším faktorem, který ovlivňuje posturální stabilitu je pohlaví. Ovšem ne všichni autoři se shodují, které pohlaví má lepší posturální stabilitu a proč. Většina studií ale ukazuje lepší výsledky u žen.

Jako hlavní důvody uvádí, že dospívají dříve, jsou pečlivější v plnění posturálních úkolů a také je zde vliv anatomických rysů. Ženy jsou průměrně nižšího vzrůstu a mají těžší dolní polovinu těla, čímž je jejich těžiště uloženo níže. Dále také mají méně svalové hmoty a menší sílu, což podporuje propioceptivní citlivost dolních končetin. Všechny tyto faktory napomáhají lepší stabilitě. (Andreeva et al., 2020). Toto potvrdila i studie porovnávající posturální stabilitu u různých sportů pomocí SEBT. Z výsledků vyplynulo, že ženy dosahují lepších výsledků, zejména anteriorním směrem (Stiffler et al., 2015).

Rozdíly v pohlaví mohou být odlišné v různých věkových kategoriích kvůli rozdílné rychlosti vývoje. Studie od Nolana et al. (2005) zjistila, že chlapci mají horší posturální stabilitu než dívky, a to zejména ve věku 9-10 let při zavření očí. Pokud mají oči otevřené a mohou využívat vizuální kontroly, dosahovali stejných výsledků. Po zavření očí se jejich výsledky zhoršily více. Důvodem je zřejmě méně vyvinutý vestibulární systém, který tak ještě neplní stejnou funkci jako u dívek v tomto věku. Proto je vhodné v dětském věku testovat dívky a chlapce zvlášť, jelikož ve stejném věku mohou využívat rozdílné posturální strategie (Nolan et al., 2005). V následujících letech vývoje se pak ale mohou rozdíly snižovat, či mohou dokonce chlapci dosahovat lepších výsledků. Důvodem je dřívější nástup růstu dívek a tím lehké zhoršení posturální stability a naopak dozrávání posturálních funkcí u chlapců, u kterých rychlý růst v pubertě nastupuje až o pár let později, kdy může dojít opět ke změně poměrů (Schwiertz et al., 2020).

2.3.5 Další faktory

Posturální stabilita je ovlivňována mnoha dalšími faktory. Jedním z nich je například psychický stav jedince. Je dobře známo, že v situacích, kdy je člověk ve stresu či má strach, má vyšší svalové napětí, což zhoršuje potřebnou koordinaci pro posturální stabilitu (Vařeka, 2002b).

Dále se na stabilitě neodmyslitelně podílí svalová složka. I když je poloha těla posturálně málo náročná, stále jsou aktivní svaly krku, trupu a končetin, které udržují klidové napětí svalů, postoj či např. výraz obličeje. Více než velikost svalové síly je pro posturální stabilitu důležitá schopnost aktivovat pomalá svalová vlákna, která jsou méně unavitelná. Pak je možné dosáhnout dlouho udržitelné a energeticky nenáročné posturální stability (Ivanenko et Gurfinkel, 2018).

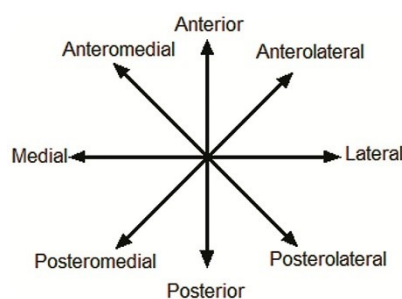
V neposlední řadě jsou také známé poruchy posturální stability, které jsou charakteristické vysokým rizikem pádu, zhoršenou mobilitou a mnoha dalšími. Tyto poruchy jsou neurologického rázu. Poruchu posturální stability můžeme vidět například u pacientů s Morbus Parkinson, roztroušenou sklerózou či po CMP (Gandolfi et al., 2018).

2.4 Hodnocení posturální stability

2.4.1 SEBT, Y-balance test

Star excursion balance test (SEBT) je využíván pro měření dynamické posturální stability stojné DK. Lze ho také využít pro zhodnocení efektivity balančního cvičení či k predikci různých poranění dolních končetin (Gribble et al., 2012).

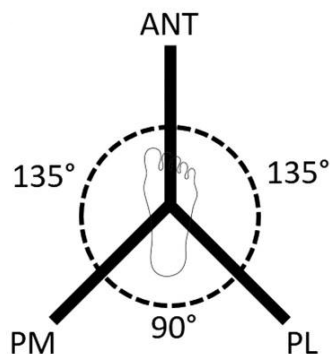
Vyšetřovaný provádí řadu pohybů a snaží se volnou dolní končetinou dosáhnout co nejdále postupně v každé z osmy os. Tyto osy jsou uspořádány křížem do hvězdice vždy po 45° a jsou pojmenovány podle směru pohybu. Na obrázku jsou vidět osy při stoji na pravé dolní končetině, která je umístěná ve středu této hvězdice (Gribble et al., 2003; Gribble et al., 2012).



Obr. č. 1 – SEBT (Daneshjoo et al., 2012)

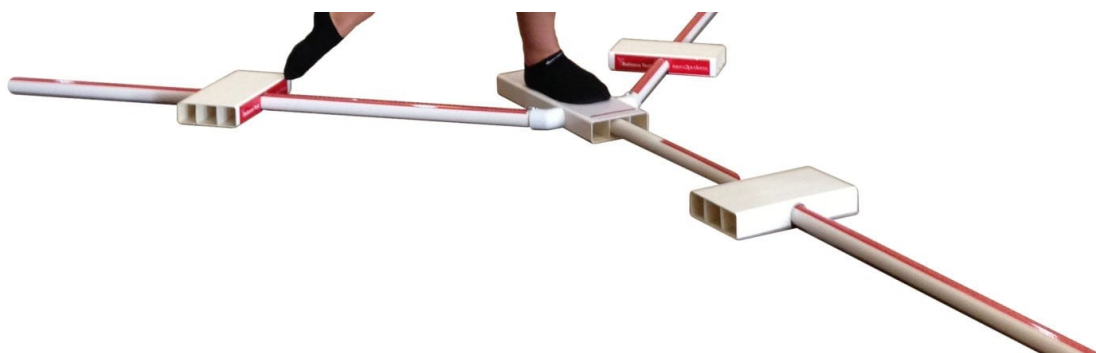
Při měření SEBT docházelo často k chybám a nepřesnému opakování testování. Bylo náročné kontrolovat provedení testu a současně stihnout zaznamenat dosaženou vzdálenost, ve které testovaný jedinec setrvá jen velmi krátkou chvíli. Vzniklo také mnoho různých protokolů, jak při měření postupovat. Rozporuplné bylo, zdali se má jedinec volnou končetinou v dosažené vzdálenosti dotknout země či nikoliv. Případně jak vysoko má být volná končetina držena. Rozdílné názory byly také v tom, je-li nezbytné provádět testování ve všech osmi směrech. (Plisky et al., 2009)

Proto se začaly využívat různé modifikace SEBT. Nejdříve se zjistilo, že je možné otestovat pouze 3 směry (anteriorní, posteromediální a posterolaterální), aniž by došlo k výraznému snížení přesnosti tohoto testu. Pro zlepšení přesnosti a lepší opakovatelnost měření se poté začal používat takzvaný **Y-balance test**. Na rozdíl od SEBT se jedná o nástroj, který obsahuje 3 tyče, na kterých je pohyblivý jezdec. Anteriorní tyč svírá 135° s posteromediální a posterolaterální tyčí. Mezi posteriorními je pak úhel 90° (viz obr. č. 1).



Obr. č. 2 – Y-balance test – úhly (Powden et al., 2019)

Vyšetřovaná osoba se snaží posunout jezdce co nejdále po tyči a poté vrátit DK zpět do výchozí pozice bez ztráty rovnováhy. Díky znázorněným centimetrům na tyči a jezdcí je tak možné odečíst dosaženou vzdálenost přesněji. (Gribble et al., 2012; Fratti Neves et al, 2017).



Obr. č. 3 – Y-Balance test (Walker, 2016)

Před samostatným měřením je nutné provést zkušební pokusy. Většina zdrojů (Walker, 2016) udává 6 potřebných zkušebních pokusů každým směrem před třemi testovacími, aby byl vyloučen fenomén učení. Robinson et al. (2008) ve své studii ovšem tvrdí, že pro dostatečné naučení stačí pouze 4 pokusy. Tím je možné testování ještě urychlit.

Kritéria pro úspěšný pokus:

- 1) Stojná DK musí být při celém pokusu v kontaktu s podložkou – nesmí dojít k odlepení paty. Nejdelší prst musí být na znázorněné čáře.
- 2) HKK musí být v bok po celou dobu pokusu.
- 3) Jezdec nesmí být odkopnut do větší vzdálenosti. Pohyb musí být plynulý.
- 4) Nesmí dojít ke ztrátě rovnováhy po celou dobu pokusu – jedinec se musí vrátit do výchozí pozice bez kontaktu volné DK s podložkou.

- 5) Při nedodržení těchto kritérií se musí pokus opakovat. Maximální počet opravných pokusů v jednom směru je 6. Jinak je výsledek 0 cm (Walker, 2016).

Po změření se vypočítá průměr v každém směru, tzv. absolutní vzdálenost. Pro srovnání dosažené vzdálenosti mezi jednotlivými probandy je však nutné zohlednit délky dolních končetin. Dosaženou vzdálenost v centimetrech je proto nejlepší vydělit délkou dolní končetiny měřené od spina iliaca anterior superior po malleolus medialis a následně vynásobit 100. Výsledkem je tzv. relativní vzdálenost udávaná v procentech. Poslední údaj, který se z naměřených hodnot dá vypočítat, je tzv. composite reach distance. Jde o součet všech třech nejlepších pokusů ve směru vydělený 3x délkou končetiny a vynásobený 100. Tato vzdálenost je v některých studiích využívána jako prediktor zranění (Walker, 2016).

2.4.2 Další klinické testy

Single leg stance

Jde o velmi jednoduchý statický test, kdy vyšetřovaný stojí na jedné DK. Hodnotí se, jak dlouho dokáže v této pozici setrvat bez ztráty rovnováhy. Lze použít i náročnější verzi se zavřenýma očima (Springer et al., 2007).

Functional reach test

Při tomto testu je měřena vzdálenost, kterou je jedinec schopný se předklonit, aniž by musel udělat krok v před. Vzdálenost je měřena na horizontálním pravitku umístěném na zdi, u které vyšetřovaná osoba test provádí. Zdi se ovšem nesmí dotknout. Měří se dosah předpažené HK (Duncan et al., 1990).

Sit to stand test

U sit to stand testu se měří čas, za který se vyšetřovaná osoba 5x postaví a zpátky posadí. Začíná se v pozici v sedě s opřenými zády a s rukama křížem na hrudníku. Poté se jedinec pokouší, co nejrychleji 5x postavit a opět si sednout (Guralnik et al., 1994).

Time up and go test

Zde je měřen čas, za který se jedinec dokáže postavit ze židle, dojít do vzdálenosti 3 metry, otočit se a vrátit se zpět na židli. Rychlost chůze by měla být svižná, ale pohodlná a bezpečná. Tímto testem se také hodnotí mobilita a riziko pádů vyšetřované osoby (Podsiadlo et al, 1991).

BESS – Balance Error Score Systém

Tento test hodnotí posturální stabilitu pomocí 3 různých typů stoje vždy po dobu 20 s. Nejdříve vyšetřovaný stojí na obou DKK, poté na jedné nedominantní DK a na závěr v tandemovém stoji, kdy je nedominantní DK za dominantní. Nejdříve se vyšetří tyto stoje na tvrdé podložce, poté na pěnové. Vyšetřovaný musí mít zavřené oči a ruce v bok. Hodnotitel počítá, kolika chyb se dopustí. Chybou je míněno otevření očí, zvednutí rukou nebo úkrok, či ztráta rovnováhy. (Bell et al., 2011)

Berg balance scale

Berg balance scale je stupnice hodnotící rovnováhu při 14 úkolech. Každý je ohodnocen na stupnici od 0 do 4, kdy stupeň 0 znamená nejnižší úroveň rovnováhy, naopak stupeň 4 znamená nejlepší úroveň. Mezi hodnocené úkoly patří například postavení se ze sedu, přesuny, stání bez opory, stoj na jedné noze, otočení se o 360° a další (Steffen et al., 2002).

2.4.3 NeuroCom SMART EquiTest

SMART EquiTest Systém je počítačové posturografické zařízení, které je používáno jednak pro diagnostiku, ale také v rámci terapie pacientů s poruchou rovnováhy. Vyžaduje, aby jedinec zpracovával podněty z vizuálního, vestibulárního a proprioceptivního systému a adekvátně na ně reagoval. (Chaudhry et al., 2011; Wittstein et al., 2020)

Nevýhodou tohoto přístroje je velká finanční náročnost a obtížná přenositelnost zařízení. Kompletní systém obsahuje pohyblivé silové plošiny a vizuální kabinu. Plošiny jsou schopné provádět translační a rotační pohyby a kabina se může pohybovat anteroposteriorním směrem. Dále zařízení obsahuje postroje zabraňující případnému pádu, počítač se speciálním softwarem, 2 monitory, napájecí zdroj, barevnou tiskárnu, bezdrátovou myš a vozík (Wittstein et al., 2020; Vomáčková, 2020; NeuroCom® SMART EquiTest® CDP, 2015).

Vyšetřovaný stojí na silových plošinách v kabině. V rozích plošin jsou pod povrchem umístěny senzory, které snímají a přenášejí naměřené informace do počítače. Zde jsou numericky nebo graficky vyhodnoceny. Využívá se 7 přednastavených protokolů (např. Sensory Organization Test, Motor Control Test, Adaptation Test atd.) (Vomáčková, 2020).

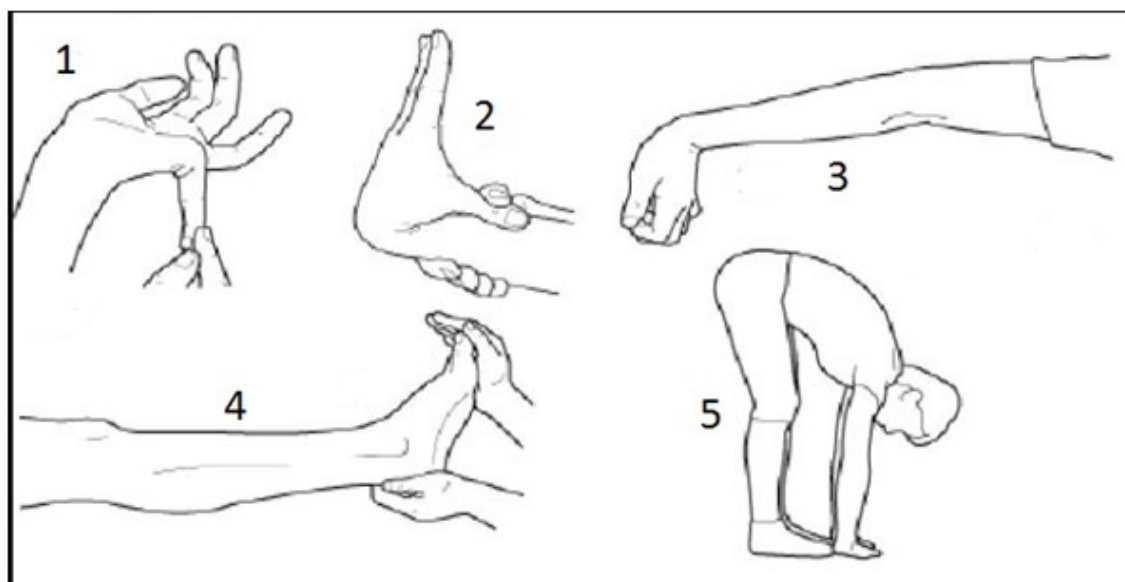
2.5 Hodnocení hypermobility

2.5.1 Beightonova škála/skóre

Beightonova škála je standardizované měření hypermobility jak u dětí, tak u dospělých. Pro změření přesného rozsahu pohybu je vhodné změřit přesný úhel rozsahu (Smits-Engelsman, 2011).

V tomto způsobu se využívá 5 měření, kdy při pozitivitě zvýšeného rozsahu pohybu je připočítán jeden bod do výsledného skóre. První čtyři měření jsou prováděna bilaterálně.

1. Pasivní dorsální flexe v 5. metacarpofanlangovém kloubu měřená v sedě s předloktím položeným na vyšetřovacím stole. Pozitivita je rozsah větší než 90° .
2. Pasivní hyperextenze v loketním kloubu měřená v sedě a s předloktím v supinaci větší než 10° .
3. Pasivní hyperextenze v kolenním kloubu větší než 10° měřená v leže na zádech.
4. Přitažení palce k flexorové straně předloktí – rameno je v 90° flexi, loket v extenzi a předloktí v pronaci. Pozitivita je, když se celý palec dotkne předloktí.
5. Předklon ve stoji s propnutými koleny. Pozitivita je, když se celé dlaně dotknou podlahy (Smits-Engelsman, 2011).



Obr. č. 4 – Beightonova škála (Beighton score, 2021)

Mezní hodnota pro určení hypermobilního rozsahu není přesně definována. Ve většině studií se za hypermobilitu považuje skóre 4/9. Některé využívají ale např. hranici 5/9 či hodnotí každý stupeň skóre zvlášť (Bockhorn et al., 2021). Ve studii Smits-Engelsman, která zkoumala využití Beightonovy škály u dětí na základní škole, zjistili velké procento hypermobilních dětí s hranicí hypermobility na bodě pět. Proto doporučují u dětí ve věku od 6-12 let brát jako hraniční hodnotu skóre 7/9 (Smits-Engelsman, 2011).

2.5.2 Další hodnocení hypermobility

V České republice se pro hodnocení posturální stability nejvíce využívají kritéria dle Jandy a dle Sachseho. Jde o vyšetření maximálního možného rozsahu v různých kloubech těla. Janda používá pouze stupně hypermobilní a normální rozsah. Sachse udává stupnici A (normální rozsah), B (stupeň lehké hypermobility), C (stupeň těžké hypermobility) (Janda, 2004; Lewit, 2003).

Pro komplexnější vyhodnocení hypermobilního syndromu se mohou také využít tzv. Brightonská kritéria. Toto hodnocení zahrnuje kompletní analýzu pomocí Beightonovy škály, atralgie, dislokace, záněty šlach, marfanoidní vzhled (vysoký, štíhlý,...), abnormality na kůži, oční příznaky a výskyt křečových žil apod.

2.6 Pohybová aktivita a sport

Celý lidský život je bezpodmínečně spojený s pohybem. Dalo by se říct, že je pro člověka jednou ze základních životních potřeb. Ovlivňuje všechny ontogenetické etapy vývoje člověka. Již pohyb v raných fázích definuje člověka v dospělosti a ovlivňuje průběh regresivních změn ve stáří (Kučera et Dylevský, 1999; Kučera et al., 2011).

Pro zvládnutí konkrétního pohybu je zapotřebí zvládnutí všech čtyř základních pohybových složek. Řadíme sem obratnostní schopnosti, rychlostní schopnosti, silové schopnosti a vytrvalostní schopnosti. Na jejich kvalitě se uplatňuje jak centrální řízení, tak i faktory biomechanické, fyziologické, psychické a schopnost adaptace (Kučera et Dylevský, 1999).

Při pohybu se uplatňuje vždy kombinace všech těchto schopností. Při **obratnostní schopnosti** je velmi důležitá neuromuskulární koordinace a spolupráce jednotlivých zúčastněných tkání. Nezbytná je také dobrá orientace v prostoru, rovnováha a timing (Kučera et Dylevský, 1999).

Rychlostní schopnost je schopnost provést kontrakci v určitém čase. Jde o změnu délky svalu a z ní plynoucí změna polohy těla, či jeho segmentů. Závisí to na kvalitě i kvantitě nervového impulzu. Z kineziologického hlediska je důležitá i koordinace svalů a specifikace prostředí. K rychlostní schopnosti patří také silová schopnost, která zajišťuje intenzitu stahu svalu. Při provádění rychlostního tréninku je velmi důležité zvolit správné rozcvičení a zvyšovat dávky postupně s tréninkem. Při neadekvátním tréninkovém plánu dochází k bolestem svalových úponů a šlach, ale může být také porušena funkce či celistvost tkáně (Kučera et Dylevský, 1999; Kučera et al., 2011).

Již zmíněné **silové schopnosti** vedou k překonávání odporu vnějších i vnitřních sil. Při silovém tréninku je velmi důležité zhodnotit indikaci a zvážit dosavadní vývoj jedince. Nesmí se zapomínat, že u většiny posilovacích cviků se nejedná pouze o izolovanou aktivitu svalů, ale jsou vždy přítomné i další pohybové vzory, na které je třeba brát ohled (Kučera et Dylevský, 1999).

Vytrvalostní schopnosti jsou základem pro vykonávání určité činnosti po delší dobu. Intenzita tohoto pohybu by měla být submaximální a z větší části aerobní. Lidský organismus tuto schopnost toleruje nejdéle. Uvádí se, že k výraznému poklesu dochází až ve věku 60-70 let. Udržení a rozvoj této schopnosti závisí na pravidelném tréninku

o vhodně nastavené intenzitě a délce nastavené vždy individuálně konkrétní osobě (Kučera et Dylevský, 1999).

2.7 Vztah dítě a sport

Pro vytvoření pozitivního vztahu dítěte ke sportovním aktivitám je důležité vést k tomu dítě již v raném věku. Už jako batole dítě vnímá, které činnosti jsou lidmi v okolí přijímány jako pozitivní, a takový si k nim tvoří vztah také.

Obecně by mělo platit, že by pro děti měly být vybírány všeobecně rozvíjející aktivity. Je vhodné střídat dynamické a statické polohy, využívat různé pomůcky, jako jsou hry s míčem a jiné. Vhodné je také bruslení a lyžování, ovšem jen jako doplňující sport, nikoliv jako jediný specifický trénink. Pozitivní přínos pro dítě má také plavání, které rozvíjí svalovou sílu a podporuje zlepšení dechových funkcí. Nevhodné jsou zejména všechny jednostranné aktivity (Kučera et al., 2011).

Pohybová aktivita v jednotlivých vývojových stádiích:

Do tří let dítě projde velkým vývojem. Nejdříve zhruba do dvou let využívá tzv. senzomotorické inteligence. Zpracovává vjemy ze svého těla bez zásahu myšlení. Postupně jak dítě začíná rozlišovat cíl, kterého chce dosáhnout, a prostředek, jak to chce udělat, začne o pohybu i uvažovat, uvědomuje si sám sebe a přizpůsobuje činnosti aktuálním situacím (Kučera et al., 2011).

V předškolním věku dochází k neustálému rozvoji pohybových aktivit. Dítě se stává obratnější, hbitější, rychlejší a přesnější. Učí se vykonávat stále složitější pohybové vzory, na které se musí více soustředit, a musí koordinovat pohyb více segmentů najednou. Jde o období takzvané zvýšené laxicity vazivového aparátu, což vede k vyšším rozsahům pohybu. Není ovšem dobré tuto laxicitu dále prodlužovat cíleným tréninkem např. v gymnastice, či baletu, často to pak vede k vyššímu riziku zranění ve vyšším věku. Dítě je v tomto věku velmi citlivé a přijímá nekriticky názory zejména svých rodičů. Proto je důležité u dítěte pěstovat pozitivní vztah k pohybovým aktivitám. Pokud ovšem pohybový rozvoj není u dítěte podporován, nebo je dokonce potlačován, zvyšuje se u dítěte riziko vzniku civilizačních onemocnění jako je obezita či sekundárně pak kardiovaskulární onemocnění apod (Kučera et al., 2011; Kučera et Dylevský, 1999).

Mladší školní věk (6-8 let) pro dítě znamená úplně nový svět nástupem do školy. Najednou není vše pouze hra, ale má už i určité povinnosti. I v této době dochází k neustálému zlepšování hrubé i jemné motoriky. Děti stále vyhledávají pohybové aktivity, které jsou převážně spojené s hrou. Má z pohybu stále přirozenou radost.

Podle Eriksona se jedná o období „snaživosti“. Děti jsou v tomto věku velmi pilné a chtějí dosáhnout všeho, co se po nich chce. To je patrné i ve sportu. Pokud jsou u dítěte v tomto věku stanoveny konkrétní cíle, snaží se jich dosáhnout za každou cenu. Pokud se mu to ovšem nedaří, může svoji negativní emoci spojenou s nezdarem dát najevo i v úplně jiných situacích, než je samotný sport. Často například ve vztazích s ostatními dětmi (Kučera et al., 2011).

Prepubescentní věk (9-11 let) je poměrně stabilní období přechodu z dětství do puberty. Pohybové schopnosti se zlepšují a zejména dochází k zpřesňování cílených pohybů. Pohyb již není tolik spontánní, ale více zamýšlený. Je to věk, kdy už dítě psychicky i fyzicky zvládne přechod do výkonnostního sportu (Kučera et al., 2011).

Pubescentní věk (11-15 let) je náročné období plné velkých změn jak v osobnosti dítěte, tak i po somatické stránce. V této době jsou děti více citově labilní, a to má vliv i na motorické funkce. Změny mohou být také v ohotě nějakému sportu se věnovat. Celkově se zvyšuje svalová síla, ale nezvyšuje se pevnost šlach a vazů, čímž je toto období považováno za rizikové vzhledem ke vzniku úrazů či onemocnění jako je např. Morbus Osgood-Schlater apod. Na druhou stranu se usuzuje, že má sportování pozitivní vliv na prožívání puberty. Sport sám o sobě je pro děti emočně velmi bohatý, a tudíž netráví tolik času sebehodnocením jako ostatní vrstevníci. Sportující děti tak mohou být v pubertě více psychicky stabilní než děti nespportující. Do středu pozornosti se zde dostává vzhled. Chlapci začínají upřednostňovat sporty, kde mohou využívat větší sílu, mají rádi sporty soutěžního charakteru i sporty s vyšším rizikem zranění. Dívky většinou upřednostňují estetické zaměření pohybu (Kučera et al., 2011; Kučera et Dylevský, 1999).

Adolescentní věk (15-20 let) je věk velmi vhodný pro rozvoj motorických funkcí. V tomto věku už je jedinec psychicky i fyzicky schopen podávat své maximální výkony. Je zde již patrný významný rozdíl mezi ženami a muži, a tak je velmi důležité rozlišovat tréninkové metody využívané u mužů a dívek (Kučera et al., 2011).

Vzhledem k současnému životnímu stylu je velmi důležité vést děti ke sportu. Potřeba je ovšem zvolit vhodnou sportovní aktivitu. Vždy je na dítě nutné koukat individuálně a vybrat sport, který se pro něj hodí a má o něj zájem. Důležité je také brát ohled na prostředí, které sporty se v místě bydliště dají provádět, a na kvalitu cvičitelů

a trenérů. Obecně platí, že pro děti je nejlepší pohyb pestrý a různorodý (Kučera et al., 2011).

Dnešní doba ovšem přispívá k vybírání dětí do sportovních klubů ne podle vhodnosti sportu pro dítě, ale podle talentových předpokladů, což ovšem není pro další rozvoj dítěte přínosné. Vede to k předčasné specializaci a často způsobí dřívější konec se sportem. Důvodem bývají psychicky i fyzicky náročné vysoké tréninkové dávky. Dítě o sport ztratí dříve zájem a mohou se objevit i zdravotní problémy. Rizikem také může být nesprávné vyhodnocení talentu vzhledem k biologickému věku dítěte, který se může lišit až v rozmezí $\pm 10\%$ kalendářního věku. Častou skutečností bývá také přílišný zájem a až nucení k tvrdším tréninkům ze strany rodičů, kteří si skrze své děti plní své nesplněné cíle a sny. Podle olympijského výboru je dokonce zákaz dětí na vrcholových akcích do 13 let. Není ovšem vyloučená předchozí tréninková příprava, která také přináší zdravotní rizika (Kučera et al., 2011; Kučera et Dylevský, 1999).

Brzká specializace také může vést k celkově negativnímu vztahu dítěte ke sportu. Dítě v předškolním věku totiž pohyb přirozeně baví, především když je pestrý, formou her a dítě si může samo zvolit, kdy si dá přestávku. Rychle se učí i novým složitějším cvikům, ale jen do té doby, dokud ho činnost zajímá a baví. V momentě, kdy dítě delší dobu nutíme dělat něco, co již nechce či mu to nejde, můžeme vyvolat až odpor k dané činnosti. A dítě se již pohybové aktivitě nebude chtít dále věnovat. Vždy je vhodné zvolit vhodnou formu a náročnost tak, aby si dítě vytvořilo pozitivní vztah ke sportu i po zbytek života. (Kučera et al., 2011).

2.8 Sportovní gymnastika

2.8.1 Definice

Sportovní gymnastika je jedním z nejznámějších a nejpobulárnějších technicko-estetických sportů, kde dívky i muži předvádějí různé gymnastické cviky a prokazují svoje schopnosti v oblasti síly, flexibility, rovnováhy a rytmiky.

Světová organizace zaštiřující sportovní gymnastiku je známá pod zkratkou FIG (anglický název The International Gymnastics Federation). Jde o nejstarší mezinárodní federaci, která se účastní olympijských her už od jejich začátku. FIG řídí 8 gymnastických sportů: všeobecnou gymnastiku, sportovní gymnastiku žen, sportovní gymnastiku mužů, moderní gymnastiku, skoky na trampolíně, gymnastický aerobik, akrobacii a parkour. V rámci České republiky jsou tyto sporty řízeny Českou gymnastickou federací (ČFG). (Fédération Internationale de Gymnastique, 2021; Česká gymnastická federace, 2014).

2.8.2 Soutěže

Ve sportovní gymnastice se rozděluje sportovní gymnastika mužů a žen, jelikož soutěží na různých nářadích.

Sportovní gymnastika žen obsahuje 5 disciplín.

1. Prostná – Ženy předvádějí na odpruženém koberci kombinace dynamických a silových akrobatických prvků. Jsou doprovázené hudebním doprovodem a je zde dbáno i na estetický projev.

2. Kladina – Disciplína velmi náročná na rovnováhu, jelikož jsou prvky prováděné ve výšce na 10 cm široké kladině.

3. Bradla– Zde závodnice provádí různé toče a veletočes kolem žerdí i rotace kolem své osy, včetně letových prvků.

4. Přeskok – Tato disciplína obsahuje rozběh, odraz z obou DKK, následný odraz HKK od přeskokového stolu a následné provedení akrobatického prvku.

Sportovní gymnastika mužů obsahuje 6 disciplín.

1. Prostná – Muži na rozdíl od žen nemají hudební doprovod.

2. Kůň – Náradí s dvěma držadly, na němž se provádí různé točivé a kyvadlové prvky.

3. Kruhy – Zde závodník provádí různé veletoce a rozpory. Je potřeba maximální kontrola nad kruhy a minimální houpání.

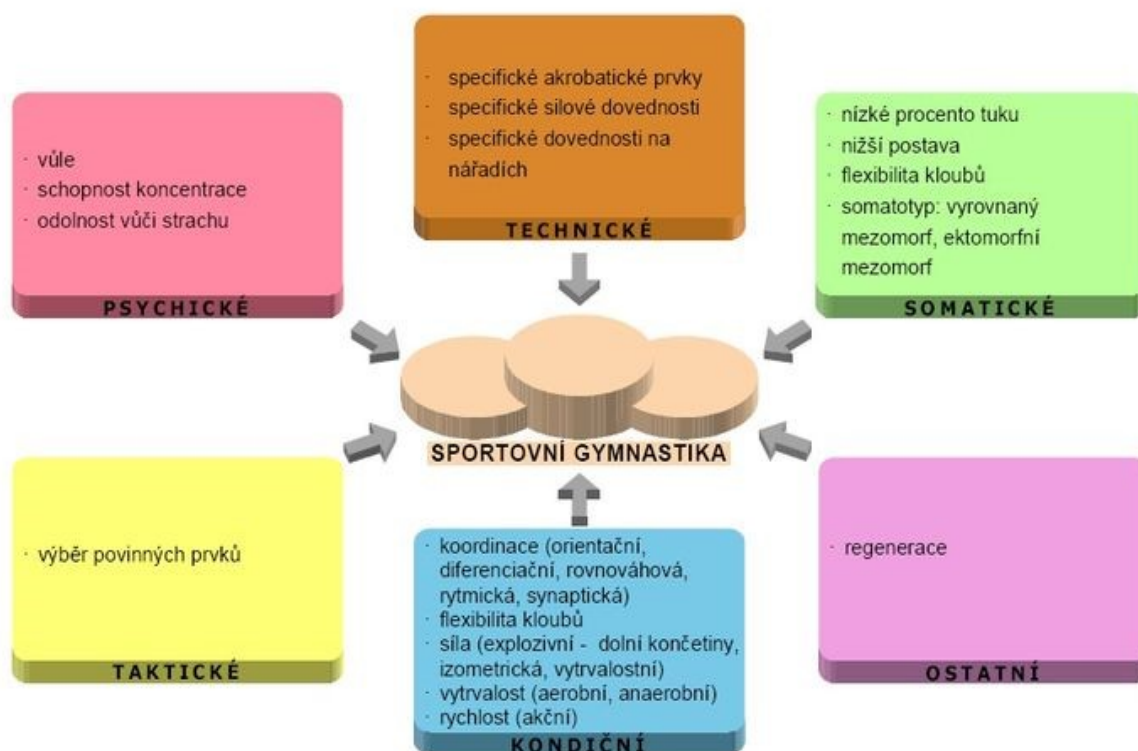
4. Přeskok – Podobný jako u žen.

5. Bradla – V mužské kategorii jsou bradla na rozdíl od ženské stejně vysoká.

6. Hrazda – Tyč ve výšce 255 cm, na které závodníci předvádějí toče, veletoce a další akrobatické prvky. (Česká gymnastická federace, 2014)

Soutěžit se dá na jednotlivých nářadích, ale také se pořádá víceboj jednotlivců a víceboj družstev. Družstva jsou obvykle 6členná, ale na jedno nářadí nastoupí vždy pouze 5 členů týmu a do celkového hodnocení se započítávají 4 nejlepší výsledky. (Křištofič, 2003)

Závodníci jsou na jednotlivých nářadích vždy ohodnoceni známkou podle obtížnosti předvedených prvků a podle technického provedení. Ve víceboji jsou známky následně sečteny a vyhrává jedinec s nejvyšším součtem známek. (Česká gymnastická federace, 2014)



Obr. č. 5 – Sportovní gymnastika (Bernaciková et al., 2010 – Sportovní gymnastika)

2.8.3 Věkové kategorie a výkonnost

Ve sportovní gymnastice nejsou, na rozdíl od aerobiku, tak striktně dané věkové kategorie. Soutěže jsou strukturované do 3 linií (A-C), kdy C je nejméně náročná a A nejvíce. V těchto liniích jsou pak jednotlivé kategorie:

- VS0 – 7-8 let
- VS1 – 7-8 let
- VS2 – 8-10 let
- VS3 – 9-12 let (žáci)
- VS4 – 10-14 let (kadeti)
- VS5 – 13-15 let (juniorčky)
- VS6 - 16 a více let (ženy)

Jednotlivé věkové kategorie se mezi sebou prolínají. Do vyšší kategorie jde vždy závodnice, která jí ní spadá věkem, nebo se jí podaří dosáhnout požadovaného VS (Závodní program ženských složek, 2020).

2.9 Sportovní aerobik

2.9.1 Definice sportu

Sportovní aerobik je jedním z technicko-estetických sportů, který můžeme zařadit do neolympijských gymnastických sportů. Jde o rytmické cvičení s vysokou intenzitou na hudbu, kdy závodnice prokazují schopnost provést technické prvky propojené aerobními vazbami. (Křištofič, 2003; Pravidla sportovního aerobiku 2021-2023, 2021)

V České republice jsou soutěže ve sportovním aerobiku organizovány pod Českým svazem aerobiku a fitness FISAF.cz. Na mezinárodní úrovni poté všechny národní organizaci spojuje FISAF International, který se kromě pořádání mezinárodních soutěží podílí i na úpravě pravidel, rozšíření sportu do povědomí široké populace a na edukaci trenérů, rozhodčích a dalších. (Český svaz aerobiku a fitness FISAF.cz, 2021); (FISAF International, 2021)

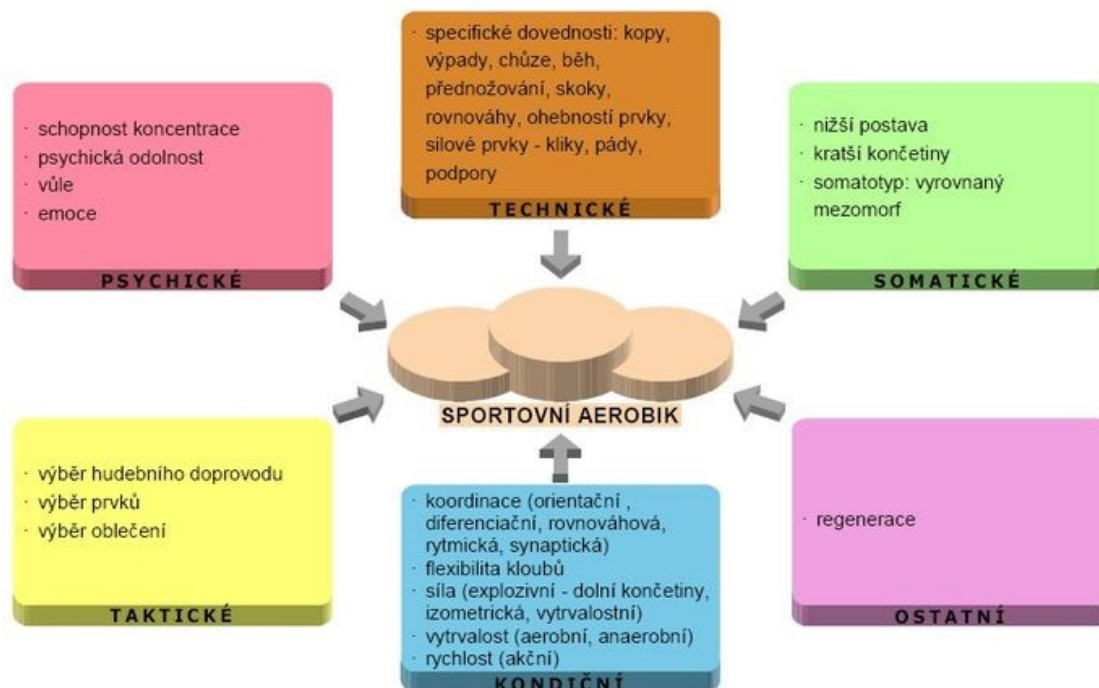
2.9.2 Soutěže

Každým rokem je pořádáno mistrovství světa a mistrovství Evropy, kde se utkávají závodníci v kategoriích sportovního aerobiku, fitness a hip hopu. Ve sportovním aerobiku se závodí v kategoriích ženy, muži, dua a tria. Ve fitness aerobiku jsou kategorie rozděleny na performance (5 členů), grande (6-7 členů) a step aerobik (5-7 členů).

Závodní sestava pro sportovní aerobik trvá zhruba 2 minuty a cvičí se na neodpružené ploše. Sestava musí obsahovat povinné prvky (kliky, jumping jacks a high leg kicks) a další technické prvky ze skupin skoky, kliky, statická síla a flexibilita. Všechny prvky jsou propojeny aerobními vazbami.

Hodnotí se náročnost jednotlivých prvků, technické provedení, originalita, využití plochy, změny polohy těžiště (hlavně ve smyslu nahoru a dolů), výraz, projev a synchron s hudbou. V týmových kategoriích se také kouká na synchron, interakci a změny postavení členů týmu v průběhu sestavy. Celá sestava musí být velmi dynamická a bez odpočinku po celou dobu cvičení, což vede k vysoké kardiovaskulární náročnosti.

Na rozdíl od gymnastiky jsou ve sportovním aerobiku zakázány prvky jako salta, přemety, stojky, mosty apod. (Pravidla sportovního aerobiku 2021-2023, 2021)



Obr. č. 6 – Sportovní aerobik (Bernaciková et al., 2010 – Sportovní aerobik)

2.9.3 Věkové kategorie

Ve sportovním aerobiku se do roku 2021 závodilo ve 4 věkových kategoriích. Od roku 2022 došlo k přerozdělení kategorií a nově se závodí v 5 věkových kategoriích.

Do roku 2021	Od roku 2022
- 8-10 let	- 8-10 let (děti)
- 11-13 let (kadeti)	- 11-12 let (cadet)
- 14-16 let (junioři)	- 13-14 let (junior)
- 17 a více let (dospělí)	- 15-17 let (youth)
(Pravidla sportovního aerobiku 2021-2023, 2021)	- 18 let a více (adult)
	(Pravidla sportovního aerobiku 2022-2024, 2022)

2.9.4 Výkonnostní třídy

Sportovní a fitness aerobik se v ČR pořádá ve 3. výkonnostních třídách (dále VT). V I. VT jsou nejúspěšnější sportovci, kteří se účastní celorepublikových soutěží včetně MČR. Na těchto závodech je možné získat nominaci na mistrovství světa a Evropy.

Ve II. a III. VT jsou závodníci s nižší náročností sestav a účastní se také celorepublikových soutěží. V jednotlivých kategoriích jsou pravidla obdobná, ale liší se množstvím a obtížností povolených prvků. V každém závodě jsou závodníkům udělovány body. Podle dosažených bodů na konci sezony se určuje, zda závodník příští sezónu zůstává ve stejné VT nebo zda musí poustoupit o třídu výš nebo o třídu níž. (Soutěžní řád českého svazu aerobiku a fitness, FISAF, 2021)

2.10 Posturální stabilita sportovců jako prediktor zranění

Posturální stabilita je při sportování velmi důležitá. Kromě vztahu k výkonu sportovce je také spojována s četností zranění. Je obecně uznáváno, že zhoršená propriocepce v kloubech vede většímu riziku zranění, ale také k horšímu hojení vazů a šlach (Aydin et al., 2002). Proto je velmi zajímavé sledovat a hodnotit výsledky Y-balance testu, který sportovcům umožňuje změření dynamické posturální stability i v rámci tréninků. Čímž se dá také využít jako prediktor zranění (Walker, 2016).

Smith et al. (2015) ve své studii hodnotili pomocí Y-balance testu sportovce z různých odvětví. Zjistili poměrně velkou spojitost mezi rozdílnou dosaženou absolutní vzdáleností mezi končetinami a zvýšeným rizikem bezkontaktního úrazu dolní končetiny. Hraniční hodnota této asymetrie byla určena na 4 cm rozdílu. K podobnému výsledku došli ve své studii Gonell et al. (2015), kterým vyšlo významně vyšší riziko úrazu hlavně při asymetrii v posteromediálním směru.

Dalším ukazatelem zvýšeného rizika úrazu u Y-balance testu je hodnota kompozitního skóre. Přesná hranice, která by definovala hranici zvýšeného rizika, není ovšem dána a liší se i v různých sportech. U fotbalistů bylo zjištěno zvýšené riziko z 37,7 % na 68,1 % při skóre menším než 89 %. U basketbalistů je tato hranice už při 94 % (Plisky et al, 2006). Walker (2016) pak obecně uvádí, že při hodnotě kompozitního skóre menší než 90 % je riziko úrazu až 3,5x větší.

Kvalitu posturální stability jako prediktor zranění zkoumaly i studie věnující se jiným typům měření posturální stability. Například Romero-Franco et al (2014) ve své studii hodnotili posturální stabilitu u atletů pomocí monopedální a bipedální stabilometrie. Z výsledků bylo patrné, že sportovci s nejhoršími výsledky před sezónou měli v jejím průběhu vyšší procento zraněních než sportovci s výsledky lepšími.

2.11 Možnosti zlepšení posturální stability

Zdali se dá tréninkem zlepšit propioceptivní funkce, není stále přesně zjištěno. Je možné, že by soustředění se při tréninku na důležité smyslové podněty mohlo vést k minimalizaci rušivých pohybů a ke zlepšení výkonu. Dále by mohlo dojít k neurálním adaptacím pro dané úkoly, mohla by se snížit vzrušivost na úrovni míchy nebo nastat snížení citlivosti napínacího reflexu u svalů, které plní posturální funkci, což opět vede k méně destabilizujícím pohybům. Předpokladem je, že tréninkem rovnováhy by byl podpořen posun v řízení pohybu z kortikální do subkortikální úrovně (Hrysomallis, 2011).

Při tréninku je v dnešní době hodně využíván tzv. core training, který se zaměřuje na stabilizaci „jádra těla“. Základem je zde nácvik držení páteře, hrudníku a pánve v neutrální pozici. Začínat by se mělo od jednoduchých cviků cíleně zapojujících posturální svaly, jako je m. transversus abdominis, mm. multifidi a další. Dále se pokračuje s cvičením v různých polohách a poté přejít do dynamických cvičení celého těla. Příkladem takového cvičení může být např. plank, plank na boku, cvičení ve vzporu klečmo a další (Huxel Bliven et Anderson., 2013).

Zdali se dá celková statická a dynamická stabilita u zdravých zlepšit rovnovážným tréninkem, se zabývala systematická studie. Ta zjistila, že z 16 studií 14x vyšel pozitivní výsledek, který potvrdil, že zlepšení možné je. Žádná studie neměla negativní dopad na testované jednotlivce. Obecně zjistili, že při tréninku rovnováhy minimálně 10 minut 3x týdně po dobu 4 týdnů dojde k viditelnému zlepšení. Podle úrovně individuální stability se začíná od nejjednodušších cviků po složitě. Nejdříve se cvičí na stabilních površích s otevřenýma očima a ve stoji na obou DKK. Postupně se přejde až na dynamické cvičení na labilních površích (např. různé naklápěcí desky) se zavřenýma očima a ve stoji na jedné DK. Z dynamických pohybů se může přidat například házení míče, kopání či pohyby těla, které mění pozici těžiště (DiStefano et al., 2009).

3 Cíl a úkoly práce, hypotézy

3.1 Cíl práce

Cílem této diplomové práce je porovnat úroveň posturální stability měřené Y-balance testem u dívek, které se věnují sportovnímu aerobiku a sportovní gymnastice.

Dalším cílem je ověřit úroveň posturální stability vzhledem k věku a typu sportovní specializace dívek a možný vliv výskytu hypermobility na posturální stabilitu měřenou Y-balance testem.

3.2 Úkol práce

- Zpracování teoretických východisek z české i zahraniční literatury věnujících se tématům souvisejících s touto diplomovou prací.
- Vybrání vhodných a dostupných metod pro měření posturální stability a hypermobility, které jsou využitelné ve všech věkových kategoriích.
- Výběr vhodných probandů.
- Provedení samotného testování.
- Zpracování a analýza získaných dat.
- Vyhodnocení výsledků a jejich konfrontace s hypotézami.

3.3 Výzkumné otázky

1. Je rozdíl v dynamické posturální stabilitě ohodnocené Y-balance testem mezi dívkami věnujícími se závodně sportovnímu aerobiku a sportovními gymnastkami?
2. Dochází ke zlepšování dynamické posturální stability u těchto dívek se zvyšujícím se věkem?
3. Je rozdíl mezi cvičitelkami aerobiku a gymnastkami ve všech věkových kategoriích stejný?
4. Je úroveň posturální stability ohodnocená Y-balance testem závislá na míře hypermobility ohodnocené pomocí Beightonova skóre?

3.4 Hypotézy

H1: Předpokládám, že dívky věnující se sportovní gymnastice budou mít lepší dynamickou posturální stabilitu než dívky ve sportovním aerobiku při hodnocení Y-balance testem.

H2: Předpokládám, že se dynamická posturální stabilita ohodnocena Y-balance testem bude s narůstajícím věkem zlepšovat.

H3: Předpokládám, že se bude s narůstajícím věkem rozdílnost úrovně posturální stability mezi gymnastkami a cvičitelkami aerobiku zvyšovat.

H4: Předpokládám, že dívky s vyšším Beightonovým skóre budou mít horší dynamickou posturální stabilitu ohodnocenou Y-balance testem než dívky s nižším skóre.

4 Metodika práce

Tato diplomová práce je kvantitativní nerandomizovanou studií. Výzkum byl schválen Etickou komisí UK FTVS pod jednacím číslem 126/2021 (viz příloha č. 1).

4.1 Popis sledovaného/výzkumného souboru

Výzkumu se zúčastnilo 79 dívek věnujících se závodně sportovnímu aerobiku nebo sportovní gymnastice na republikové úrovni. Dívky se zúčastnily závodů v roce 2021, případně se na závody alespoň připravovaly, ale z důvodu momentální situace ohledně COVIDu – 19 se závodu nakonec nemohly zúčastnit například kvůli nařízené karanténě apod.

Dívky byly z těchto klubů: Aerobik studio Dvojka Sedlčany, Fitness Center Bány a Hanky Šulcové, GYMPRA – Gymnastická Akademie Praha, Oddíl sportovní gymnastiky TJ Bohemians Praha, TJ Sokol Příbram, TJ Slovan Praha.

Do studie nebyly přijaty dívky, které v době výzkumu trpěly akutním infekčním onemocněním či jakýmkoliv onemocněním či omezením pohybového aparátu. Dívky nesměly být ani v rekonvalescenci po úrazu, či operaci, která by mohla limitovat provedení výzkumu. Všechny probandky, či jejich zákonní zástupci před zahájením výzkumu podepsaly informovaný souhlas schválený Etickou komisí UK FTVS (viz příloha č. 2 a 3).

Dívky byly rozděleny do 8 skupin podle sportu a věku. Věkové skupiny byly zvoleny stejně, jako je rozdělení závodních věkových kategorií ve sportovním aerobiku do roku 2021.

1. Dívky ze sportovního aerobiku ve věku 8-10 let – 11 dívek (průměr 9)
2. Dívky ze sportovního aerobiku ve věku 11-13 let – 11 dívek (průměr 12,5)
3. Dívky ze sportovního aerobiku ve věku 14-16 let - 10 dívek (průměr 15)
4. Dívky ze sportovního aerobiku ve věku 17 a více let – 10 dívek (průměr 18,2)
5. Dívky ze sportovní gymnastiky ve věku 8-10 let – 10 dívek (průměr 8,9)
6. Dívky ze sportovní gymnastiky ve věku 11-13 let – 14 dívek (průměr 11,8)
7. Dívky ze sportovní gymnastiky ve věku 14-16 let – 10 dívek (průměr 14,8)
8. Dívky ze sportovní gymnastiky ve věku 17 a více let – 3 dívky (průměr 19)

4.2 Použité metody

Veškeré měření probíhalo v odpoledních hodinách v tělocvičnách zúčastněných klubů za umělého osvětlení, při kterém byly probandky zvyklé trénovat. Byl zajištěn maximální možný klid na provedení výkonu, aby dívky nebyly nikým a ničím rušeny. Pro měření byly využity pouze části tělocvičen, kde se nenacházel koberec, či jiný povrch, který by mohl zhoršit/omezit pohyb jezdce při Y-balance testu.

Anamnéza

V rámci anamnézy byl u probandů zaznamenáván pouze věk a sport, kterému se věnují. Dále byl ještě proband dotázán, zdali momentálně netrpí nějakým onemocněním, či zdali neměl v poslední době úraz. To by případně probanda vyřadilo z výzkumu. Toho si ovšem byly probandky vědomé už předem, jelikož tyto podmínky byly zmíněny v informovaném souhlase. Ten si všechny účastníce, případně jejich rodiče, přečetli a podepsali.

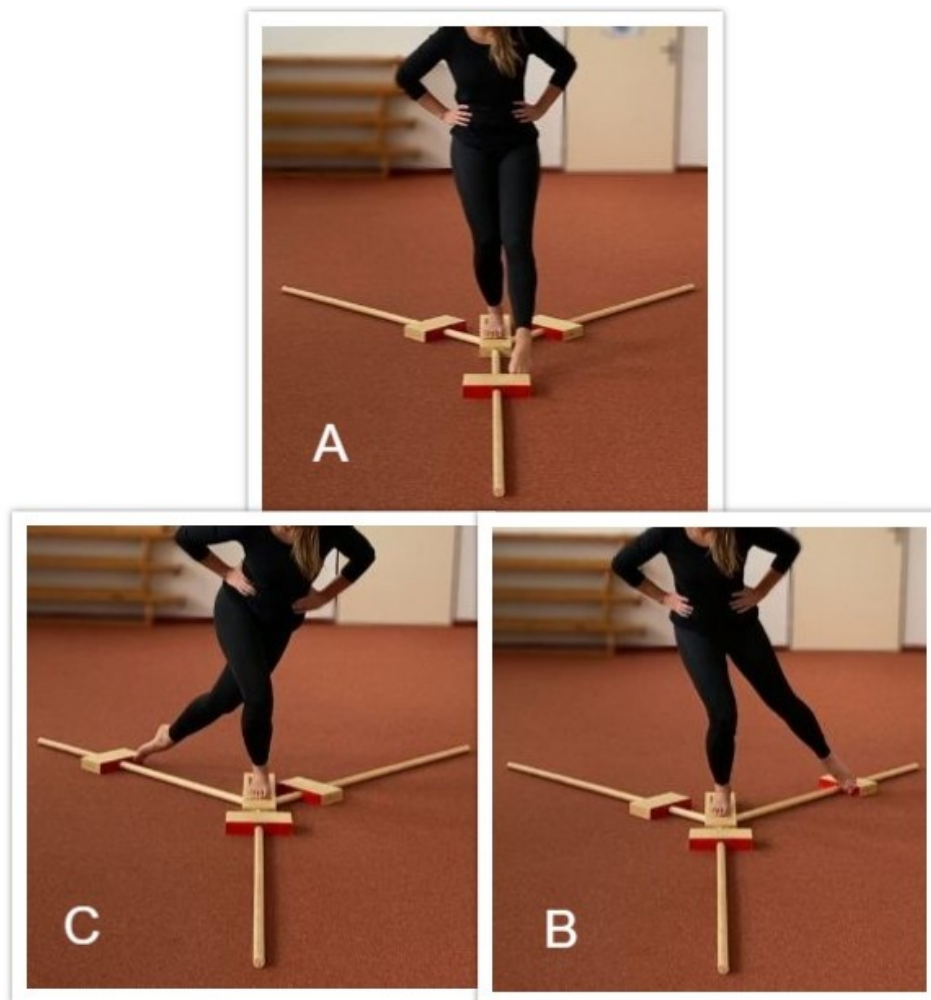
Přesný postup při měření Y – balance testu

- 1) Proband přišel na otestování v lehkém oblečení (např. triko a kraťasy, bez bot, bez ponožek).
- 2) Změřila se funkční délka dolních končetin vleže na zádech pomocí krejčovského metru (SIAS – malleolus medialis).
- 3) Určila se dominantní končetina (preference DK – pro rotaci na 1DK)
 - toto určení bylo zvoleno pro větší podobnost k tomuto testu.
- 4) Proband byl vyzván, aby se podle vlastního uvážení rozehýbal a protáhl.
- 5) Instruktaž – probandkám bylo puštěno instruktážní video, kde byly ukázané i nejčastější chyby:
 - proband má 3-4 úspěšné zkušební pokusy do každého směru a 3 úspěšné měřené pokusy
 - proband musí stát na plošině uprostřed (palec stojné DK je na čáře)
 - stojná DK musí být stále celou ploškou v kontaktu s plošinou
 - HKK jsou v bok
 - volná DK se smí dotýkat pouze červené části jezdce, který se snaží odsunout co nejdále od středové plošiny
 - jezdec musí být sunut plynule, nesmí být kopnut
 - volná DK se nesmí dotknout země a po odsunutí jezdce ji proband musí vrátit zpět ke stojné DK.

- 6) Proband si vyzkoušel Y-balance test – vždy 3-4 úspěšné pokusy do všech směrů na obou DKK.
- 7) Odpočinek - 3-5 minut pauza.
- 8) Samotné testování.

Pořadí:

- 3x anteriorním směrem na PDK (obr. č. 6-A)
- 3x anteriorním směrem na LDK
- 3x posteromediálním směrem na PDK (obr. č. 6-B)
- 3x posteromediálním směrem na LDK
- 3x posterolaterálním směrem na PDK (obr. č. 6-C)
- 3x posterolaterálním směrem na LDK

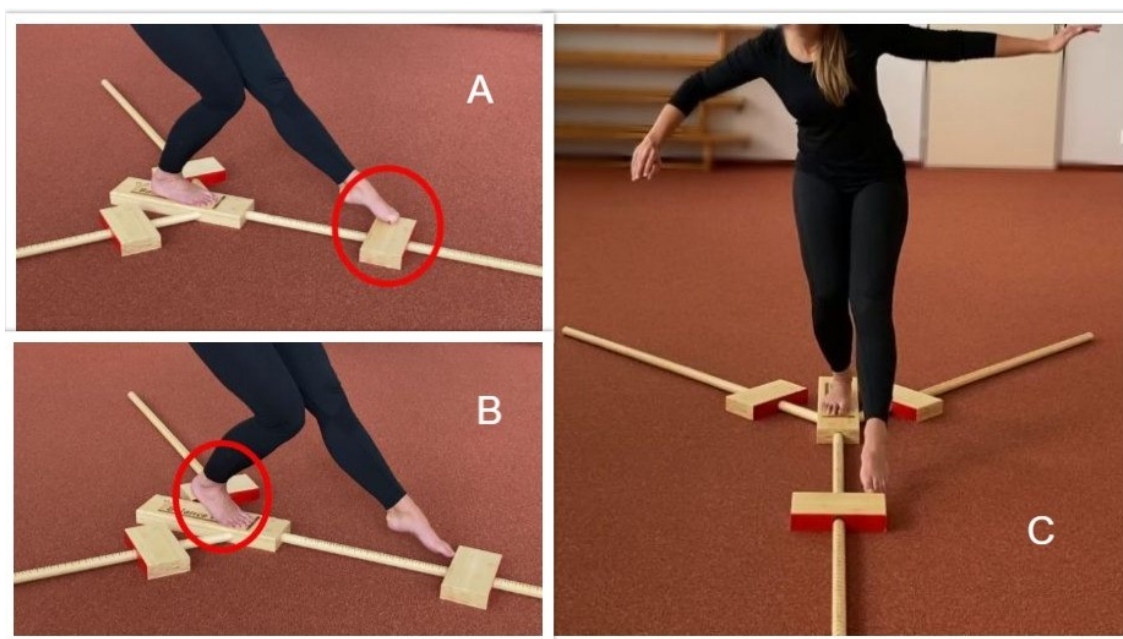


Obr. č. 7 – Provedení Y-balance test – A – anteriorní směr, B – posteromediální směr, C – posterolaterální směr (z archívu autorky)

Po každém pokusu se zaznamenávala dosažená vzdálenost po 0,5cm do záznamového archu, viz příloha č. 5, a vrátil se jezdec do původní polohy, aby mohl být proveden další pokus.

CHYBY:

- Proband se dotkl volnou DK země nebo jiné než červené části jezdec (obr. č. 7-A),
- proband kopl do jezdec (pohyb jezdec nebyl plynulý),
- proband odlepil patu, či jinou část stojné DK (obr. č. 7-B),
- proband neudržel HKK v bok v průběhu celého pokusu (obr. č. 7-C).



Obr. č. 8 – Chyby – A – špatný kontakt noha-jezdec, B – odlepení paty, C – ruce nejsou v bok (z archivu autorky)

Pokud proband udělal jednu z uvedených chyb, musel provést pokus znovu. Maximální počet pokusů na 1DK v jednom směru je 6. Pokud v šesti pokusech proband nezapsal 3 úspěšné pokusy, počítal se výsledek jako 0 (neúspěšný).

- 9) Z naměřených hodnot byla vybrána vždy největší dosažená vzdálenost v každém směru a bylo vypočítáno composite score pro dominantní i nedominantní DK.

Composite score = (nejlepší dosažená vzdálenost v každém směru)/(3x délka DK)*100

Postup při měření hypermobility – Beightonova škála

1) Řešitelka výzkumu provedla a změřila pomocí goniometru pasivní rozsah následujících pohybů.

- a) Pasivní dorsální flexe v 5. metacarpofanlangovém kloubu měřená v sedě s předloktím položeným na stole. Pozitivita je rozsah větší než 90° .
- b) Pasivní hyperextenze v loketním kloubu měřená v sedě a s předloktím v supinaci větší než 10° .
- c) Pasivní hyperextenze v kolenním kloubu větší než 10° měřená v leže na zádech.
- d) Přitažení palce k flexorové straně předloktí – rameno je v 90° flexi, loket v extenzi a předloktí v pronaci. Pozitivita je, když se palec dotkne předloktí.
- e) Předklon ve stoji s propnutými koleny. Pozitivita je, když se celé dlaně dotknou podlahy

2) Výsledky byly zaznamenány do tabulky (viz příloha č. 6).

3) Vypočítalo se výsledné skóre.

4.3 Sběr dat

Data pro teoretickou část byla zpracovávána formou literární rešerše v průběhu roku 2021 a 2022. Byla zpracována témata posturální stability, faktorů, které ji ovlivňují, a možností, jak ji změřit. Dále byly stručně shrnuty 2 sporty, ze kterých byly vybírány probandky v experimentální části, sportovní aerobik a sportovní gymnastika. Zpracované informace pocházejí z českých i zahraničních zdrojů a byly odcitovány dle citační normy ISO 690 v kapitole 8. Zdroje. Byly použity tyto vědecké databáze: Google Scholar, PubMed, Web of Science a EBSCO.

Data pro experimentální část byla sbírána od října 2021 do února 2022 v tělocvičnách zúčastněných sportovních klubů. Zástupci klubů před zahájením měření podepsali souhlas, viz příloha č. 4. Získaná data byla zapsána do záznamového archu, viz příloha č. 5 a 6.

4.4 Analýza dat

Statistická analýza získaných dat byla prováděna pomocí programů Microsoft Excel 365 a statistického softwaru R (verze 4.0.3).

Pro vyhodnocení dat byl použit model lineární regrese, který pracoval se všemi proměnnými v tomto projektu. Pro určení statisticky významného rozdílu byla stanovena hodnota $p=0,05$. Pokud byl výsledek testu $p<0,05$, byl u porovnávaných hodnot statisticky významný rozdíl.

Pro využití tohoto modelu bylo potřeba splnit 2 základní podmínky. Prvním předpokladem je prokázání, že u naměřených hodnot nedošlo k významnému odchýlení od předpokládané normality chybových členů modelu. K tomu byl využit Shapiro-Wilkův test. K určení druhého předpokladu, čímž je shodnost rozptylů, byl využit Breusch-Paganův test. Za hraniční hodnotu u obou testů bylo stanoveno $p=0,05$. Pokud by výsledek testu vyšel větší než 0,05, splňovala data podmínku testů pro vhodnost použití lineární regrese.

5 Výsledky

Tato kapitola je rozdělena na dvě části. V první podkapitole jsou v tabulkách uvedené naměřené hodnoty všech testů. V druhé podkapitole se nachází jejich porovnání a vyhodnocení stanovených hypotéz.

5.1 Výsledky měření

V následujících tabulkách jsou zaznamenány všechny výsledky naměřené během tohoto výzkumného projektu. Pro vyhodnocení Y-balance testu byly vždy změřeny tři úspěšné pokusy do všech směrů. Ze tří pokusů byla vždy vybrána nejlepší dosažená vzdálenost v každém směru a bylo vypočítáno composite skóre [součet nejlepších výsledků v každém směru/(3*délka DK)*100]. Další uvedenou hodnotou u každého probanda je výsledná hodnota Beightonova score, kterým byla ohodnocena hypermobilita.

Sportovní gymnastika

Celkem se měření zúčastnilo 37 sportovních gymnastek. První tabulka (tab. č. 1) obsahuje údaje o dívkách ve věkových kategoriích 8-10 let (10 gymnastek) a 11-13 let (14 gymnastek).

proband	SG 8-10 let			SG 11-13 let		
	composite score		Beighton score	composite score		Beighton score
	dominantní	nedominantní		dominantní	nedominantní	
1	92,47	98,40	6	110,83	107,08	6
2	103,83	103,55	5	97,59	94,30	7
3	97,71	97,73	6	100,87	100,00	9
4	106,35	106,61	5	100,00	100,88	6
5	89,15	96,03	6	89,71	90,12	8
6	96,78	97,92	4	89,25	97,99	6
7	98,76	99,75	8	88,69	89,29	3
8	104,98	106,22	7	107,33	102,89	7
9	104,57	103,88	4	96,58	98,50	3
10	96,27	96,54	3	100,00	99,79	7
11				96,88	97,31	3
12				92,68	95,33	6
13				93,49	100,20	7
14				113,60	113,60	5

Tab. č. 1. – Výsledky SG (věková kategorie 8-10 a 11-13)

Druhá tabulka (tab. č. 2) potom zahrnuje věkové skupiny 14-16 let (10 dívek) a 17+ let. V kategorii 17+ let se studie zúčastnily pouze 3 dívky. Důvodem je, že v tomto věku se v České republice věnuje sportovní gymnastice na závodní úrovni už jen malé množství dívek. Velké množství jich kvůli velké náročnosti tohoto sportu ukončí svou závodní kariéru už v předchozí věkové kategorii.

proband	SG 14-16 let			SG 17 +		
	composite score		Beighto score	composite score		Beighto score
	dominantní	nedominantní		dominantní	nedominantní	
1	103,85	105,98	8	96,89	99,82	6
2	89,15	91,47	3	100,41	99,59	4
3	93,65	94,38	5	92,51	91,57	5
4	98,75	95,83	4			
5	90,91	84,47	7			
6	98,70	96,70	7			
7	94,56	94,21	4			
8	97,64	101,09	9			
9	94,76	99,63	6			
10	93,80	93,99	2			

Tab. č. 2 – Výsledky SG (věková kategorie 14-16 a 17+)

Sportovní aerobik

Ze sportovního aerobiku se celkem zúčastnilo 42 dívek. První tabulka (tab. č. 3) ukazuje získané hodnoty u dívek ve věkových kategoriích 8-10 let (11 závodnic aerobiku) a 11-13 let (11 závodnic aerobiku).

proband	SA 8-10 let			SA 11-13 let		
	composite score		Beighton score	composite score		Beighton score
	dominantní	nedominantní		dominantní	nedominantní	
1	97,51	90,55	4	90,54	91,22	9
2	100,00	95,18	1	85,98	88,21	9
3	97,26	99,09	9	97,97	97,97	4
4	97,73	93,69	6	93,16	93,80	4
5	92,13	94,91	6	94,48	92,26	8
6	93,24	88,96	4	97,79	91,46	5
7	101,16	97,45	5	100,19	100,00	2
8	89,95	85,54	7	89,39	87,50	6
9	87,39	91,89	4	90,85	89,84	4
10	79,78	80,22	4	92,05	93,73	4
11	92,13	89,35	5	78,54	75,48	6

Tab. č. 3 – Výsledky SA (věková kategorie 8-10 a 11-13)

Druhá tabulka (tab. č. 4) zaznamenává údaje o dívkách z věkových kategorií 14-16 let (10 dívek) a 17+ (10 dívek).

proband	SA 14-16 let			SA 17 +		
	composite score		Beighto score	composite score		Beighto score
	dominantní	nedominantní		dominantní	nedominantní	
1	90,31	87,21	7	89,86	92,61	8
2	87,55	91,77	6	92,53	93,68	4
3	97,02	97,82	9	93,57	89,96	3
4	93,53	90,20	2	116,91	114,71	9
5	97,71	100,42	5	95,78	97,59	2
6	102,74	102,11	8	89,73	90,50	6
7	96,97	94,32	9	86,59	88,89	7
8	91,30	87,96	5	99,38	100,62	6
9	97,99	95,78	6	97,50	100,63	6
10	104,71	103,73	6	87,31	88,31	7

Tab. č. 4. – Výsledky SA (věková kategorie 14-16 a 17+)

5.2 Testování hypotéz

Pro statistické vyhodnocení hypotéz byl využit model lineární regrese, který zohlednil všech 8 kombinací věkových skupin s typem sportu a následně také s hypermobilitou. Pro testování pak byly použity základní F-testy pro porovnávání podmodelů. Všechny statistické testy byly provedeny na hladině významnosti 0,05.

Pro možnost použít tento model bylo zapotřebí splnit 2 podmínky. První podmínkou bylo, že v naměřených datech nedošlo k významnému odchýlení od předpokládané normality chybových členů modelu. To bylo ozřejmáno pomocí Shapiro-Wilkova testu použitého na rezidua modelu. Druhou podmínkou byl předpoklad shodných rozptylů, což bylo otestováno Breusch-Paganovým testem. Pro splnění podmínky byl u obou testů považován výsledek $p > 0,05$.

Jak je vidět z tabulky č. 5, data neprojevují známky porušení těchto předpokladů, jelikož příslušné p-hodnoty provedených testů jsou vyšší než zvolená hladina významnosti 0,05.

	dominantní DK	nedominantní DK
Shapiro-Wilk test	p=0,1853	p=0,7107
Breusch-Pagan test	p=0,7574	p=0,7241

Tab. č. 5 – Shapiro-Wilk test a Breusch-Pagan test

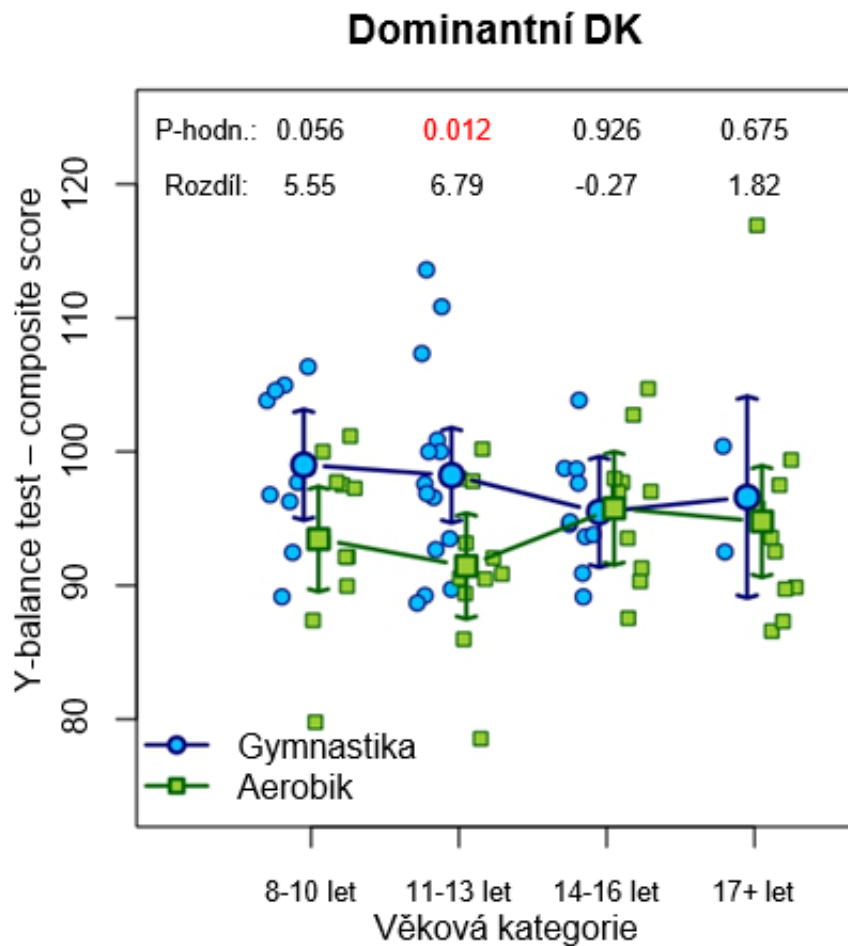
Hypotéza - H1

H1: *Předpokládám, že dívky věnující se sportovní gymnastice budou mít lepší dynamickou posturální stabilitu než dívky ve sportovním aerobiku při hodnocení Y-balance testem.*

Tato hypotéza je vyhodnocena jak pro jednotlivé věkové kategorie, tak i pro sporty celkově. Pro potvrzení hypotéz byla považována hodnota $p < 0,05$, která znamenala statisticky významný rozdíl. Výsledky p-hodnot jsou v textu zaokrouhleny na 3 desetinná čísla. Pro přehlednost jsou hodnoty potvrzující hypotézu psány červenou barvou.

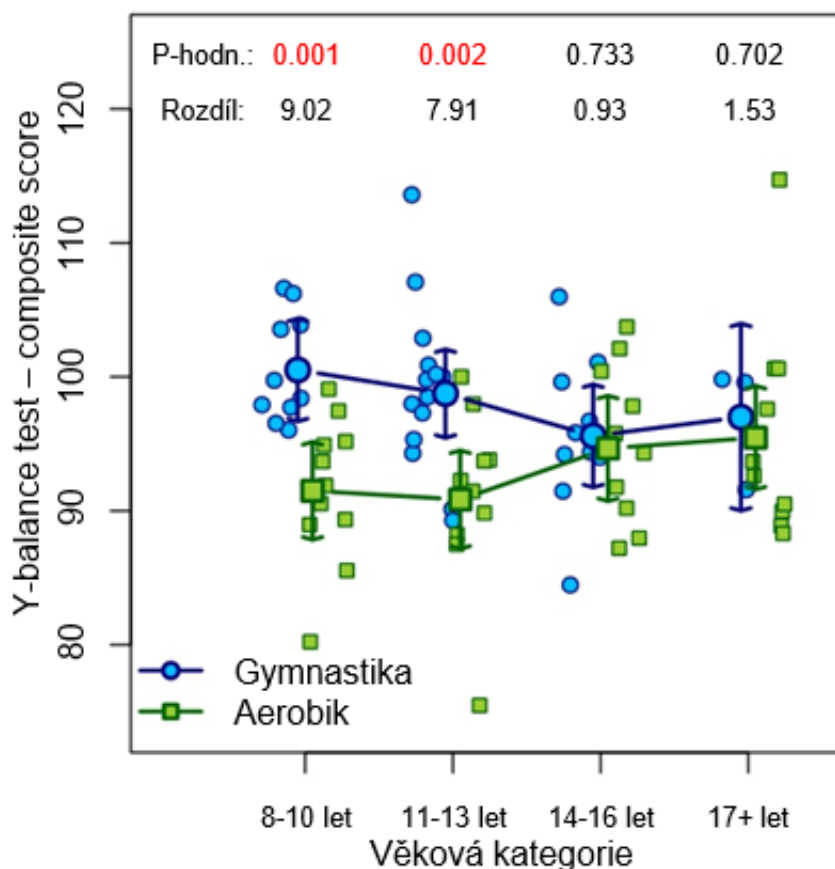
Při porovnání těchto sportů celkově ve všech věkových kategoriích dohromady, byla hypotéza, že sportovní gymnastiky dosáhnou statisticky lepších výsledků, potvrzena. P-hodnota pro dominantní končetinu je $p=0,011$ a pro nedominantní $p=0,001$.

Při hodnocení v jednotlivých kategoriích byla hypotéza potvrzena pouze u dominantní končetiny ve věkové kategorii 11-13 let, kde je hodnota $p=0,012$, a u nedominantní končetiny ve věkové kategorii 8-10 let s hodnotou $p=0,001$ a ve věkové kategorii 11-13 let s hodnotou $p=0,002$. Výsledky jsou zaznamenány v následujících grafech (graf č. 1 a 2).



Graf č. 1 – Hypotéza 1 – dominantní končetina

Nedominantní DK



Graf č. 2 – Hypotéza 1- nedominantní DK

V těchto dvou grafech jsou dále zaznamenány i p-hodnoty ostatních věkových kategorií a rozdíly průměrů mezi gymnastkami a závodnicemi aerobiku. Z výsledků je patrné, že v kategorii 8-10 let je p-hodnota těsně nad 0,05, tudíž jen těsně nebyla splněna podmínka pro potvrzení hypotézy. Za zmínku také stojí kategorie 14-16 let a výsledky na dominantní DK. Rozdíl výsledků zde sice není statisticky významný, ale rozdílová hodnota nabyla záporné číslo. To značí, že v této kategorii byly naměřeny lepší výsledky u závodnice aerobiku, ale pouze velmi statisticky nevýznamně.

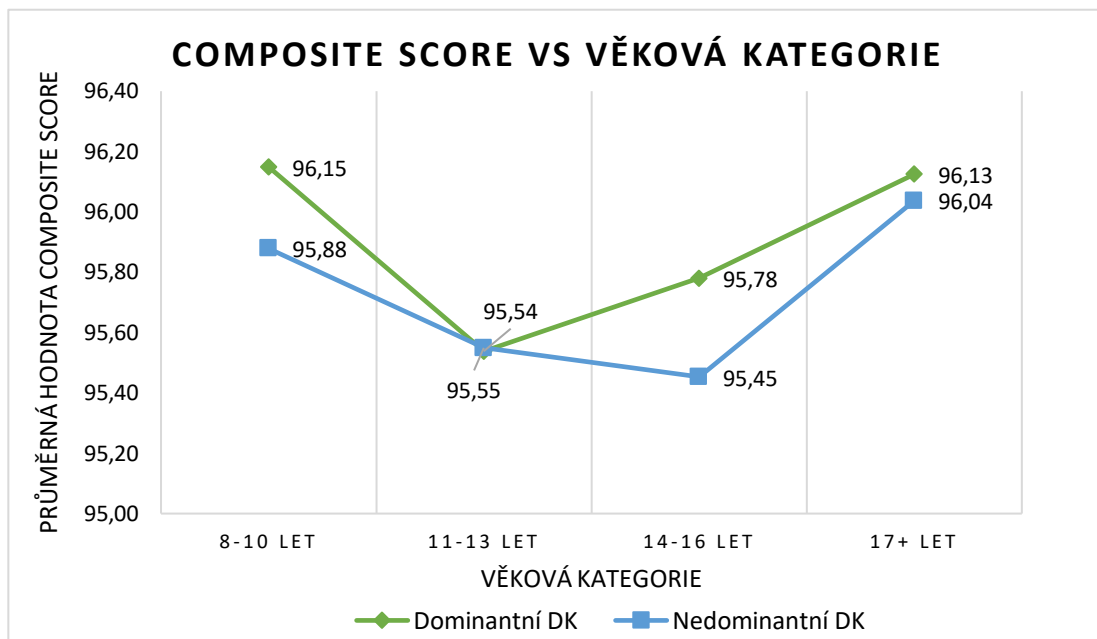
Hypotéza – H2

H2: Předpokládám, že se dynamická posturální stabilita ohodnocena Y-balance testem bude s narůstajícím věkem zlepšovat.

I zde byla pomocí modelu lineární regrese p-hodnota u této hypotézy vypočítána pro dominantní DK jako $p=0,915$ a pro nedominantní DK $p=0,684$ současně u obou

sportů dohromady. Výsledkem tedy je, že tuto hypotézu nelze potvrdit pro dominantní ani pro nedominantní DK. Nelze potvrdit vztah mezi věkem a výsledky Y-balance testu.

Pro ukázkou byl sestaven následující graf (graf č. 3), který spojuje průměrné hodnoty v jednotlivých věkových kategoriích u obou sportů dohromady. Je zde vidět, že nedochází k postupnému a statisticky významnému růstu hodnot s věkem.



Graf č. 3 – Hypotéza 2

Nepravidelný trend výsledků i u sportů jednotlivě je patrný i na grafech č. 1 a 2. Trend vývoje nejlépe ukazuje spojnice průměrných hodnot. U gymnastek je patrný obdobný obraz u dominantní i nedominantní DK. Nejdříve dochází k mírnému poklesu ve věku 11-13 let, výraznějšímu poklesu ve věku 14-16 let a pak k nepatrnému růstu v kategorii 17+. U závodnic aerobiku na dominantní DK dojde nejdříve k poklesu ve druhé věkové kategorii. V kategorii 14-16 let je patrný nárůst výkonnosti a poté opět mírné zhoršení v nejstarší kategorii. U nedominantní DK byl pokles v kategorii 11-13 let oproti nejmladším menší, poté následovalo také značné zlepšení v kategorii 14-16 a následně i mírně v kategorii 17+.

Hypotéza – H3

H3: *Předpokládám, že se bude s narůstajícím věkem rozdíl úrovně posturální stability mezi gymnastkami a cvičitelkami aerobiku zvyšovat.*

Na grafech č. 1 a 2. (viz Hypotéza – H1) je patrné, že rozdíly průměrných hodnot mezi závodnicemi aerobiku a gymnastkami se nezvyšují. Naopak výsledky ukazují spíše na zmenšování rozdílu s věkem. Jelikož gymnastky se s věkem spíše zhoršovaly, kdežto výsledky u závodnic aerobiku ukazují ve vyšším věku i vyšší hodnoty Y-balance testu. Proto byly v nižších věkových kategoriích statisticky významné rozdíly a v pozdějším věku se výsledky srovnaly. Výsledné p-hodnoty pro dominantní DK $p=0,300$ a pro nedominantní DK $p=0,102$ jsou ovšem statisticky nevýznamné, takže ani klesající trend rozdílů nelze potvrdit.

Konkrétní čísla rozdílů průměrných hodnot jsou uvedené v horní části těchto grafů. Pro dominantní končetinu platí, že se rozdíl ve druhé kategorii nejdříve zvětšil, ale poté výrazně klesl až do záporných hodnot. V poslední věkové kategorii pak došlo opět k mírnému zvětšení rozdílu ve prospěch sportovních gymnastek.

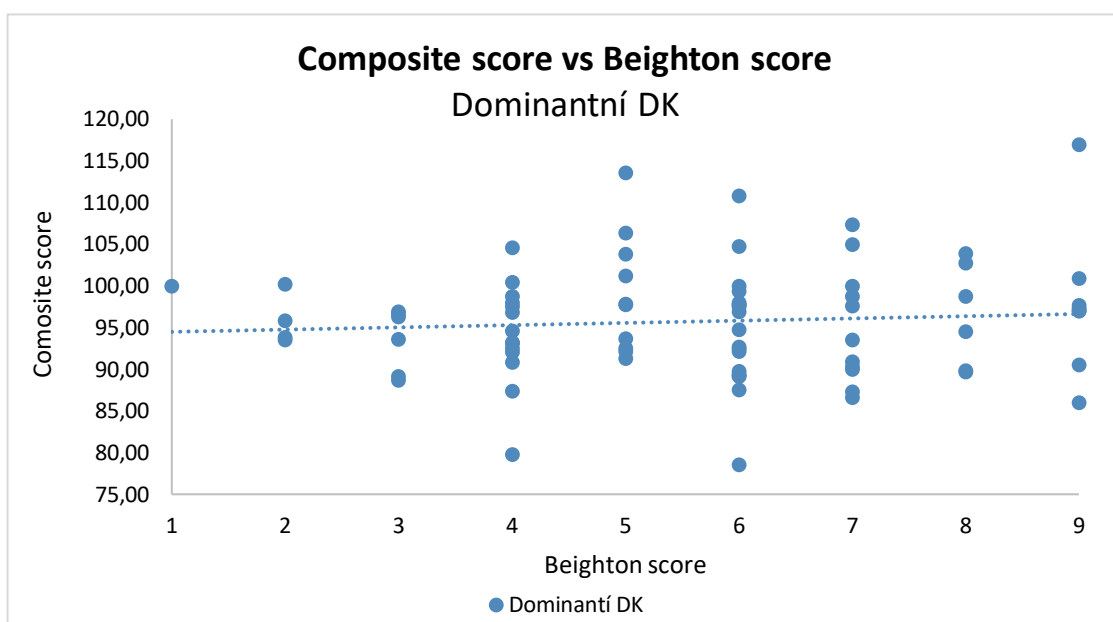
U nedominantní končetiny docházelo k postupnému snižování rozdílu. Až v poslední věkové kategorii došlo opět k lehkému zvýšení.

Hypotéza – H4

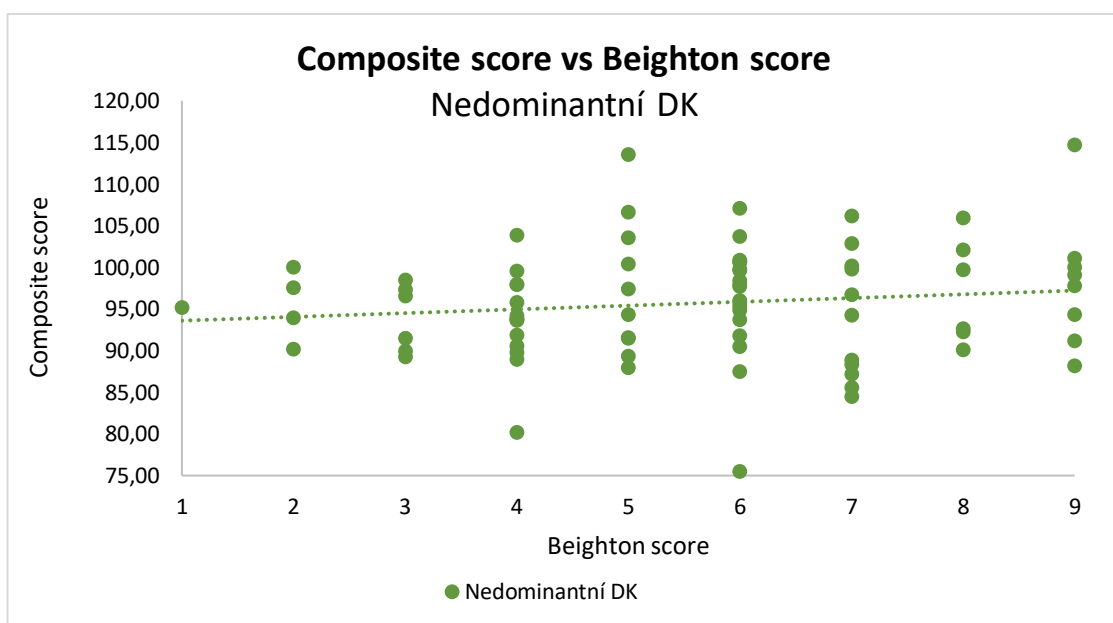
H4: *Předpokládám, že dívky s vyšším Beightonovým skóre budou mít horší dynamickou posturální stabilitu ohodnocenou Y-balance testem než dívky s nižším skóre.*

Tato hypotéza byla vyhodnocena pro oba sporty současně. Bylo zjišťováno, zdali existuje vztah mezi hodnotou Beightonova skóre a composite skóre z Y-balance testu. Ani tuto hypotézu ovšem nelze potvrdit. P-hodnoty u tohoto testu byly pro dominantní končetinu $p=0,664$ a pro nedominantní $p=0,312$.

Výsledky jsou znázorněné v následujících grafech č. 4 pro dominantní DK a graf č. 5 pro nedominantní DK. Přímka v grafu znázorňuje lineární trend hodnot. Je patrné, že se zvyšující se hodnotou hypermobility naopak dochází k mírnému zlepšování dynamické posturální stability, ale tento trend není statisticky významný.



Graf č. 4 – Hypotéza 4 – dominantní DK



Graf č. 5 – Hypotéza 4 - nedominantní DK

Pokud vezmeme všechny probandky dohromady (bez ohledu na věk) a budeme za hraniční hodnotu hypermobility považovat nejčastěji používanou hranici 4/9 Beightonova skóre, lze říct, že hypermobilních je 88,1 % závodnic aerobiku a 83,78 % gymnastek.

6 Diskuse

6.1 Diskuse k hypotéze č. 1 a 3

H1: *Předpokládám, že dívky věnující se sportovní gymnastice budou mít lepší dynamickou posturální stabilitu než dívky ve sportovním aerobiku při hodnocení Y-balance testem.*

H3: *Předpokládám, že se bude s narůstajícím věkem rozdílně úrovně posturální stability mezi gymnastkami a cvičitelkami aerobiku zvyšovat.*

Předpokladem těchto hypotéz byly mnohé studie, které prokázaly pozitivní vliv sportovní gymnastiky na posturální stabilitu.

Bressel et al. (2007) porovnával hráčky fotbalu, basketbalu a gymnastky. Gymnastky a fotbalistky vyšly z měření lépe. Pravděpodobně z důvodu, že gymnastky často balancují na jedné dolní končetině např. na kladině, a fotbalistky zase často musí na jedné DK přesně zasáhnout míč ve velké vzdálenosti. Naopak basketbalistky se do pozice, kdy musí balancovat na jedné DK, dostávají jen velmi málo.

Další studie porovnávala posturální výkyvy gymnastek s dalšími sportovci při různých náročnostech stoje. Byly testovány výkyvy u bipedálního stoje, unipedálního stoje a unipedálního stoje na nestabilní ploše. Měření bylo nejdříve provedeno s otevřenými očima a poté se zavřenými očima. Z výsledků vyplynulo, že při otevřených očích není mezi sportovci významnější rozdíl. Čímž byla potvrzena hypotéza, že gymnastky sice zvládají velice posturálně náročné prvky, které jsou ovšem natolik specifické, že nedokáží tyto schopnosti využít při jednodušších úkolech. Když se ovšem měření provedlo se zavřenými očima, byly výkyvy při stoji výrazně menší u gymnastek. Což naznačuje, že gymnastky jsou schopné při vyřazení zraku lépe využít informace z ostatních rovnovážných systémů. Může to být dáno tréninkem prvků, které ztěžují vizuální orientaci (Vuillerme, 2001).

Vlivem gymnastiky na posturální stabilitu u dětí se zabývaly i další studie. Genc et al. (2020) ve své studii porovnávají děti věnující se gymnastice s dětmi bez fyzické aktivity. Akin (2013) zase zkoumal vliv 12týdenního gymnastického tréninku na skupinu dětí ve věku od 4-6 let. Podobnou studii porovnávající šestileté děti s běžnou školní aktivitou s dětmi s gymnastickým tréninkem provedl i Kesilmiş et al (2018). Všechny studie ukázaly výrazně lepší výsledky u dětí trénujících gymnastiku.

Další studie, kde je srovnávána rovnováha u mnoha různých sportů, včetně aerobiku, ukazuje i možný negativní dopad sportu. Zmiňuje se zde vliv častého opakovaného skákání, kdy neustále dochází k stimulaci šlachových tělísek, svalových vřetének, kloubních receptorů i kožních mechanoreceptorů. Na základě toho může dojít ke snížení citlivosti propioceptivní zpětné vazby, čímž může být zhoršena posturální stabilita. Zhoršená citlivost propioceptorů se může vyskytovat i po nesprávně provedených dopadech po různých náročnějších skocích. Jedinci pak špatně vnímají polohy kloubů a hůře reagují na malé změny polohy těla, čímž se zvyšuje riziko úrazu. Tento faktor se ovšem vyskytuje jak v aerobiku, tak v gymnastice (Zemková, 2014).

V této studii byl potvrzen pozitivní vliv gymnastiky na úroveň posturální stability. Při hodnocení všech dívek dohromady napříč všemi věkovými kategoriemi dosáhly gymnastky statisticky významně lepších výsledků. Když byly rozděleny do věkových kategorií, byly nejvýznamnější rozdíly zejména ve dvou mladších skupinách. Od 14 let se výsledky gymnastek a závodnic aerobiku vyrovnaly.

6.2 Diskuse k hypotéze č. 2

H2: *Předpokládám, že se dynamická posturální stabilita ohodnocena Y-balance testem bude s narůstajícím věkem zlepšovat.*

Obecně je uznáváno, že kvalita posturální stability se s věkem postupně mění. Nejdříve dochází k vývoji všech podílejících struktur a k postupnému zdokonalování stability. Až v dospělosti dosáhneme plné posturální stability. Ke stáří poté dochází k opětovnému zhoršování.

To potvrdila i studie, která porovnávala posturální stabilitu u lidí od 6-90 let měřením velikostí titubací. Vyplynulo, že nejlepší posturální stabilitu mají lidé ve věku od 30 do 60 let. Zhruba do 40 let se titubace postupně zmenšovaly, poté opět postupně vzrůstaly (Hytönen et al., 1993). K obdobným výsledkům ve své studii došel také Sihvonen (2004). Hodnotil muže a ženy od 8 do 93 let a zjistil postupné zlepšování posturální stability zhruba do 21 let. Poté následuje období zhruba do 55 let, kdy zůstává posturální stabilita téměř konstantní, a pak se začne pozvolna opět zhoršovat (Sihvonen, 2004).

Andreeva et al. (2020) porovnávali posturální stabilitu u sportovců a nespportovců ve věku od 6 let až po dospělé. Zjistili, že posturální stabilita se s věkem zlepšuje a také je výrazně lepší u trénovaných jedinců. Ve své studii uvádějí, že ke zlepšování dochází

postupným dozríváním centrální nervové soustavy zhruba do 9 let. I oni došli k závěru, že ke zlepšení dochází i ve vyšším věku (v dospělosti), což naznačuje, že vrcholu dosahuje až při dozrání všech tělesných systémů.

I studie věnující se posturální stabilitě dětí od 5-18 let, která porovnávala 148 dětí při stoji s otevřenýma i zavřenýma očima, ukázala postupné zlepšování s rostoucím věkem (Wolff et al., 1998).

Tento růst ovšem nemusí být lineární. Při měření rychlosti, variace a velikosti titubací u dětí od 5-8 let byl patrný nelineární růst posturální stability. Podle studie dochází k opětovnému mírnému zhoršení v bodě, kdy dítě přechází z rychlostní strategie na strategii přesnosti a kvality pohybu. Poté se začnou výchyly opět zmenšovat (Kirshenbaum et al., 2001).

Studie využívající pro hodnocení posturální stability u dětí od 10 do 17 let Y-balance test obecně zjistila lepší výsledky u chlapců než u dívek. Ovšem u chlapců se hodnoty s věkem postupně zvyšovaly, ale dívky ve věku 10-11 let často vykazovaly lepší výsledky než dívky starší. Autoři udávají, že důvodem by mohlo být, že dívky v následujícím období často výrazně vyrostou, čímž se jejich posturální stabilita musí opět postupně zlepšit na dřívější hodnoty. Kdežto u chlapců začíná období růstu až později (Schwiertz et al., 2020). To, že by vývoj posturální stability mohl být zpomalen v období puberty, potvrdili také Andreeva et al. (2020).

V této studii se předpoklady o postupném zlepšování posturální stability s věkem nepotvrdily. Při vyhodnocování obou sportů dohromady je patrný nejdříve pokles výkonnosti a poté nárůst až v nejstarších kategoriích. Což by mohlo odpovídat zhoršení v období nástupu puberty. Zajímavostí ovšem je, že když se podíváme na grafy, kde jsou dívky rozdělené podle sportů, je patrné, že dochází k rozdílným trendům vývoje. Výsledky dívek z gymnastiky byly s věkem horší. Kdežto u dívek z aerobiku se zlepšily.

Osobně se domnívám, že to může být dáno faktem, že sportovní gymnastika je výrazně náročnější sport, se kterým se musí začínat ve velmi raném věku. Kolem 15 let už většina gymnastek naopak se závodní kariérou končí a jde se věnovat méně náročným sportům. Tento faktor byl vidět i při shánění probandek, jelikož v zúčastněných klubech již měli pouze minimum dívek ve věkové kategorii 14-16 let a pouze 3 dívky starší 17 let, které by splňovaly podmínky studie. V aerobiku se ve vyšším věku dívky stále zlepšují a dosahují i na soutěžní úrovni nejlepších výsledků.

6.3 Diskuse k hypotéze č. 4

H4: *Předpokládám, že dívky s vyšším Beightonovým skóre budou mít horší dynamickou posturální stabilitu ohodnocenou Y-balance testem než dívky s nižším skóre.*

V oblasti technicko-estetických sportů je hypermobilita velmi častá. Zejména u gymnastek je její výskyt obvyklý a také téměř nezbytný pro úspěch. Studie, testující hypermobilitu u gymnastek a gymnastů pomocí Beightonova skóre a pomocí rozsahu pohybů v kyčelních, ramenních a hlezenních kloubech a do extenze páteře, ukázala hypermobilitu u 56 % mužů, a dokonce až u 68 % žen věnujících se gymnastice (Amstrong, 2018).

V této studii byla procenta hypermobilních dívek ještě vyšší – 88% závodnice aerobiku, 84% gymnastky. Zde je ovšem nutné brát v potaz, že za hranici hypermobility byla brána hodnota 4/9 Beightonova skóre. To je běžně užívaná hodnota u dospělé populace. V této studii ale většinu probandek tvořily nezletilé dívky. U dětí je větší rozsah do určité míry fyziologický. Jak je ale vidět z tabulek 1-4, čísla Beigtonova skóre se v jednotlivých věkových kategoriích příliš neliší. U mladších dětí nebyly zaznamenány významně vyšší hodnoty, proto byla zvolena běžná hranice 4/9.

Ambegaonkar et al. (2016) ve své studii zkoumal mimo jiné i vztah posturální stability a hypermobility dolních končetin u vysokoškolských tanečnic. Výsledky byly překvapivé, jelikož se zjistilo, že hypermobilní jedinci, ohodnoceni zkrácenou verzí Beightonova skóre, měli lepší posturální stabilitu, ohodnocenou pomocí SEBT, než jedinci nehypermobilní. Tato studie byla ovšem provedena pouze na 15 probandkách a pouze 20 % z nich bylo hypermobilních. Ve studii také uvádí, že by překvapivý výsledek mohl být dán například samotným hodnocením SEBT. Jelikož jedinci s hypermobilitou mají větší pasivní rozsah v kolenních kloubech, což by jim při tomto typu měření mohlo umožnit dosáhnout dále.

Další studie porovnávala hypermobilní a nehypermobilní 14leté dívky. Ze studie vyplynulo, že při stožení s otevřenými očima mají stejné výsledky. Ale pokud oči zavřou, dochází u hypermobilních dívek k většímu vychylování, což značí horší posturální stabilitu. Autoři to vysvětlují tím, že hypermobilní dívky mají zhoršenou propriocepci, kterou ovšem dokáží kompenzovat pomocí vizuální zpětné vazby, proto se rozdíl projeví pouze při omezení zrakové kontroly (Juul-Kristensen et al., 2015).

Jak je vidět z předchozích studií, autoři se nemohou shodnout, jaký vliv má hypermobilita na posturální stabilitu. A i v této studii nebyl zjištěn žádný vztah míry hypermobility k posturální stabilitě. Se zvyšujícím se skóre Beightonovy škály docházelo pouze k velmi malému statisticky nevýznamnému zlepšování stability. Je možné, že pokud mají hypermobilní jedinci zhoršenou propriocepci, jak tvrdí Juul-Kristensen et al (2015), dokážou gymnastky a závodnice aerobiku tuto limitaci v tréninkách vykompenzovat. A tudíž to na výsledcích není patrné.

6.4 Diskuse nad metodami měření

Y-balance test

Y-balance test je jedním z nejpoužívanějších nástrojů určeným k měření dynamické posturální stability. Často se využívá ke sledování změn výkonu po zranění, či rehabilitaci. (Powden et al., 2019).

Powden et al. (2019) ve své systematické review uvádějí vynikající výsledky Y-balance testu při hodnocení intra a inter-rater reliability. Je tak možné porovnávat měření jedním hodnotitelem v různých časech, ale i měření různými hodnotiteli. Uvádí, ale také časté rozdíly v měření u jednotlivých studií. To především v počtu pokusů či v dodržování pravidel, jako jsou ruce v bok a kontakt celé nohy stojné DK při pokusu. Dále je důležité dbát na porovnávání stejných výsledků, zdali byla do výpočtu počítána největší dosažená vzdálenost, či průměrná hodnota. A jak byla změřena délka DK, jelikož někteří autoři uvádějí měření DK od SIAS k mediálním malleolu a pár autorů k laterálnímu, a někteří dokonce vůbec. Proto je důležité při porovnávání hodnot s ostatními studiemi vždy zkontrolovat, jakým stylem bylo měření prováděno (Powden et al., 2019; Plisky et al., 2009).

Že tento test je vhodné použít i u mladší zdravých jedinců, potvrdili ve své studii Schwiertz et al. (2019), kteří tak učinili u dětí od 11-19 let. Výborné výsledky test-retest reliability ukazuje i studie zahrnující děti od 7-12 let (Lee et Ong, 2012)

Beightonova škála/skóre

Hodnocení hypermobility pomocí Beightonova skóre je velmi spolehlivé. Systematická review hodnotící intra a interrater reliability ukázala dobré, až výborné výsledky. Je tedy možné porovnávat hodnocení provedené jedním hodnotitelem v různých časech, tak i hodnocení prováděné různými lidmi. Do této review byly zahrnuty studie pracující s probandy od 4-71 let. (Bockhorn et al., 2021).

6.5 Diskuse k limitacím výzkumu

Pro zlepšení kvality studie by bylo vhodné zajistit větší množství probandů. Po rozdělní do jednotlivých kategorií jich je ve skupině pouze kolem 10, což není velký vzorek. Zejména v kategorii 17+ let ve sportovní gymnastice se studie zúčastnila pouze 3 děvčata. Důvodem nižšího počtu účastnic v této kategorii je, jak jsem již zmínila, předčasné ukončování závodní kariéry v tomto sportu. Celkově v České republice není mnoho gymnastek v tomto věku a v zúčastněných čtyřech klubech splňovaly podmínky pro přijetí do studie pouze tyto 3.

Dále by bylo vhodné rozšířit studii do více klubů po celé České republice, jelikož této studii se účastnily pouze kluby z Prahy a Středočeského kraje. V každém sportu byl součástí alespoň 1 větší pražský klub a jeden menší mimopražský.

Pro zajištění naprosto shodných podmínek by také bylo vhodné provádět měření na jednom konkrétním místě ve stejný čas. I přes snahu zajistit co nejhodnější podmínky, to není možné v různých tělocvičnách úplně zařídit. Proto byla zvolena alespoň taková opatření, která rozdíly eliminovala. Měření probíhalo vždy v odpoledních hodinách za umělého osvětlení, při kterém jsou závodnice zvyklé trénovat, na tréninkovém povrchu bez koberce a se zajištěním maximálního možného klidu.

Za limitaci může být také považováno, že při zkušebních pokusech před měřením nebylo prováděno všech 6 pokusů každým směrem na každou DK, jak uvádí většina zdrojů včetně Walkera (2016). Místo toho byly zvoleny 3-4 povedené zkušební pokusy. Důvodem bylo, že při testovacím měření bylo zjištěno, že mladší děti tolik pokusů nebaví a přestanou se soustředit na kvalitu provedení. U starších dívek pak byla také znatelná únava, když provedly tak velké množství pokusů. Snížením zkušebních pokusů se už ve své studii zabývali i Robinson et al. (2008).

Pro další studie by bylo vhodné provést měření i u dalších sportů.

7 Závěr

Cílem této diplomové práce bylo porovnat posturální stabilitu u dívek věnujících se sportovní gymnastice a sportovnímu aerobiku. Posturální stabilita byla hodnocena pomocí Y-balance testu. Dívky byly ve věku od 8-22 let a byly rozděleny do věkových kategorií dle soutěžního řádu organizace Fisaf.cz do roku 2021. Tyto věkové kategorie byly porovnávány mezi sebou, tudíž byl zjištěn i vliv věku na posturální stabilitu. Také byla dívkám ohodnocena hypermobilita, aby mohl být zjištěn vztah posturální stability a hypermobility.

Dle výsledku je patrné, že hypotéza č. 1 byla potvrzena. Sportovní gymnastky mají lepší posturální stabilitu než závodnice v aerobiku. Statisticky významný rozdíl je ovšem pouze ve věkové kategorii 8-10 let a 11-13 let. Další hypotézy již potvrzené nebyly.

Hypotéza č. 2 nemohla být potvrzena, jelikož nebyl nalezen žádný lineární vztah věku a úrovně posturální stability. Při hodnocení obou sportů dohromady se hodnoty s věkem nejdříve zhoršovaly a až v poslední věkové kategorii došlo k výraznějšímu nárůstu.

Nebyl zjištěn ani zvětšující se rozdíl mezi gymnastkami a cvičitelkami aerobiku, který by potvrdil hypotézu č. 3. Naopak, se zvyšujícím se věkem se rozdíl spíše statisticky nevýznamně zmenšoval. U gymnastek se s věkem posturální stabilita zmenšovala, ale u závodnic aerobiku se zvětšovala.

Ani hypotéza č. 4 nebyla potvrzena, jelikož nebyl zjištěn žádný vztah mezi hypermobilitou a úrovní posturální stability. Naměřené hodnoty byly u všech stupňů Beightonova skóre téměř totožné.

I přesto, že se potvrdila pouze hypotéza č. 1, je patrné, že se tyto dva sporty, které mohou být pro neznalé považovány za téměř totožné, velice liší. A je otázkou dalších studií, proč se posturální stabilita u cvičitelek aerobiku a gymnastek vzhledem k věku chová rozdílně. Zdáli je zatím opravdu pouze brzká specializace gymnastek a jejich předčasný konec se sportovní kariérou ve srovnání s aerobikem, kdy dívky dosahují nejlepších sportovních výsledků až v kategoriích 14-16 a zejména 17 a více let, či nějaký jiný, zatím nezjištěný důvod.

8 Zdroje

1. AGER, A.L., D. BORMS, L. DESCHEPPER et al. Proprioception: How is it affected by shoulder pain? A systematic review. *Journal of Hand Therapy* [online]. 2019, 1-9 [cit. 2022-04-24]. Dostupné z: doi:10.1016/j.jht.2019.06.002
2. AKIN, M. Effect of gymnastics training on dynamic balance abilities in 4-6 years of age children. *International Journal of Academic Research* [online]. 2013, **5**(2), 142-146 [cit. 2020-11-27]. ISSN 20754124. Dostupné z: doi:10.7813/2075-4124.2013/5-2/A.22
3. AMBEGAONKAR, J. P., N. CORTES, S. V. CASWELL et al. Lower extremity hypermobility, but not core muscle endurance influences balance in female collegiate dancers. *International journal of sports physical therapy* [online]. 2016, **11**(2), 220-229 [cit. 2021-6-15]. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4827365/>
4. AMSTRONG, R. Joint hypermobility in young gymnasts: Implications for injury and performance. *Journal of Education, Health and Sport* [online]. 2018, **8**(11), 354-375 [cit. 2021-6-15]. ISSN 2391-8306. Dostupné z: <http://www.ojs.ukw.edu.pl/index.php/johs/article/view/6313>
5. ANDREEVA, A., A. MELNIKOV, D. SKVORTSOV et al. Postural Stability in Athletes: The Role of Age, Sex, Performance Level, and Athlete Shoe Features. *Sports* [online]. 2020, **8**(6) [cit. 2021-8-24]. ISSN 2075-4663. Dostupné z: doi:10.3390/sports8060089
6. ASSAIANTE, Ch., S. MALLAU, S. VIEL et al. Development of Postural Control in Healthy Children: A Functional Approach. *Neural Plasticity* [online]. 2005, **12**(2-3), 109-118 [cit. 2021-04-06]. ISSN 2090-5904. Dostupné z: doi:10.1155/NP.2005.109
7. AYDIN, T., Y. YILDIZ et C. YILDIZ. *Proprioception of the Ankle: A Comparison Between Female Teenaged Gymnasts and Controls* [online]. 2002, **23**(2), 123-129 [cit. 2022-04-04]. ISSN 1071-1007. Dostupné z: doi:10.1177/107110070202300208
8. Beighton score. *Physiopedia* [online]. 2021 [cit. 2021-8-12]. Dostupné z: https://www.physio-pedia.com/Beighton_score
9. BELL, D. R., K. M. GUSKIEWICZ, M. A. CLARK et al. Systematic Review of the Balance Error Scoring System. *Sports Health: A Multidisciplinary Approach* [online]. 2011, **3**(3), 287-295 [cit. 2021-4-28]. ISSN 1941-7381. Dostupné z: doi:10.1177/1941738111403122

10. BERNACIKOVÁ, M., K. KAPOUNKOVÁ, J. NOVOTNÝ et al. Sportovní aerobik. *Fyziologie sportovních disciplín* [online]. Fakulta sportovních studií MU Brno, 2010 [cit. 2021-8-24]. Dostupné z: <https://is.muni.cz/do/rect/el/estud/fsp/ps10/fyziol/web/sport/estet-aerobik.html>
11. BOCKHORN, L. N., A. M. VERA, D. DONG et al. Interrater and Intrarater Reliability of the Beighton Score: A Systematic Review. *Orthopaedic Journal of Sports Medicine* [online]. 2021, **9**(1) [cit. 2022-03-30]. ISSN 2325-9671. Dostupné z: doi:10.1177/2325967120968099
12. BRESSEL, E., J. C. YONKER, J. KRAS et al. Comparison of Static and Dynamic Balance in Female Collegiate Soccer, Basketball, and Gymnastics Athletes. *Journal of Athletic Training* [online]. 2007, **42**(1), 42-46 [cit. 2020-11-27]. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1896078/pdf/i1062-6050-42-1-42.pdf>
13. CALATAYUD, J., S. BORREANI, J. C. COLADO et al. Test-Retest Reliability of the Star Excursion Balance Test in Primary School Children. *The Physician and Sportsmedicine* [online]. 2015, **42**(4), 120-124 [cit. 2020-11-25]. ISSN 0091-3847. Dostupné z: doi:10.3810/psm.2014.11.2098
14. COHEN, J. *Statistical Power Analysis for the Behavioral Science. 2. přeprac. vyd.* New York: Routledge, 2013. ISBN 9781134742776.
15. Česká gymnastická federace [online]. Praha, 2014 [cit. 2021-03-31]. Dostupné z: <https://www.gymfed.cz/>
16. ČESKÝ SVAZ AEROBIKU A FITNESS FISAF.CZ [online] Praha, 2021. Český svaz aerobiku a fitness FISAF.cz [cit. 2021-03-23]. Dostupné z: <https://fisaf.cz/>
17. DANESHJOO, A., A. MOKHTAR, N. RAHNAMA et al. The Effects of Comprehensive Warm-Up Programs on Proprioception, Static and Dynamic Balance on Male Soccer Players. *PLoS ONE* [online]. 2012, **7**(12) [cit. 2022-04-24]. ISSN 1932-6203. Dostupné z: doi:10.1371/journal.pone.0051568
18. DISTEFANO, L. J., M. A. CLARK et D. A. PADUA. Evidence Supporting Balance Training in Healthy Individuals: A Systemic Review. *Journal of Strength and Conditioning Research* [online]. 2009, **23**(9), 2718-2731 [cit. 2021-8-25]. ISSN 1064-8011. Dostupné z: doi:10.1519/JSC.0b013e3181c1f7c5
19. DUNCAN, P. W., D. K. WEINER, J. CHANDLER et al. Functional Reach: A New Clinical Measure of Balance. *Journal of Gerontology* [online]. 1990, **45**(6), M192-M197 [cit. 2021-9-1]. ISSN 0022-1422. Dostupné z: doi:10.1093/geronj/45.6.M192

20. DYLEVSKÝ, I. *Kineziologie: základy strukturální kineziologie* [online]. Praha: Triton, 2009 [cit. 2021-6-9]. ISBN 978-80-7387-324-0.
21. FALADOVÁ, K. a T. NOVÁKOVÁ. Posturální strategie v průběhu motorického vývoje. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*. 2009, (3), 116-119.
22. *Fédération Internationale de Gymnastique* [online]. Switzerland: Net4all.ch, 2021 [cit. 2021-03-31]. Dostupné z: <https://gymnastics.sport/>
23. *FISAF International* [online]. CouMeS, 2021 [cit. 2021-03-23]. Dostupné z: <https://www.fisafinternational.com/en>
24. FRATTI NEVES, L., C. QUADROS DE SOUZA, M. STOFFEL et al. The Y Balance Test – How and Why to Do it? *International Physical Medicine & Rehabilitation Journal* [online]. 2017, **2**(4), 99-100 [cit. 2021-04-13]. ISSN 25749838. Dostupné z: doi:10.15406/ipmrj.2017.02.00058
25. GENÇ, H. et O. KIZAR. Effects of Gymnastics on Static and Dynamic Balance in Children (Bingöl Province Sample). *Journal of Education and Learning* [online]. 2020, **9**(2), 142-146 [cit. 2020-11-27]. ISSN 1927-5269. Dostupné z: doi:10.5539/jel.v9n2p211
26. GONELL, A. C., L. M. SOLER et L. M. SOLER. Relationship between the Y balance test scores and soft tissue injury incidence in a soccer team. *International journal of sports physical therapy* [online]. 2015, **10**(7), 955-966 [cit. 2021-5-6]. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4675196/>
27. GRIBBLE, P. A. et J. HERTEL. Considerations for Normalizing Measures of the Star Excursion Balance Test. *Measurement in Physical Education and Exercise Science* [online]. 2003, **7**(2), 89-100 [cit. 2021-01-27]. ISSN 1091-367X. Dostupné z: doi:10.1207/S15327841MPEE0702_3
28. GRIBBLE, P. A., J. HERTEL et P. PLISKY. Using the Star Excursion Balance Test to Assess Dynamic Postural-Control Deficits and Outcomes in Lower Extremity Injury: A Literature and Systematic Review. *Journal of Athletic Training* [online]. 2012, **47**(3), 339-357 [cit. 2021-01-27]. ISSN 1062-6050. Dostupné z: doi:10.4085/1062-6050-47.3.08
29. GRIBBLE, P. A., S. E. KELLY, K. M. REFSHAUGE et al. Interrater Reliability of the Star Excursion Balance Test. *Journal of Athletic Training* [online]. 2013, **48**(5), 621-626 [cit. 2021-01-27]. ISSN 1062-6050. Dostupné z: doi:10.4085/1062-6050-48.3.03

30. GURALNIK, J. M., E. M. SIMONSICK, L. FERRUCCI et al. A Short Physical Performance Battery Assessing Lower Extremity Function: Association With Self-Reported Disability and Prediction of Mortality and Nursing Home Admission. *Journal of Gerontology* [online]. 1994, **49**(2), M85-M94 [cit. 2021-9-1]. ISSN 0022-1422. Dostupné z: doi:10.1093/geronj/49.2.M85
31. HAN, J., G. WADDINGTON, J. ANSON et al. Level of competitive success achieved by elite athletes and multi-joint proprioceptive ability. *Journal of Science and Medicine in Sport* [online]. 2015, **18**(1), 77-81 [cit. 2021-6-22]. ISSN 14402440. Dostupné z: doi:10.1016/j.jsams.2013.11.013
32. HRYSOMALLIS, C. Balance Ability and Athletic Performance. *Sports Medicine* [online]. 2011, **41**(3), 221-232 [cit. 2021-6-10]. ISSN 0112-1642. Dostupné z: doi:10.2165/11538560-000000000-00000
33. HUXEL BLIVEN, K. C. et B. E. ANDERSON. Core Stability Training for Injury Prevention. *Sports Health: A Multidisciplinary Approach* [online]. 2013, **5**(6), 514-522 [cit. 2021-8-24]. ISSN 1941-7381. Dostupné z: doi:10.1177/1941738113481200 (Huxel Bliven et Anderson., 2013)
34. HYTÖNEN, M., I. PYYKKÖ, H. AALTO et al. Postural Control and Age. *Acta Otolaryngologica* [online]. 2009, **113**(2), 119-122 [cit. 2021-8-23]. ISSN 0001-6489. Dostupné z: doi:10.3109/00016489309135778
35. CHAUDHRY, H., B. BUKIET, Z. JI, et al. Measurement of balance in computer posturography: Comparison of methods—A brief review. *Journal of Bodywork and Movement Therapies* [online]. 2011, **15**(1), 82-91 [cit. 2020-12-30]. ISSN 13608592. Dostupné z: doi:10.1016/j.jbmt.2008.03.003
36. IVANENKO, Y. et V. S. GURFINKEL. Human Postural Control. *Frontiers in Neuroscience* [online]. 2018, **12** [cit. 2022-04-08]. ISSN 1662-453X. Dostupné z: doi:10.3389/fnins.2018.00171
37. JANDA, V. *Svalové funkční testy*. Vyd.1. Praha: Grada, 2004, 325 s. ISBN 80-247-0722-5
38. JUUL-KRISTENSEN, B, KI JOHANSEN, P HENDRIKSEN et al. Girls with generalized joint hypermobility display changed muscle activity and postural sway during static balance tasks. *Scandinavian Journal of Rheumatology* [online]. 2015, **45**(1), 57-65 [cit. 2021-6-17]. ISSN 0300-9742. Dostupné z: doi:10.3109/03009742.2015.1041154

39. KESİLMİŞ, İ. et M. AKIN. Dynamic Balance Ability and Hypermobility In Pre-School Children Who Participate Gymnastic Training. *Gaziantep Üniversitesi Spor Bilimleri Dergisi* [online]. 2018, **3**(3), 78-87 [cit. 2021-6-17]. ISSN 2536-5339. Dostupné z: doi:10.31680/gaunjss.453979
40. KIRSHENBAUM, N., C. RIACH et J. STARKES. Non-linear development of postural control and strategy use in young children: a longitudinal study. *Experimental Brain Research* [online]. 2001, **140**(4), 420-431 [cit. 2021-8-23]. ISSN 0014-4819. Dostupné z: doi:10.1007/s002210100835
41. KOLÁŘ, P. et al. *Rehabilitace v klinické praxi*. Praha: Galén, c2009. ISBN 978-807-2626-571.
42. KRIŠTOFIČ, J. *Gymnastika*. Praha: Karolinum, 2003. ISBN 80-246-0661-5.
43. KUČERA, M. et I. DYLEVSKÝ. *Sportovní medicína*. Praha: Grada, 1999. ISBN 80-716-9725-7.
44. KUČERA, M., P. KOLÁŘ et I. DYLEVSKÝ. *Dítě, sport a zdraví*. Praha: Galén, c2011. ISBN 978-80-7262-712-7.
45. LEE, A. C. et K. B. ONG. The test-retest reliability of 'y-balance test' as dynamic balance measure on Malaysian primary school children. *Journal of Teaching and Education* [online]. 2012, **1**(7), 331-337 [cit. 2022-03-30]. ISSN 2165-6266. Dostupné z: https://www.researchgate.net/profile/Ai-Choo-Lee/publication/341542339_THE_TEST-RETEST_RELIABILITY_OF_'Y-BALANCE_TEST'_AS_DYNAMIC_BALANCE_MEASURE_ON_MALAYSIAN_PRIMARY_SCHOOL_CHILDREN/links/5ec66d47a6fdcc90d6894506/THE-TEST-RETEST-RELIABILITY-OF-Y-BALANCE-TEST-AS-DYNAMIC-BALANCE-MEASURE-ON-MALAYSIAN-PRIMARY-SCHOOL-CHILDREN.pdf
46. LEE, H.K., K.J. LEE, S.P. CHO a et al. Computational method and feasibility of detecting the whole body centre of gravity using an accelerometric device. *Electronics Letters* [online]. 2007, **43**(20) [cit. 2022-04-24]. Dostupné z: doi:10.1049/el:20071656
47. LEWIT, K. *Manipulační léčba v myoskeletální medicíně*. 5. přeprac. vyd. Praha: Sdělovací technika, 2003, 411 s. ISBN 8086645045
48. LIEBENSON, C. *Rehabilitation of the spine: a practitioner's manual*. 2. vyd. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2007. ISBN 978-078-1729-970.

49. MARINKOVIC, D., A. BELIC, A. MARIJANAC et al. Static and dynamic postural stability of children girls engaged in modern dance. *European Journal of Sport Science* [online]. 2021, 1-6 [cit. 2021-6-10]. ISSN 1746-1391. Dostupné z: doi:10.1080/17461391.2021.1922503
50. NeuroCom® SMART EquiTest® CDP [online]. 2015 [cit. 2020-12-27]. Dostupné z: https://partners.natus.com/asset/resource/file/newbornicare/asset/2018-04/015368A_SMART_EquiTest_EN-US_lo-res.pdf
51. NOLAN, L., A. GRIGORENKO et A. THORSTENSSON. Balance control: sex and age differences in 9- to 16-year-olds. *Developmental medicine and child neurology* [online]. 2005, **47**(7), 449-454 [cit. 2021-8-25]. ISSN 0012-1622. Dostupné z: doi:10.1017/S0012162205000873
52. O'REILLY, R., C.G. GRINDLE, E.F. ZWICKY et al. Development of the Vestibular System and Balance Function: Differential Diagnosis in the Pediatric Population. *Otolaryngologic Clinics of North America* [online]. 2011, **44**(2), 251-271 [cit. 2022-04-24]. Dostupné z: doi:10.1016/j.otc.2011.01.001
53. PAILLARD, T. Relationship Between Sport Expertise and Postural Skills. *Frontiers in Psychology* [online]. 2019, **10** [cit. 2021-6-22]. ISSN 1664-1078. Dostupné z: doi:10.3389/fpsyg.2019.01428
54. PETERKA, R.J. Sensorimotor Integration in Human Postural Control. *J Neurophysiol* [online]. 2002, (88), 1097–1118 [cit. 2022-04-24]. Dostupné z: <https://journals.physiology.org/doi/epdf/10.1152/jn.2002.88.3.1097>
55. PLISKY, P. J., M. J. RAUH, T. W. KAMINSKI et al. Star Excursion Balance Test as a Predictor of Lower Extremity Injury in High School Basketball Players. *The Journal of orthopaedic and sports physical therapy* [online]. 2006, **36**(12), 911-919 [cit. 2022-04-24]. ISSN 0190-6011. Dostupné z: doi:10.2519/jospt.2006.2244
56. PLISKY, P. J., P. P. GORMAN, R. J. BUTLER et al. The Reliability of an Instrumented Device for Measuring Components of the Star Excursion Balance Test. *North American Journal of Sports Physical Therapy* [online]. 2009, **4**(2), 92-99 [cit. 2020-11-26]. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2953327/pdf/najspt-04-092.pdf>
57. PODSIADLO, D. et S. RICHARDSON. A Test of Basic Functional Mobility for Frail Elderly Persons. *Journal of the American Geriatrics Society* [online]. 1991, **39**(2), 142-148 [cit. 2021-9-1]. ISSN 00028614. Dostupné z: doi:10.1111/j.1532-5415.1991.tb01616.x

58. POWDEN, C.J., T. K. DODDS et E. H. GABRIEL. The reliability of the Star Excursion Balance Test and lower quarter Y-Balance Test in healthy adults: a systematic review. *International journal of sports physical therapy* [online]. 2019, **14**(5), 683-694 [cit. 2021-6-8]. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6769278/>
59. PRAVIDLA SPORTOVNÍHO AEROBIKU 2021 - 2023. *Český svaz aerobiku a fitness FISAF.cz* [online]. Praha, 2021 [cit. 2021-03-23]. Dostupné z: <https://fisaf.cz/o-fisaf/dokumenty/>
60. PRAVIDLA SPORTOVNÍHO AEROBIKU 2022-2024. *Český svaz aerobiku a fitness FISAF.cz* [online]. Praha, 2022 [cit. 2022-03-30]. Dostupné z: <file:///C:/Users/verca/Downloads/PRAVIDLA-SA-2022-24-cj.pdf>
61. ROBINSON, R. H. et R. A. GRIBBLE. Support for a Reduction in the Number of Trials Needed for the Star Excursion Balance Test. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* [online]. 2008, **89**(2), 364-370 [cit. 2021-01-27]. ISSN 00039993. Dostupné z: doi:10.1016/j.apmr.2007.08.139
62. ROMERO-FRANCO, N., T. GALLEGO-IZQUIERDO, E. J MARTÍNEZ-LÓPEZ et al. Postural Stability and Subsequent Sports Injuries during Indoor Season of Athletes. *Journal of Physical Therapy Science* [online]. 2014, **26**(5), 683-687 [cit. 2021-8-12]. ISSN 0915-5287. Dostupné z: doi:10.1589/jpts.26.683
63. ROSS, J. et R. GRAHAME. Joint hypermobility syndrome. *BMJ* [online]. 2011, **342**(jan20 1), c7167-c7167 [cit. 2022-04-08]. ISSN 0959-8138. Dostupné z: doi:10.1136/bmj.c7167
64. SCHMID, M., S. CONFORTO, L. LOPEZ et al. The development of postural strategies in children: a factorial design study. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation* [online]. 2005, **2**(1) [cit. 2021-6-10]. Dostupné z: doi:10.1186/1743-0003-2-29
65. SCHWIERTZ, G., D. BRUECKNER, R. BEURSKENS et al. Lower Quarter Y Balance Test performance: Reference values for healthy youth aged 10 to 17 years. *Gait & Posture* [online]. 2020, **80**, 148-154 [cit. 2021-8-24]. ISSN 09666362. Dostupné z: doi:10.1016/j.gaitpost.2020.05.041
66. SCHWIERTZ, G., D. BRUECKNER, S. SCHEDLER et al. Performance and reliability of the Lower Quarter Y Balance Test in healthy adolescents from grade 6 to 11. *Gait & Posture* [online]. 2019, **67**, 142-146 [cit. 2022-03-30]. ISSN 09666362. Dostupné z: doi:10.1016/j.gaitpost.2018.10.011

67. SIHVONEN, S. *Postural balance and aging: cross-sectional comparative studies and a balance training intervention* [online]. University of Jyväskylä, 2004 [cit. 2021-8-24]. ISBN 951-39-1920-X. Dostupné z: <https://jyx.jyu.fi/bitstream/handle/123456789/13495/951391920X.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
68. SIMMONDS, J. V. et R. J. KEER. Hypermobility and the hypermobility syndrome. *Manual Therapy* [online]. 2007, **12**(4), 298-309 [cit. 2021-8-18]. ISSN 1356689X. Dostupné z: doi:10.1016/j.math.2007.05.001
69. SMITH, C. A., N. J. CHIMERA et M. WARREN. Association of Y Balance Test Reach Asymmetry and Injury in Division I Athletes. *Medicine and science in sports and exercise* [online]. 2015, **47**(1), 136-141 [cit. 2021-5-6]. ISSN 0195-9131. Dostupné z: doi:10.1249/MSS.0000000000000380
70. SMITH, T. O., E. JERMAN, E. EASTON et al. Do people with benign joint hypermobility syndrome (BJHS) have reduced joint proprioception? A systematic review and meta-analysis. *Rheumatology International* [online]. 2013, **33**(11), 2709-2716 [cit. 2022-04-04]. ISSN 0172-8172. Dostupné z: doi:10.1007/s00296-013-2790-4
71. SMITS-ENGELSMAN, B., M. KLERKS et A. KIRBY. Beighton Score: A Valid Measure for Generalized Hypermobility in Children. *The Journal of Pediatrics* [online]. 2011, **158**(1), 119-123.e4 [cit. 2021-6-25]. ISSN 00223476. Dostupné z: doi:10.1016/j.jpeds.2010.07.021
72. SOUTĚŽNÍ ŘÁD ČESKÉHO SVAZU AEROBIKU A FITNESS, FISAF.CZ: PLATNOST OD 1. 1. 2021. *Český svaz aerobiku a fitness FISAF.cz* [online]. Praha: Český svaz aerobiku a fitness FISAF.cz, 2021 [cit. 2021-03-23]. Dostupné z: <https://fisaf.cz/o-fisaf/dokumenty/>
73. SPRINGER, B., R. MARIN, T. CYHAN et al. Normative Values for the Unipedal Stance Test with Eyes Open and Closed. *Journal of Geriatric Physical Therapy* [online]. 2007, **30**(1), 8-15 [cit. 2022-04-24]. Dostupné z: https://journals.lww.com/jgpt/fulltext/2007/04000/normative_values_for_the_unipedal_stance_test_with.3.aspx
74. STEFFEN, T. M., T. A. HACKER et L. MOLLINGER. Age- and Gender-Related Test Performance in Community-Dwelling Elderly People. *Physical Therapy* [online]. 2002, **82**(2), 128-137 [cit. 2022-04-24]. ISSN 0031-9023. Dostupné z: doi:10.1093/ptj/82.2.128

75. STIFFLER, M. R., J. L. SANFILIPPO et M. A. BROOKS. Star Excursion Balance Test Performance Varies by Sport in Healthy Division I Collegiate Athletes. *The Journal of orthopaedic and sports physical therapy* [online]. 2015, **45**(10), 772-780 [cit. 2021-8-25]. ISSN 0190-6011. Dostupné z: doi:10.2519/jospt.2015.5777
76. VAŘEKA, I., Posturální stabilita I. část – Terminologie a biomechanické principy. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*. 2002a, roč. 9., č. 4, str. 115-121. ISSN 1211-2658. 109.
77. VAŘEKA, I., Posturální stabilita II. část – Řízení, zajištění, vývoj, vyšetření. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*. 2002b, roč. 9, č. 4, str. 122-129. ISSN 1211 - 2658.
78. VÉLE, F. *Kineziologie posturálního systému* [online]. Praha: Karolinum, 1995 [cit. 2021-6-8]. ISBN 80-718-4100-5.
79. VOMÁČKOVÁ, H. *Možnosti hodnocení vlivu výkonnosti zátěže na posturální funkce organismu – stanovení norem CDP pro sportující populaci*. Praha, 2020. Disertační práce. Univerzita Karlova, FTVS, Katedra fyzioterapie. Vedoucí práce Doc. PaedDr. Dagmar Pavlů. CSc.
80. VUILLERME, N., F. DANION et L. MARIN. The effect of expertise in gymnastics on postural control. *Neuroscience Letters* [online]. 2001, **303**(2), 83-86 [cit. 2021-6-23]. ISSN 03043940. Dostupné z: doi:10.1016/S0304-3940(01)01722-0
81. WALKER, O. Y BALANCE TEST™. In: *Science for Sport* [online]. 2016 [cit. 2021-04-13]. Dostupné z: <https://www.scienceforsport.com/y-balance-test/#toggle-id-1>
82. WESTCOTT, S. L., L. P. LOWES et P. K. RICHARDSON. Evaluation of Postural Stability in Children: Current Theories and Assessment Tools. *Physical Therapy* [online]. 1997, **77**(6), 629-645 [cit. 2021-6-10]. ISSN 0031-9023. Dostupné z: doi:10.1093/ptj/77.6.629
83. WITTSTEIN, M. W., A. CRIDER, S. MASTROCOLA et al. Use of Virtual Reality to Assess Dynamic Posturography and Sensory Organization: Instrument Validation Study. *JMIR Serious Games* [online]. 2020, **8**(4), 82-91 [cit. 2020-12-30]. ISSN 2291-9279. Dostupné z: doi:10.2196/19580
84. WOLFF, D. R., J. ROSE, V. K. JONES et al. Postural balance measurements for children and adolescents. *Journal of Orthopaedic Research* [online]. 1998, **16**(2), 271-275 [cit. 2021-8-24]. ISSN 0736-0266. Dostupné z: doi:10.1002/jor.1100160215

85. Závodní program ženských složek. *Česká gymnastická federace* [online]. Praha, 2020 [cit. 2021-8-25]. Dostupné z: https://www.gymfed.cz/prilohy/000/718/ZP_SGZ_2018_AG_v18.pdf
86. ZEMKOVÁ, E. Sport-Specific Balance. *Sports Medicine* [online]. 2014, **44**(5), 579-590 [cit. 2021-01-27]. ISSN 0112-1642. Dostupné z: doi:10.1007/s40279-013-0130-1

9 SEZNAM PŘÍLOH

Příloha č. 1 - - Žádost o vyjádření etické komise

Příloha č. 2 - Vzor informovaného souhlasu pro nezletilé

Příloha č. 3 - Vzor informovaného souhlasu pro dospělé

Příloha č. 4 - Dokument č. 1 k žádosti o vyjádření Etické komise UK FTVS

Příloha č. 5 - Záznamový arch Y-balance test

Příloha č. 6 - Tabulka na vyšetření Beightonova skóre

Příloha č. 7 - Seznam obrázků

Příloha č. 8 - Seznam grafů

Příloha č. 9 - Seznam tabulek

Příloha č. 1 - Žádost o vyjádření etické komise

UNIVERZITA KARLOVA
FAKULTA TĚLESNÉ VÝCHOVY A SPORTU
Josef Martího 31, 162 52 Praha 6-Vešelavín

Žádost o vyjádření Etické komise UK FTVS

k projektu výzkumné, kvalifikační či seminární práce zahrnující lidské účastníky

Název projektu: Rozdíl posturální stability mezi dívkami, které se věnují sportovnímu aerobiku a sportovní gymnastice v různých věkových kategoriích

Forma projektu: výzkumná práce - diplomová práce

Období realizace: červen 2021 – duben 2022

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

Předkladatel: Bc. Veronika Sosnovcová, UK FTVS katedra fyzioterapie

Hlavní řešitel: Bc. Veronika Sosnovcová, UK FTVS katedra fyzioterapie

Místo výzkumu (pracoviště): tělocvičny sportovních klubů – sportovní gymnastiky a sportovního aerobiku – cca 5 klubů

Vedoucí práce (v případě studentské práce): PhDr. Tereza Nováková, Ph.D.

Popis projektu: V této diplomové práci budu pomocí standardizované metody na Y-balance test, porovnávat posturální stabilitu u dívek věnujících se závodně sportovnímu aerobiku a sportovní gymnastice. Jde o nástroj, který hodnotí, jak daleko je schopna vyšetřovaná osoba dosáhnout volnou dolní končetinou, aniž by ztratil rovnováhu na stojné dolní končetině. Testuje se ve 3 směrech – anteriorním, posteromedialním a posterolaterálním.

Naměřené hodnoty budou převedeny na procentuální hodnotu ve vztahu k funkční délce dolních končetin účastníka. Funkční délky dolních končetin budou změněny v rámci výzkumu krejčovským metrem. Hodnotit budu jednak tyto dva sporty mezi sebou, ale také vývoj posturální stability v rámci jednotlivých věkových kategorií. Jedná se o experimentální studii.

Charakteristika účastníků výzkumu: Účastníky výzkumu budou aktivní závodnice ze sportovní gymnastiky a sportovního aerobiku zúčastňující se celorepublikových soutěží, které mají platnou zdravotní prohlídku. Budou vybrány dívky ve věku od 8 let až po dospělé aktivní závodnice, které budou následně rozděleny do 4 věkových skupin podle kategorií sportovního aerobiku (8-10 let, 11-13 let, 14-16 let, 17+). Předpokládaný počet účastníků je zhruba 80 (10 v každé věkové kategorii v obou sportech). Do výzkumu nebudou zařazeny osoby s akutním zejména infekčním onemocněním nebo s jakýmkoliv onemocněním či omezením pohybového aparátu nebo v rekonvalescenci po onemocnění, úrazu či operaci, které by mohly účastníky limitovat.

Zajištění bezpečnosti: Během této diplomové práce nebudou použity žádné invazivní metody. Bezpečnost osob během testování zajišťuje řešitelka výzkumu. Před měřením se probandky samy rozcvičí, tak jak jsou zvyklé z tréninků. Na dostatečnost a bezpečnost rozcvičení bude dohlížet řešitelka projektu. Rizika výzkumu nebudou vyšší než běžně očekávaná rizika u testování v rámci tohoto typu výzkumu. Využit bude standardizovaný Y-balance test a měření bude prováděno v tělocvičnách sportovních klubů.

Etické aspekty výzkumu: Tento výzkum zahrnuje účast vulnerabilní skupinu (nezletilé dívky), jelikož se posturální stabilita s věkem vyvíjí. Je přínosné zjistit, jaký vliv na vývoj mají tyto dva porovnávané sporty. Před provedením výzkumu budou všichni probandi seznámeni s postupem testování. U nezletilých jedinců budou informováni také jejich rodiče, kteří dají dobrovolně k výzkumu svolení.

Potenciální střet zájmů: Jakožto výzkumník nemám na výsledku soukromý zájem, tedy neexistuje žádná vědomá skutečnost, která by mohla ovlivnit integritu výzkumu. Výsledky z jednotlivých klubů budou porovnány anonymně.

Ochrana osobních dat: Data budou shromažďována a zpracovávána v souladu s pravidly vymezenými nařízením Evropské Unie č. 2016/679 a zákonem č. 110/2019 Sb. – o zpracování osobních údajů. Bude získáván následující osobní údaj – věk, sport a data získaná výše uvedenými metodami – které budou bezpečně uchovány na heslem zajištěném počítači v uzamčeném prostoru, přístup k němu bude mít hlavní řešitel.

Uvědomuji si, že text je anonymizován, neobsahuje-li jakékoli informace, které jednotlivě či ve svém souhrnu mohou vést k identifikaci konkrétní osoby – budu dbát na to, aby jednotlivé osoby nebyly rozpoznatelné v textu práce. Osobní data, která by vedla k identifikaci účastníků výzkumu, budou bezprostředně do 1 dne po testování anonymizována.

Získaná data budou zpracovávána, bezpečně uchována a publikována v anonymní podobě v diplomové práci, případně v odborných časopisech, monografiích a prezentována na konferencích, případně budou využita při další výzkumné práci na UK FTVS.

Požizování fotografií/videí/ nahrávek účastníků: Při výzkumu mohou být pořizovány fotografie či videozáznamy.

Požizování fotografií účastníků: Anonymizace osob na fotografiích bude provedena začerněním/rozmačáním obličejů či částí těla, znaků, které by mohly vést k identifikaci jedince. Neanonymizované fotografie budou uloženy v zaheslovaném počítači řešitele v uzamčeném prostoru a budou bezprostředně do 1 týdne po vyfotografování osob smazány. K neanonymizovaným fotografiím bude mít přístup pouze řešitelka projektu. Publikovány budou pouze anonymizované fotografie.

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


Pořizování videí účastníků: V rámci výzkumu bude pořizován videozáznam. K videozáznamům budu mít přístup já a vedoucí práce. Neanonymizované videozáznamy budou po ukončení výzkumu smazány a před smazáním budou bezpečně uchovány na heslem zajištěném počítači v uzamčené místnosti a budou bezprostředně po ukončení výzkumu smazány. Videozáznam nebude nikdy publikován. Při pořizování videí budu dbát na to, aby na videa nebyly natáčeny osoby, které nejsou součástí výzkumu.

V maximální možné míře zajistím, aby získaná data nebyla zneužita.

Text informovaného souhlasu (IS): přiložen

Povinností všech účastníků výzkumu na straně řešitele je chránit život, zdraví, důstojnost, integritu, právo na sebeurčení, soukromí a osobní data zkoumaných subjektů, a podniknout k tomu veškerá preventivní opatření. Odpovědnost za ochranu zkoumaných subjektů leží vždy na účastnících výzkumu na straně řešitele, nikdy na zkoumaných, byť dali svůj souhlas k účasti na výzkumu. Všichni účastníci výzkumu na straně řešitele musí brát v potaz etické, právní a regulační normy a standardy výzkumu na lidských subjektech, které platí v České republice, stejně jako ty, jež platí mezinárodně. Potvrzuji, že tento popis projektu odpovídá návrhu realizace projektu a že při jakékoli změně projektu, zejména použitých metod, zašlu Etické komisi UK FTVS revidovanou žádost.

V Praze dne: 7. 6. 2021

Podpis předkladatele: 

Datum a podpis odpovědného pracovníka z místa výzkumu:

Vyjádření Etické komise UK FTVS

Složení komise: Předsedkyně: doc. PhDr. Irena Parry Martínková, Ph.D.

Členové: prof. MUDr. Jan Heller, CSc.

prof. PhDr. Pavel Slepíčka, DrSc.

PhDr. Pavel Hráský, Ph.D.

Mgr. Eva Prokešová, Ph.D.

Mgr. Tomáš Ruda, Ph.D.

MUDr. Simona Majorová

Projekt práce byl schválen Etickou komisí UK FTVS pod jednacím číslem: 

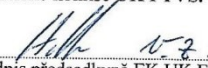
dne: 

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

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

UNIVERZITA KARLOVA
Fakulta tělesné výchovy a sportu
José Martího 31, 162 52, Praha 6

-- 20 --


podpis předsedkyně EK UK FTVS

Příloha č. 2 - Vzor informovaného souhlasu pro nezletilé

UNIVERZITA KARLOVA
FAKULTA TĚLESNÉ VÝCHOVY A SPORTU
Josef Martího 31, 162 52 Praha 6-Vešelavín

INFORMOVANÝ SOUHLAS (pro nezletilé probandky)

Vážený pane, vážená paní,

v souladu se Všeobecnou deklarací lidských práv, nařízením Evropské Unie č. 2016/679 a zákonem č. 110/2019 Sb. – o zpracování osobních údajů a dalšími obecně závaznými právními předpisy (jakož jsou zejména Helsinská deklarace, přijatá 18. Světovým zdravotnickým shromážděním v roce 1964 ve znění pozdějších změn (Fortaleza, Brazílie, 2013); Zákon o zdravotních službách a podmínkách jejich poskytování (zejména ustanovení § 28 odst. 1 zákona č. 372/2011 Sb.) a Úmluva o lidských právech a biomedicíně č. 96/2001, jsou-li aplikovatelné), Vás žádám o souhlas s účastí Vaší dcery ve výzkumném projektu na UK FTVS v rámci diplomové s názvem „Rozdíl posturální stability mezi dívkami, které se věnují sportovnímu aerobiku a sportovní gymnastice v různých věkových kategoriích“ prováděné v tělocvičnách sportovních klubů.

Projekt bude probíhat od června 2021 do dubna 2022 a nebudou při něm použity žádné invazivní metody. Výzkum bude realizován v souladu s platnými epidemiologickými opatřeními Ministerstva zdravotnictví ČR.

Cílem této práce je zjistit rozdíl posturální stability u sportovních gymnastek a sportovních aerobiček, a také odhadnout vývoj stability v rámci věkových kategorií. Jde o účast na jednorázovém testování dynamické posturální stability pomocí standardizovaného testu – Y – Balance Test. Jde o nástroj, kde se bude vaše dcera snažit dosáhnout jednou dolní končetinou co nejdále, aniž by ztratila rovnováhu na druhé stojné dolní končetině. Testování probíhá ve 3 směrech na obou dolních končetinách – směrem anteriorním, posteromediálním a posterolaterálním.

Před testováním bude Vaše dcera přesně informována o provedení a bude mít možnost si vše před samostatným testováním vyzkoušet. Bude jí změněna délka dolních končetin, aby získané hodnoty byly porovnatelné s ostatními účastnicemi výzkumu. Celkové testování bude trvat cca 20 minut.

Rizika výzkumu nebudou vyšší než běžně očekávaná rizika u testování v rámci tohoto typu výzkumu. Bezpečnost Vaší dcery při testování bude zajišťovat řešitelka výzkumu. Před měřením se Vaše dcera rozcvičí, tak jak je zvyklá z tréninků. Na dostatečnost a bezpečnost rozcvičení bude dohlížet řešitelka projektu. Výzkum bude probíhat za standardních bezpečnostních podmínek. Vaše dcera se nezúčastní testování s akutním zejména infekčním onemocněním onemocnění s jakýmkoliv onemocněním či omezením pohybového aparátu nebo v rekonvalescenci po onemocnění, úrazu či operaci. Účast Vaší dcery v projektu je zcela dobrovolná a nebude finančně ohodnocena. S celkovými výsledky a závěry výzkumného projektu se můžete seznámit na e-mailové adrese verca.sosnovcova@seznam.cz

Ochrana osobních dat: Data budou shromažďována a zpracovávána v souladu s pravidly vymezenými nařízením Evropské Unie č. 2016/679 a zákonem č. 110/2019 Sb. – o zpracování osobních údajů. Budou získávány následující osobní údaje – věk, sport, data získaná výše uvedenými metodami – které budou bezpečně uchovány na heslem zajištěném počítači v uzamčeném prostoru, přístup k němu bude mít hlavní řešitel. Uvědomuji si, že text je anonymizován, neobsahuje-li jakékoli informace, které jednotlivé či ve svém souhrnu mohou vést k identifikaci konkrétní osoby – budu dbát na to, aby jednotlivé osoby nebyly rozpoznatelné v textu práce. Osobní data, která by vedla k identifikaci účastníků výzkumu, budou bezprostředně do 1 dne po testování anonymizována.

Získaná data budou zpracovávána, bezpečně uchována a publikována v anonymní podobě v diplomové práci, případně v odborných časopisech, monografiích a prezentována na konferencích, případně budou využita při další výzkumné práci na UK FTVS.

Pofizování fotografií/videí/ nahrávek účastníků: Při výzkumu mohou být pofizovány fotografie či videozáznamy.

Pofizování fotografií účastníků: Anonymizace osob na fotografiích bude provedena začerněním/rozmažáním obličejů či částí těla, znaků, které by mohly vést k identifikaci jedince. Neanonymizované fotografie budou uloženy v zaheslovaném počítači řešitele v uzamčeném prostoru a budou bezprostředně do 1 týdne po vyfotografování osob smazány. K neanonymizovaným fotografiím bude mít přístup pouze řešitelka projektu. Publikovány budou pouze anonymizované fotografie.

UNIVERZITA KARLOVA
FAKULTA TĚLESNÉ VÝCHOVY A SPORTU
Josef Martího 31, 162 52 Praha 6-Vešelavín

Pořizování videí účastníků: V rámci výzkumu bude pořizován videozáznam. K videozáznamům budu mít přístup já a vedoucí práce. Neanonymizované videozáznamy budou po ukončení výzkumu smazány a před smazáním budou bezpečně uchovány na heslem zajištěném počítači v uzamčené místnosti a budou bezprostředně po ukončení výzkumu smazány. Videozáznam nebude nikdy publikován. Při pořizování videí budu dbát na to, aby na videa nebyly natáčeny osoby, které nejsou součástí výzkumu.

V maximální možné míře zajistím, aby získaná data nebyla zneužita.

Jméno a příjmení předkladatele a hlavního řešitele projektu: Bc. Veronika Sosnovcová
Jméno a příjmení osoby, která provedla poučení: Bc. Veronika Sosnovcová Podpis:.....

Prohlašuji a svým níže uvedeným vlastnoručním podpisem potvrzuji, že dobrovolně souhlasím s účastí mé dcery 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. **Potvrzuji, že moje dcera má platnou zdravotní prohlídku.** Byl(a) jsem poučen(a) o právu odmítnout účast ve výzkumném projektu nebo svůj souhlas kdykoli odvolat bez represí, a to písemně Etické komisi UK FTVS, která bude následně informovat předkladatele projektu. Dále potvrzuji, že mi byl předán jeden originál vyhotovení tohoto informovaného souhlasu.

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

Jméno a příjmení zákonného zástupce

Vztah zákonného zástupce k účastníkovi Podpis:.....

Příloha č. 3 - Vzor informovaného souhlasu pro dospělé

UNIVERZITA KARLOVA
FAKULTA TĚLESNÉ VÝCHOVY A SPORTU
Josef Martího 31, 162 52 Praha 6-Vešelavín

INFORMOVANÝ SOUHLAS (pro dospělé probandky)

Vážená paní,

v souladu se Všeobecnou deklarací lidských práv, nařízením Evropské Unie č. 2016/679 a zákonem č. 110/2019 Sb. – o zpracování osobních údajů a dalšími obecně závaznými právními předpisy (jakož jsou zejména Helsinská deklarace, přijatá 18. Světovým zdravotnickým shromážděním v roce 1964 ve znění pozdějších změn (Fortaleza, Brazílie, 2013); Zákon o zdravotních službách a podmínkách jejich poskytování (zejména ustanovení § 28 odst. 1 zákona č. 372/2011 Sb.) a Úmluva o lidských právech a biomedicíně č. 96/2001, jsou-li aplikovatelné), Vás žádám o souhlas s Vaší účastí ve výzkumném projektu na UK FTVS v rámci diplomové s názvem „Rozdíl posturální stability mezi dívkami, které se věnují sportovnímu aerobiku a sportovní gymnastice v různých věkových kategoriích“ prováděné v tělocvičnách sportovních klubů.

Projekt bude probíhat od června 2021 do dubna 2022 a nebudou při něm použity žádné invazivní metody. Výzkum bude realizován v souladu s platnými epidemiologickými opatřeními Ministerstva zdravotnictví ČR.

Cílem této práce je zjistit rozdíl posturální stability u sportovních gymnastek a sportovních acrobaticek, a také odhadnout vývoj stability v rámci věkových kategorií.

Jde o účast na jednorázovém testování dynamické posturální stability pomocí standardizovaného testu - Y – Balance Test. Jde o nástroj, kde se budete snažit dosáhnout jednou dolní končetinou co nejdále, aniž byste ztratila rovnováhu na druhé stojné dolní končetině. Testování probíhá ve 3 směrech na obou dolních končetinách – směrem anteriorním, posteromediálním a posterolaterálním.

Před testováním budete přesně informována o provedení a bude mít možnost si vše před samostatným testováním vyzkoušet. Bude vám změřena délka dolních končetin, aby získané hodnoty byly porovnatelné s ostatními účastnicemi výzkumu. Celkové testování bude trvat cca 20 minut.

Rizika výzkumu nebudou vyšší než běžně očekávaná rizika u testování v rámci tohoto typu výzkumu. Vaší bezpečnost při testování bude zajišťovat řešitelka výzkumu. Před měřením se sama rozcvičíte, tak jak jste zvyklá z tréninků. Na dostatečnost a bezpečnost rozcvičení bude dohlížet řešitelka projektu. Výzkum bude probíhat za standardních bezpečnostních podmínek. Výzkum bude realizován v souladu s platnými epidemiologickými opatřeními Ministerstva zdravotnictví ČR.

Nezúčastníte se testování s akutním zejména infekčním onemocněním, s jakýmkoliv onemocněním či omezením pohybového aparátu nebo v rekonvalescenci po onemocnění, úrazu či operaci.

Vaše účast v projektu je zcela dobrovolná a nebude finančně ohodnocena.

S celkovými výsledky a závěry výzkumného projektu se můžete seznámit na e-mailové adrese verca.sosnovcova@seznam.cz

Ochrana osobních dat: Data budou shromažďována a zpracovávána v souladu s pravidly vymezenými nařízením Evropské Unie č. 2016/679 a zákonem č. 110/2019 Sb. – o zpracování osobních údajů. Budou získávány následující osobní údaje – věk, sport a data získaná výše uvedenými metodami – které budou bezpečně uchovány na heslem zajištěném počítači v uzamčeném prostoru, přístup k němu bude mít hlavní řešitel. Uvědomuji si, že text je anonymizován, neobsahuje-li jakékoli informace, které jednotlivě či ve svém souhrnu mohou vést k identifikaci konkrétní osoby – budu dbát na to, aby jednotlivé osoby nebyly rozpoznatelné v textu práce. Osobní data, která by vedla k identifikaci účastníků výzkumu, budou bezprostředně do 1 dne po testování anonymizována.

Získaná data budou zpracovávána, bezpečně uchována a publikována v anonymní podobě v diplomové práci, případně v odborných časopisech, monografiích a prezentována na konferencích, případně budou využita při další výzkumné práci na UK FTVS.

Požíování fotografií/videl/ nahrávek účastníků: Při výzkumu mohou být pořizovány fotografie či videozáznamy.

Požíování fotografií účastníků: Anonymizace osob na fotografiích bude provedena začerněním/rozmaznáním obličejů či částí těla, znaků, které by mohly vést k identifikaci jedince. Neanonymizované fotografie budou uloženy v zahaslovaném počítači řešitele v uzamčeném prostoru a budou bezprostředně do 1 týdne po vyfotografování osob smazány. K neanonymizovaným fotografiím bude mít přístup pouze řešitelka projektu. Publikovány budou pouze anonymizované fotografie.

UNIVERZITA KARLOVA
FAKULTA TĚLESNÉ VÝCHOVY A SPORTU
Josef Martího 31, 162 52 Praha 6-Vešelavín

Pořizování videí účastníků: V rámci výzkumu může být pořizován videozáznam. K videozáznamům budu mít přístup já a vedoucí práce. Neanonymizované videozáznamy budou po ukončení výzkumu smazány a před smazáním budou bezpečně uchovány na heslem zajištěném počítači v uzamčené místnosti a budou bezprostředně po ukončení výzkumu smazány. Videozáznam nebude nikdy publikován. Při pořizování videí budu dbát na to, aby na videa nebyly natáčeny osoby, které nejsou součástí výzkumu.

V maximální možné míře zajistím, aby získaná data nebyla zneužita.

Jméno a příjmení předkladatele a hlavního řešitele projektu: Bc. Veronika Sosnovcová
Jméno a příjmení osoby, která provedla poučení: Bc. Veronika Sosnovcová Podpis:.....

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. **Potvrzuji, že mám platnou zdravotní prohlídku.** Byl(a) jsem poučen(a) o právu odmítnout účast ve výzkumném projektu nebo svůj souhlas kdykoli odvolat bez represí, a to písemně Etické komisi UK FTVS, která bude následně informovat předkladatele projektu. Dále potvrzuji, že mi byl předán jeden originál vyhotovení tohoto informovaného souhlasu.

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

Příloha č. 4 - Dokument č. 1 k žádosti o vyjádření Etické komise UK FTVS

UNIVERZITA KARLOVA
FAKULTA TĚLESNÉ VÝCHOVY A SPORTU
Josef Martího 31, 162 52 Praha 6-Vešelavín

Dokument č. 1 k žádosti o vyjádření Etické komise UK FTVS:

Potvrzení pracoviště o možnosti realizace výzkumného projektu z hlediska bezpečnosti účastníků projektu a o možnosti publikace názvu pracoviště

Dokument pro Etickou komisi UK FTVS

Název pracoviště/obchodní firma:

Odpovědná osoba na pracovišti/statutární zástupce:

Funkce odpovědné osoby:

Svým níže uvedeným vlastnoručním podpisem potvrzuji, že na výše uvedeném pracovišti lze realizovat projekt s názvem „Rozdíl posturální stability mezi dívkami, které se věnují sportovnímu aerobiku a sportovní gymnastice v různých věkových kategoriích“, jemuž bylo Etickou komisí UK FTVS přiděleno j. č. 126/2021 a jehož hlavním řešitelem je Bc. Veronika Sosnovcová, přičemž tento projekt lze na výše uvedeném pracovišti provést s adekvátním zajištěním bezpečnosti pro všechny účastníky projektu, neboť dané pracoviště bude v průběhu realizace projektu adekvátně vybaveno jak po materiální, tak po odborné stránce, a dále zajistí, aby byly dodrženy etické aspekty výzkumu během realizace výzkumu. Dále potvrzuji, že **souhlasím/nesouhlasím** (*nehodící se škrtněte*) s tím, aby byl název pracoviště/obchodní firmy zveřejněn v rámci publikování výsledků tohoto výzkumu a to i v případě, pokud by měl výsledek výzkumu negativní dopad na pověst pracoviště/obchodní firmy.

V, dne

Podpis odpovědné osoby/statutárního orgánu na pracovišti:

Razítko:

Příloha č. 6 - Tabulka na vyšetření Beightonova skóre

Popis		Skóre
Pasivní dorsální flexe 5. metacarpophalangového kloubu větší než 90°	pravá	
	levá	
Pasivní hyperextenze v loketním kloubu větší než 10°	pravá	
	levá	
Pasivní hyperextenze v kolenním kloubu větší než 10°	pravá	
	levá	
Pasivní přitažení palce k flexorové části předloktí – dotyk celého palce	pravá	
	levá	
Předklon trupu ve stoji s propnutými koleny – dotyk celými dlaněmi		
Součet		

Příloha č. 7 - Seznam obrázků

Obr. č. 1 – SEBT (Daneshjoo et al.,2012).....	25
Obr. č. 2 – Y-balance test – úhly (Powden et al., 2019).....	26
Obr. č. 3 – Y-Balance test (Walker, 2016)	26
Obr. č. 4 – Beightonova škála (Beighton score, 2021).....	29
Obr. č. 5 – Sportovní gymnastika (Bernaciková et al., 2010 – Sportovní gymnastika)..	37
Obr. č. 6 – Sportovní aerobik (Bernaciková et al., 2010 – Sportovní aerobik)	40
Obr. č. 7 – Provedení Y-balance test – A – anteriorní směr, B – posteromediální směr, C – posterolaterální směr (z archívu autorky)	48
Obr. č. 8 – Chyby – A – špatný kontakt noha-jezdec, B – odlepení paty, C – ruce nejsou v bok (z archívu autorky).....	49

Příloha č. 8 - Seznam grafů

Graf č. 1 – Hypotéza 1 – dominantní končetina	56
Graf č. 2 – Hypotéza 1- nedominantní DK.....	57
Graf č. 3 – Hypotéza 2.....	58
Graf č. 4 – Hypotéza 4 – dominantní DK.....	60
Graf č. 5 – Hypotéza 4 - nedominantní DK.....	60

Příloha č. 9 - Seznam tabulek

Tab. č. 1. – Výsledky SG (věková kategorie 8-10 a 11-13)	52
Tab. č. 2 – Výsledky SG (věková kategorie 14-16 a 17+)	53
Tab. č. 3 – Výsledky SA (věková kategorie 8-10 a 11-13)	53
Tab. č. 4. – Výsledky SA (věková kategorie 14-16 a 17+)	54
Tab. č. 5 – Shapiro-Wilk test a Breusch-Pagan test	55