

UNIVERZITA KARLOVA  
Fakulta tělesné výchovy a sportu  
Katedra fyzioterapie

**Porovnání somatognozie a posturální stability mezi  
sportovními aerobičkami a gymnastkami**

Diplomová práce

Vedoucí diplomové práce:

**PhDr. Tereza Nováková, Ph.D.**

Vypracoval:

**Bc. Klára Hlásková**

Praha, duben 2024

## **Prohlášení**

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

V Praze, dne

.....

Podpis diplomanta:

.....

## **Poděkování**

Děkuji PhDr. Tereze Novákové, Ph.D., za vedení této diplomové práce. Děkuji Mgr. Janu Pokornému za pomoc při realizaci empirické části práce. Děkuji Bc. Evě Skácelíkové za statistickou analýzu dat. Děkuji všem zúčastněným sportovním klubům, trenérům, sportovkyním a jejich rodičům. Děkuji za podporu své rodině.

## Abstrakt

**Název:** Porovnání somatognozie a posturální stability mezi sportovními aerobičkami a gymnastkami

**Cíle:** Cílem této diplomové práce je zhodnotit somatognozii, konstituční hypermobilitu a posturální stabilitu u zkoumaných skupin (tedy skupiny sportovních aerobiček a skupiny sportovních gymnastek) a jejich následné porovnání mezi sebou. Dalším cílem je zjistit, zda existuje korelace mezi jednotlivými zkoumanými modalitami, tedy somatognozií, konstituční hypermobilitou, posturální stabilitou, schopností vyhodnocovat senzorké podněty a tělesným sebepojetím.

**Metody:** Výzkumu se zúčastnilo 86 dívek a žen ve věkovém rozmezí 8-24 let. Z toho 41 osob ve skupině sportovních aerobiček a 45 ve skupině sportovních gymnastek. Byl u nich hodnocen test dle Petrie, Body attitude test, testy tělesných rozměrů (test šíře ramen, šíře pánve, délky chodidla), polohocit končetin, Beighton skóre a Y-balance test. Sběr dat se uskutečnil v tělocvičnách zúčastněných sportovních klubů a proběhl od března roku 2023 do listopadu roku 2023. Pro statistickou analýzu dat byl použit program Microsoft Excel 365 a statistický software R (verze 4.3.2). Vybrané statistické testy byly vypočteny pro 95% hladinu významnosti. Statistickou významnost značila hodnota  $p < 0,05$ .

**Výsledky:** Sportovní gymnastky vykazovaly lepší somatognozii v oblasti pánve a zároveň i lepší posturální stabilitu obou dolních končetin. V období dospívání došlo ke zhoršení somatognozie v oblasti pánve a zhoršení posturální stability obou dolních končetin u obou zkoumaných skupin. S lepší posturální stabilitou byla spojena zejména lepší somatognozie v oblasti pánve a polohocit dominantní dolní končetiny. Se zvyšujícím se Beighton skóre se zhoršovala posturální stabilita dominantní dolní končetiny. Hodnocení většiny dívek v testu dle Petrie bylo v normě. Většina dívek dle Body attitude testu vykazovala optimální tělesné sebepojetí.

**Klíčová slova:** Somatognozie, posturální stabilita, konstituční hypermobilita, tělesné sebepojetí, sportovní aerobik, sportovní gymnastika, Beighton skóre, Y-balance test, Body attitude test, test dle Petrie.

## Abstract

**Title:** Comparison of somatognosia and postural stability between female sports aerobics and gymnasts

**Objectives:** The aim of this thesis is to evaluate asomatognosia, constitutional hypermobility and postural stability in the studied groups (i.e. the group of sport aerobics gymnasts and the group of gymnasts) and their subsequent comparison with each other. Another aim is to determine whether there is a correlation between the different modalities studied, i.e. asomatognosia, constitutional hypermobility, postural stability, ability to evaluate sensory stimuli and body image.

**Methods:** 86 girls and women aged 8-24 years, 41 in the sport aerobics group and 45 in the gymnastics group participated in the study. They were evaluated by the Petrie test, Body attitude test, body size tests (shoulder width test, pelvic width test, foot length test), limbs statesthesia, Beighton score and Y-balance test. Data was collected in the gyms of the participating sports clubs. It was conducted from March 2023 to November 2023. Microsoft Excel 365 and R statistical software (version 4.3.2) were used for statistical data analysis. Selected statistical tests were calculated for 95% significance level. Statistical significance was defined as  $p < 0.05$ .

**Results:** Sports gymnasts showed better asomatognosia in the pelvic region and also better postural stability of both lower limbs. In adolescence, there was a worsening of asomatognosia in the pelvic region and a worsening of postural stability of both lower limbs in both groups studied. In particular, better pelvic asomatognosia and dominant lower limb statesthesia were associated with better postural stability. Postural stability of the dominant lower limb deteriorated with a higher Beighton score. Most of the girls' evaluations of the Petrie test were normal. The Body attitude test in the majority of girls showed an ideal body image.

**Keywords:** Somatognosia, postural stability, constitutional hypermobility, body image, sport aerobics, gymnastics, Beighton score, Y-balance test, Body attitude test, Petrie test.

## Seznam použitých symbolů a zkratek

Ø	průměrná odchylka
atd.	a tak dále
BS	Beighton skóre
CNS	centrální nervová soustava
cm	centimetr
CS	kompozitní skóre
ČGF	Česká gymnastická federace
ČSAE	Český svaz aerobiku a fitness
DHK, DDK	dominantní horní, dolní končetina
DK, DKK	dolní končetina, dolní končetiny
FIG	Mezinárodní gymnastická federace
FISAF	Mezinárodní federace sportovního aerobiku a fitness aerobiku
HK, HKK	horní končetina, horní končetiny
m	metr
NHK, NDK	nedominantní horní, dolní končetina
P.	polohocit
s	sekunda
VS	výkonnostní stupeň
VT	výkonnostní třída

# Obsah

Prohlášení.....	i
Poděkování.....	ii
Abstrakt.....	iii
Abstract.....	iv
Seznam použitých symbolů a zkratek.....	v
Obsah .....	vi
1 Úvod.....	1
2 Teoretická východiska práce .....	3
2.1 Somatognozie.....	3
2.1.1 Vymezení pojmů.....	3
2.1.2 Neurofyziologický podklad .....	6
2.1.3 Ontogeneze .....	8
2.1.4 Somatognozie u sportovců.....	9
2.1.5 Hodnocení somatognozie a vnímání vlastního těla .....	11
2.2 Posturální stabilita.....	14
2.2.1 Posturální motorika, postura .....	14
2.2.2 Posturální funkce .....	14
2.2.3 Biomechanické aspekty stability .....	15
2.2.4 Typy stabilizace .....	16
2.2.5 Řízení.....	17
2.2.6 Ontogeneze .....	19
2.2.7 Posturální stabilita u sportovců.....	20
2.2.8 Další faktory ovlivňující posturální stabilitu .....	22
2.2.9 Hodnocení posturální stability .....	25
2.2.10 Hodnocení hypermobility .....	27
2.3 Sportovní aerobik a gymnastika .....	29
2.3.1 Zařazení mezi gymnastické sporty .....	29
2.3.2 Věkové a výkonnostní kategorie.....	31
2.3.3 Sezóna, trénink.....	31
2.3.4 Sdružující organizace.....	33
2.3.5 Soutěže.....	33
3 Cíle, výzkumné otázky, hypotézy .....	36
3.1 Cíle.....	36
3.2 Výzkumné otázky .....	36
3.3 Hypotézy .....	36

4	Metodika .....	38
4.1	Charakteristika výzkumného vzorku .....	38
4.2	Metody sběru dat .....	39
4.2.1	Test dle Petrie .....	39
4.2.2	Body attitude test .....	40
4.2.3	Test šíře ramen, test šíře pánve, test délky chodidla.....	40
4.2.4	Testování polohocitu končetin.....	43
4.2.5	Beighton skóre .....	45
4.2.6	Y-balance test .....	46
4.3	Harmonogram zpracování diplomové práce.....	47
4.4	Analýza dat .....	48
5	Výsledky .....	49
5.1	Výsledky měření .....	49
5.2	Vyhodnocení hypotéz .....	55
6	Diskuze .....	65
6.1	Diskuze k hypotéze 1 .....	65
6.2	Diskuze k hypotéze 2 .....	66
6.3	Diskuze k hypotéze 3 .....	67
6.4	Diskuze k hypotéze 4.....	68
6.5	Diskuze k hypotéze 5.....	69
6.6	Diskuze k metodám sběru dat.....	70
6.7	Diskuze k limitacím výzkumné práce.....	72
7	Závěr .....	74
	Seznam použité literatury .....	76
	Seznam příloh .....	I
	Seznam obrázků.....	XII
	Seznam tabulek.....	XIII
	Seznam grafů .....	XIV



# 1 Úvod

V minulosti již bylo zpracováno množství studií, které se zabývaly úrovní posturální stability u různých sportů, úrovní posturální stability u sportovců v porovnání s běžnou populací, vztahem posturální stability a incidence zranění, vztahem posturální stability a hypermobility, či vztahem hypermobility a incidence zranění. O poznání méně dohledaných studií se zabývalo somatognozií u různých sportů či u sportovců v porovnání s běžnou populací. Minimum dohledaných studií se pak zaobíralo přímo vztahem somatognozie a posturální stability. Je-li však uvažováno o somatognozii jako o schopnosti správně identifikovat vlastní tělo a jeho jednotlivé části, tedy jako o korové integraci a interpretaci somatosenzitivní aferentace, pak je její kvalita i jedním z předpokladů kvality pohybového úkonu a může mít tedy vliv i na kvalitu posturální stability.

Proto se tímto tématem zabývá tato diplomová práce. Zkoumá vliv dvou gymnastických sportů na somatognozii a posturální stabilitu. K tomuto účelu byly vybrány sportovní aerobik a sportovní gymnastika, a to proto, že v České republice patří k oblíbeným a rozšířeným sportům, zejména mezi ženskou částí populace. Ačkoli se jedná pro laickou veřejnost o dva na první pohled podobné gymnastické sporty, jsou odlišné, a proto je předpokládána i odlišnost somatognozie a posturální stability. Jelikož se u těchto sportů udává, ač nejednotně, vyšší prevalence konstituční hypermobility, byl v této diplomové práci zohledněn i její možný vliv na posturální stabilitu.

V části diplomové práce věnované teoretickým východiskům je pojednáno o somatognozii, jejím neurofyziologickém podkladu a vývoji, o somatognozii u sportovců a o možnostech jejího hodnocení. Dále o posturální stabilitě, posturální kontrole, o faktorech ovlivňujících posturální stabilitu (včetně hypermobility a jejího hodnocení), o posturální stabilitě u sportovců a o možnostech hodnocení posturální stability. Dále je v této části práce pojednáno i o sportovním aerobiku a sportovní gymnastice.

V experimentální části práce je popsán samotný experiment, jeho metodika, způsob, jakým proběhlo zařazení sportovkyň do výzkumu a sběr dat. Cílem této diplomové práce je zhodnotit somatognozii, konstituční hypermobilitu a posturální stabilitu u zkoumaných skupin (tedy skupiny sportovních aerobiček a skupiny sportovních gymnastek) a jejich následné porovnání mezi sebou. Dalším cílem je zjistit,

zda existuje korelace mezi jednotlivými zkoumanými modalitami, tedy somatognozií, konstituční hypermobilitou, posturální stabilitou, schopností vyhodnocovat senzorické podněty a tělesným sebepojetím.

## 2 Teoretická východiska práce

### 2.1 Somatognozie

#### 2.1.1 Vymezení pojmů

V oblasti vnímání vlastního těla je terminologie poměrně nejednotná. Využívá se více pojmů, které se často prolínají, jako např. somatognozie, stereognozie, topognozie, tělesné schéma, tělesné sebepojetí nebo body image. Pojmy se užívají napříč neurofyziologickými, psychologickými, sociologickými, fyzioterapeutickými a dalšími obory (Stackeová, 2015). Definice pojmů se liší dle oboru, skrze který je na pojem nahlíženo.

Na mezioborový přesah vnímání vlastního těla poukazuje např. Carruthers. Hovoří o tzv. „ztělesnění“. Popisuje jej jako proces sebepoznání za pomoci svého vlastního těla. V pozitivním slova smyslu o něm hovoří jako o svázání sama sebe se svým tělem. V důsledku toho je umožněno tělesné prožívání, vnímání tělesné oddělenosti od ostatních, vnímání svých tělesných hranic a schopnost rozpoznat v jaké lokalitě došlo ke kontaktu (Carruthers, 2008).

Termíny „obraz těla“, „vědomí těla“ a „schéma těla“ jsou často zaměňovány. „Obrazem těla“ bývá spíše definováno subjektivní vnímání těla. „Vědomí těla“ zase bývá spojováno spíše s mentálními a kognitivními procesy (Tapajčíková et al., 2022).

V posledních letech se uvědomění si vlastního těla dostává více do popředí vědeckého bádání v různých oblastech zdravotnictví. Fyzioterapie má velký potenciál zlepšovat kvalitu somatognoztických funkcí a uvědomování si vlastního těla (Muda a Długołęcka, 2021).

**Somatognozii** označují Kolář et al. jako schopnost správně identifikovat vlastní tělo (Kolář et al., 2009). Tichý ji popisuje jako schopnost rozpoznávání vlastního tělesného schématu (Tichý, 2003). **Stereognozii** Kolář et al. definují jako schopnost vnímat vnější prostor a vytvářet s ním kontakt i bez zrakové kontroly (Kolář et al., 2009). Véle stereognozii popisuje jako schopnost poznávat prostor vlastního těla a okolního prostředí pomocí taktilních a propioceptivních podnětů (Véle, 2006).

Studie, která se zabývala pozorováním limitu prostorového vnímání (tzv. smyslového horizontu) tvrdí, že schopnost vnímat vnější prostor není omezena

pouze na přímou interakci jedince s ním. To znamená, že haptické vnímání přesahuje prostor těla. Příkladem je např. používání rozličných ručních nástrojů nebo navigace slepeckou holí. Ve studii pomocí teoretického modelování a psychofyziky zjistily, že schopnost lokalizovat vnější prostor sahá minimálně dalších 6 metrů mimo tělo jedince (Miller et al., 2023).

**Topognozie** dle Koláře et al. označuje schopnost zaznamenat taktilní, případně bolestivé podněty na kůži (většinou se testuje grafestezií, tedy rozeznáváním čísel a písmen psaných prstem na kůži bez zrakové kontroly) (Kolář et al., 2009).

Výše uvedené schopnosti jsou klíčové pro utváření vztahu jedince k sobě samému i vztahu mezi jedincem a prostředím. Je pro ně důležité exteroceptivní (taktilní, termické, palestezie, příp. nocicepce) a propioceptivní (statestezie, kinestezie) čítí (Kolář et al., 2009). Tapajčiková et al. označuje roli propiocepce v somatognozii jako kritickou, zatímco interocepce a taktilní, zrakové a vestibulární vnímání jako důležité (Tapajčiková et al., 2022). Kvalitní somatosenzorická aferentace (za předpokladu neporušených neurofyzilogických podkladů) zajistí kvalitní zdroj informací pro vytvoření ideální představy o vlastním těle i při zavřených očích (např. víme, v jaké poloze máme ruku, jestli v ní něco držíme, jestli sedíme atd.). Bez této představy a představy o prostředí, ve kterém se jedinec nachází, je ohrožen až znemožněn cílený pohyb. Somatosenzorické informace jsou podkladem pro motorické funkce např. koordinaci, posturální stabilitu, opěrnou motoriku (Kolář et al., 2009). Chybí-li exterocepce a propiocepce, chybí zpětnovazebné informace, nezbytné pro přípravu a průběžnou korekci motoriky (Véle, 2006). Tento vztah mezi senzitivní a motorickou složkou funguje i v opačném směru. Při nepoužívání určité části těla se sníží tok aferentních informací do centrální nervové soustavy (dále jen CNS) a tím se změní povědomí o této části těla (Kolář et al., 2009). Somatognozie je negativně ovlivněná při vývojových poruchách koordinace, akutních bolestech, senzorické nebo motorické deprivaci (Lepšíková et al., 2013).

**Body image** popisuje Slade jako složitý percepční jev. Formují jej historie smyslového vnímání, historie vstupu do tělesné zkušenosti, historie vývoje hmotnosti, kulturní a sociální normy, individuální postoje, kognitivní, afektivní a biologické pochody (Slade, 1994). Pojem nemá přesný český překlad, bývá často omezen na spokojenost nebo nespokojenost s vlastním tělem (Stackeová, 2015). Ve fyzioterapii se v rámci body image souhrnně hodnotí somatognostické a stereognostické funkce, grafestezie, polohocit, pohybovitost a další senzitivní funkce. Při narušení body image, tedy

narušené představě o vlastním těle, jsou do nějaké míry narušeny i senzitivní funkce. To je typické pro pacienty se strukturálními i funkčními obtížemi (např. chronický vertebroalgický syndrom) (Kolář et al., 2009). Somatognozii u pacientů s chronickými vertebrogeními obtížemi zkoumala ve své bakalářské práci Křikavová a svými zjištěními potvrdila zhoršenou somatognozii u vertebrogenních pacientů (Křikavová, 2008).

Součástí komplexu vnímání vlastního těla je také pojem **tělesné sebepojetí**. Tělesné sebepojetí je součástí ještě většího celku a tím je sebepojetí obecně neboli self concept. Sebeipojetí vzniká na základě sebereflexe v různých oblastech života dle úrovně dosavadního poznání uloženého v paměti (Kolář et al., 2009). Koukolík uvádí, že sebepojetím je myšleno jednak vnímání vlastní identity (tedy odlišení od ostatních) a jednak vnímání svých jednotlivých charakteristik (Koukolík, 2022).

**Tělesné schéma** označuje Tichý jako soubor paměťových stop uložených v CNS (hlavně v parietálních lalocích). Jeho podklad je určen geneticky. Proces jeho tvorby a přeměny je však dynamický dle reagování na přicházející podněty. Jde o podvědomé a částečně vědomé vnímání abstraktního obrazu vlastního těla. O tom, jak funguje, jaký má tvar, jakou zaujímá polohu a co dělá za pohyb (Tichý, 2003). Některé části tělesného schématu jsou v CNS uloženy krátkodobě a některé dlouhodobě. Při stereotypně prováděných pohybech, např. rozsvěcování světla, je díky dlouhodobému uložení informace o délce a velikosti horní končetiny (dále jen HK) a možnostech pohybu jednotlivých jejích segmentů snížena energetická náročnost provedení pohybu. Pokud by měla být při každém rozsvěcování světla znovu zjišťována délka HK a všechny možnosti pohybu jejích segmentů, byla by energetická náročnost provedení úkonu značně zvýšena (de Vignemont, 2010).

Subjektivní tělesné schéma nemusí vlivem dosavadních zkušeností s vnějším i vnitřním světem odpovídat objektivnímu. Pozitivní prožitek vlastního těla podporuje vhodné rozvíjení tělesného schématu (Kolář et al., 2009). Koncept tělesného schématu se používá ke stanovení mentální reprezentace těla v prostoru. Ivaněnko et al. poukazují na existenci dynamického tělesného schématu a zároveň upozorňují, že zpracování propriocepce ve statických a dynamických podmínkách se odlišuje (při zpracování probíhá např. odhad délky kroku, vzdálenosti chůze s přihlédnutím k tělesným proporcím) (Ivaněnko et al., 2011). Stackeová považuje tělesné schéma s tělesným sebepojetím téměř za totožné. Tělesné schéma se užívá spíše v oblasti fyzioterapie, zatímco tělesné sebepojetí spíše v kontextu psychologickém. Na mentální reprezentaci

těla v prostoru lze nahlížet z pohledu kognitivního (představa o tělesných rozměrech), emocionálního (vztah ke svému tělu) a behaviorálního (chování mající za cíl tělo ovlivnit) (Stackeová, 2015).

### 2.1.2 Neurofyziologický podklad

Neurofyziologickým podkladem vnímání vlastního těla je detekce senzitivních podnětů přicházejících v různých energetických formách jak z vlastního těla, tak z okolí. Registruje je celá škála receptorů. Každý typ reaguje na různé formy dráždění. Pomocí senzitivních drah jsou aferentní informace vedeny do CNS, kde se dále zpracovávají a integrují (Kolář et al., 2009; Poděbradský a Poděbradská 2009).

**Receptory** dělíme na mechanoreceptory, termoreceptory, chemoreceptory, fotoreceptory a nociceptory. **Mechanoreceptory** jsou uloženy v různě hlubokých vrstvách kůže, ve svalech, šlachách, vazech, kloubních pouzdrech a semispinálních kanálcích vnitřního ucha (Poděbradský a Poděbradská, 2009). Aferentaci z kožních receptorů, tzv. exterocepci vhodně doplňuje aferentace z proprioceptorů. Ruffiniho tělíska uložená v dermis, podkožním vazivu a kloubních pouzdrech registrují natažení kůže. Merkelovy buňky jsou po skupinkách umístěny v bazální vrstvě epidermis, v hojném počtu jsou na akrech, rtech a v oblasti zevních genitálií. Zaznamenávají dotyk. Meissnerova tělíska v dermis zajišťují dotykové a vibrační čítí. Vaterova-Paciniho tělíska v podkožním vazivu jsou senzitivní na silný tlak a vibrace (Švestková et al., 2017).

**Proprioceptivním receptorem** je svalové vřetenko, tvořené 3-12 krátkými intrafuzálními vlákny paralelně vloženými mezi extrafuzální svalová vlákna. Sleduje protažení svalu. Svalové vřetenko je součástí mechanismu tzv. gama kličky. Ta je řízena z retikulární formace a díky přenosu vlivu subkortikálních oblastí upravuje dráždivost vřetének a svalový tonus na periférii. Dalším receptorem je Golgiho šlachové tělísko uložené v oblasti myotendinózního přechodu. Počet šlachových tělísek je v porovnání se svalovými vřetenky (mimo oblast žvýkacích svalů) nižší. Práh dráždivosti je naopak vyšší. Jedno šlachové tělísko je ukotveno paralelně za několika svalovými vřetenky. Aferentace ze šlachových tělísek začíná s aktivací motorických jednotek (Švestková et al., 2017).

**Nociceptory** registrují hrozbu potenciálního poškození tkáně, která je v nadprahové intenzitě v CNS interpretována jako bolest. Jsou jimi převážně volná nervová zakončení, dále také polymodální receptory, vysokoprahové mechanoreceptory

a tiché nociceptory (Poděbradský a Poděbradská, 2009). Mezi **termoreceptory** patří Krauseho tělíška, která jsou citlivá na chlad, a Ruffiniho tělíška reagující na teplo (Naňka a Elišková, 2015).

Vedení senzitivních informací již z periferie zprostředkovávají **senzitivní vlákna**. A-beta vlákna vedou propiocepci, dotek a tlak, A-delta povrchovou, ostrou dobře lokalizovanou bolest a chlad, C vlákna hlubokou difuzní bolest a teplo. A-beta vlákna jsou myelinizovaná, silná 5-12  $\mu\text{m}$  s rychlostí vedení informací okolo 30-70 ms. A-delta a C vlákna jsou slabší a vedou informace pomaleji. Vlákna z periferie míří do zadních míšních rohů (Poděbradský a Poděbradská, 2009).

Z míchy do CNS je aferentace přenášena **senzitivními míšními drahami**. Dráha zadních míšních provazců, nebo také tzv. lemniskální systém, je 3 neuronová dráha vedoucí do thalamu a odtud do senzitivní kůry. V bílé míšní hmotě je uložena dorzálně. Kříží se v oblasti prodloužené míchy. V dráze jsou topograficky uspořádány vlákna z krční oblasti nejlaterálněji, poté z hrudní, bederní a sakrální nejmediálněji. Vede propiocepci, vibrace a hrubý kožní dotyk (Naňka a Elišková, 2015).

Dalším systémem senzitivních drah je anterolaterální systém. V bílé míšní hmotě je uložen laterálně. Zahrnuje spinothalamickou, spinoretikulární a spinotektální dráhu. V oblasti pontu se přidává k lemniskálnímu systému. Spinothalamická dráha, taktéž 3 neuronová, se kříží již v daném segmentu, zprostředkovává vedení akutní ostré dobře lokalizované bolesti, tlaku, dotyku, tepla a chladu (Naňka a Elišková, 2015; Ambler, 2006). Dráha spinoretikulární vede difuzní hlubokou bolest (Poděbradský a Poděbradská, 2009). Spinocerebelární dráha vede v bílé hmotě míšni laterálně. Převádí propiocepci do mozečku. Díky ní je zajištěna průběžná korekce pohybu. Vedle propiocepce do mozečku přichází i vestibulární a zraková aferentace (Ambler, 2006).

Senzitivní dráhy končí v oblasti **senzitivní kůry**. Primární senzitivní korová oblast zahrnuje areu 1, 2 a 3, anatomicky gyrus postcentralis. Sekundární senzitivní korová oblast areu 40, anatomicky hlavně parietální lalok. Topograficky je oblast senzitivní kůry uspořádána do senzitivního homunkulu, ve kterém určité části senzitivní kůry reprezentují určité části těla (Naňka a Elišková, 2015). Největší část homunkulu tvoří rty, jazyk, palec ruky a dlaň. V senzitivní kůře se sbíhají exteroceptivní a propioceptivní informace z kontralaterální poloviny těla (Kolář et al., 2009). V oblasti parietálního, temporálního a okcipitálního laloku dochází k složité syntéze a asociaci

jednotlivých senzitivních informací (Naňka a Elišková, 2015). Při dozrávání parietálních laloků se utváří vědomí vlastního těla. Vážou se na ně funkce fatické, gnostické a praktické. Gnostické korové funkce vyjadřují schopnosti analyzovat a rozpoznávat (barvy, hlasy, celé části svého těla, exteroceptivní a propioceptivní vjemy i bez zrakové kontroly). Díky spojům z retikulární formace, limbického systému, zrakového a sluchového centra parietální lalok propojuje se somatosenzitivními funkcemi i funkce kognitivní (Kolář et al., 2009). Důležitou kognitivní funkcí, která moduluje integrační procesy, je pozornost. I pokud na člověka působí pouze jeden senzitivní stimul, který oslovuje jednu modalitu čítí, pracují různé korové senzitivní a asociační oblasti současně. Vlivem neuroplasticity se korové somatosenzorické mapy např. v důsledku úrazu či změně užívání části těla přestavují (Koukolík, 2022).

Neurofyziologickým podkladem sítě tvořící povědomí o těle je i vestibulární systém. Informace z něj spoluutváří podklady tělesného sebeuvědomění, sebeumístění, sebejednání, sebeidentifikace s tělem, a to při bdění i ve spánku. Při rotačním pohybu hlavy je díky různé aktivaci vestibulárních jader vestibulární systém schopen rozeznat, zda je zdrojem pohybu vlastní já nebo vnější síla. Experimentální studie vestibulárního aparátu prokazují při jeho stimulaci změněné vnímání vlastního tělesného schématu a sebeumístění (např. iluzorní posuny těla). Informace z makul a polokruhových kanálků, společně se signály z očí, uší a somatosenzorů se účastní senzomotorické integrace (Picard-Deland et al., 2022).

### **2.1.3 Ontogeneze**

Vývoj somatognozie je geneticky determinován a začíná již intrauterinně. Během prvního roku života se do tělesného schématu dle daného časového sledu postupně propisují jednotlivé části těla (Lepšíková et al., 2013).

Nejprve se vyvíjí smysly, které zaznamenávají informace o vlastním těle v gravitačním poli, tedy vestibulární aparát. Sluch a vyvíjející se zrak zachycují informace o okolí. Pomocí rozvíjející se exterocepce se dítě učí uvědomovat si hranice svého těla (Ayres, 2005).

Somatosenzorické funkce dozrávají postupně, stejně jako motorické. Jejich dozrávání předchází cílenému pohybu. Např. jakmile se objeví stereognozie ruky, mizí úchopový reflex a rozvíjí se cílený úchop, opora a izolovaný pohyb prstů (Kolář et al., 2009; Lepšíková et al., 2013). Poslední dozrává kortikální a neocerebelární část.



Schopnosti jako vědomá kontrola motorického projevu, motorické učení, vědomé vnímání vlastního těla a schopnost uplatnit somatosenzorickou pozornost jsou fylogeneticky nejmladšími funkcemi CNS (Lepšíková et al., 2013).

Při vytváření si vztahu k vlastnímu tělu se dítě inspiruje svými rodiči, kteří jsou mu vzorem. Zpočátku je dominantní zejména role matky, jejíž hyperprotektivní nebo naopak odmítající chování směrem k dítěti může vyvolat narušení jeho tělesného schématu projevující se v pozdějším věku jako pohrdání svým tělem, jeho chybné vnímání, či nedostatek péče o tělo. Později se uplatňuje i vliv společnosti a kultury (Stackeová, 2015).

Důležitým obdobím pro vývoj vnímání vlastního těla je období dospívání. V tomto věku na jedince působí různé ideály vzhledu, které předkládá společnost. Zároveň probíhá v jeho těle množství fyzických i psychických změn (Stackeová, 2015). Během krátkého časového úseku dochází k rychlému růstu a změně tělesných proporcí. Proto může být v tomto věku pozorováno narušené vnímání těla. Může docházet ke špatnému odhadu velikosti částí těla a jejich lokalizace v prostoru a ke zvýšené míře koordinačních obtíží (Longo et al., 2010).

Metaanalýza z roku 2016 zkoumala vývoj somatosenzitivity u dětí a dospívajících do 18 let věku. Bylo do ní zahrnuto 23 průřezových studií, ve kterých byla hodnocena alespoň jedna somatosenzitivní modalita (hmat, propiocepce nebo haptické schopnosti) u zdravých jedinců. Cílem bylo objasnit, jak tyto modalitty dozrávají. Pro přílišnou variabilitu metodologie zahrnutých studií a způsobu hodnocení somatosenzitivních modalit, však nebylo možné metaanalýzu provést. Dozrávání somatosenzitivních funkcí nebylo jednotné, lišilo se v závislosti na hodnocené modalitě a způsobu jejího hodnocení. Dle metaanalýzy chybí komplexní ucelený způsob hodnocení somatosenzitivních modalit, který by pomohl objasnit typický obraz jejich vývoje během dětství a dospívání (Taylor et al., 2016).

#### **2.1.4 Somatognozie u sportovců**

Pro sportovce je kvalitní povědomí o vlastním těle stejně nezbytné jako schopnost své tělo ovládat (Frčová a Flosníková, 2020). Pohotové motorické reakce, které často předurčují úspěšnost sportovce (např. schopnost porazit soupeře), vyžadují jak neporušené smyslové vnímání, tak jeho zpracování (Martínez de Quel et al., 2020). Pro schopnost rychlé reakce sportovec potřebuje dobrou orientaci a vnímání vlastního

těla v prostoru (Tapajčíková et al., 2022). Proto je úroveň kvality somatognostických funkcí jedním z předpokladů úrovně sportovní dovednosti (Chmielewski et al., 2021). Dalšími předpoklady jsou fyzické, kognitivní, emocionální a motivační faktory (Smith, 2003).

Tělesné schéma sportovců je v porovnání s nespportovci diferencovanější. Značně diferencované tělesné schéma je pak např. u gymnastů nebo dalších sportovců vykonávajících estetické sporty (Stackeová, 2015). V porovnání s běžnou populací sportovci většinou vykazují kvalitnější somatognozi. Horší somatognostické funkce u běžné populace v porovnání se sportovci má na svědomí nedostatek propioceptivní aferentace v důsledku hypokineze (Stackeová, 2008).

Tapajčíková et al. (2022) zkoumali úroveň gnostických funkcí u vrcholových sportovců karate. Porovnávali stereognozi, tělesné schéma a kinestezii mezi vrcholovými karatisty a kontrolní skupinou. K získávání dat použili test dle Petrie, 2 testy odhadu tělesných rozměrů (odhad šířky pěsti a odhad šířky ramen) a 3 kinestetické testy specifické pro karate (přesnost úderu bez zrakové kontroly). V porovnání s běžnou populací karatisti prokázali lepší výsledky při odhadu tělesných rozměrů a větší přesnost při úderech (Tapajčíková et al., 2022).

Frčová a Flosníková (2020) porovnávaly gnostické a balanční schopnosti mezi různými sportovními disciplínami a kontrolní skupinou. Byly hodnoceni sportovci vykonávající sprint, atletickou chůzi, hody, skoky do dálky, judo, basketbal a lední hokej na nejvyšší úrovni své soutěže. Gnostické funkce byly hodnoceny kinestetickými, somatognostickými a stereognostickými testy. Pro hodnocení rovnovážných funkcí s i bez vizuální kontroly bylo použito 6 testů na bosu. Studie zjistila, že kvalita somatognostických a balančních schopností závisí na charakteru sportovní aktivity. Např. sprinteři a basketbalisti vykazovali v porovnání s dalšími sportovními disciplínami horší hodnocení stereognozie. Vykonávání sportovní aktivity tedy nemusí vždy automaticky znamenat i lepší gnostické a balanční schopnosti (Frčová a Flosníková, 2020).

Některé pohybové aktivity přispívají ke schopnosti uvědomovat si vlastní tělo více než jiné. Muda a Długołęcka (2021) sledovaly uvědomění si vlastního těla u cvičitelek jógy a hráček volejbalu. Studie se účastnilo 64 cvičitelek jógy a 64 volejbalistek. Vnímání těla bylo hodnoceno pomocí Body Awareness Questionnaire, Mindful Attention Awareness Scale a doplňujících otevřených otázek autork studie.

Ženy cvičící jógu prokazovaly lepší výsledky. Autorky studie usuzují, že jóga přispívá k rozvoji uvědomování si vlastního těla, zatímco profesionální sport často vede jedince k jeho ignorování (Muda a Długołęcka, 2021).

Otázkou možného zhoršení somatognozie vlivem sportu se zabývali Nemček et al. (2021). Zjišťovali, jestli trénování boxu zhoršuje gnostické funkce. Boxer je totiž často vystaven úderům do hlavy, které mohou zhoršení těchto funkcí zapříčinit. U 20 amatérských boxerů byla před a po tréninku testována šíře pěsti, šíře ramen a 2 kinestetické testy zaměřené na přesnost úderu pěsti. Zhoršení gnostických funkcí se nepotvrdilo. Boxeři po tréninku vykazovali lepší odhad biakromiálního rozměru ramen i větší přesnost úderu pěstí než před tréninkem (Nemček et al., 2021).

S vykonáváním některých sportů je spojeno zvýšené riziko vzniku poruch příjmu potravy. Jedná se zejména o estetické sporty a sporty, ve kterých je vytvářen tlak na vzhled, např. gymnastiku, balet, vytrvalostní běh (Sundgot-Borgen a Torstveit, 2004; Petisco-Rodríguez et al., 2020). Anorexie bývá společně s amenoreou a osteoporózou ve sportovním světě označována jako triáda sportovkyň (Javed et al., 2013). S poruchami příjmu potravy je spojeno i změněné vnímání vlastního těla. Proto je důležité v posuzování vnímání vlastního těla u sportovců neopomenout ani tento kontext.

Tohoto tématu se okrajově dotýká studie z roku 2007, která zkoumala zkreslení obrazu těla u dívek provádějících rytmickou gymnastiku, u dívek s mentální anorexií a u běžných středoškolských studentek. Dívky s mentální anorexií měly výrazně zkreslený tělesný obraz. Gymnastky prokazovaly mírně zkreslený sebeobraz v oblasti břicha. Bez úplného zkreslení obrazu svého těla byly pouze středoškolské studentky (Salbach et al., 2007).

Sportovci obecně v porovnání s nespportující populací vykazují pozitivnější vnímání těla, vyšší pocit flow při sportování, vyšší sportovní sebedůvěru a lepší subjektivní výkon. Pozitivněji své tělo vnímají zejména mužští sportovci (Soulliard et al., 2019; Madaliyeva et al., 2022).

### **2.1.5 Hodnocení somatognozie a vnímání vlastního těla**

Při hodnocení somatognozie se většinou využívá kombinace několika testů, které samostatně hodnotí jednotlivé podoblasti. Samotné vyšetření senzitivních funkcí není dostačující. Je potřeba hodnotit i interpretaci a integraci senzitivních vjemů v rámci CNS (Kolář et al., 2009).

V rovině interpretace a integrace může být hodnocen např. tvar a velikost těla, poloha částí těla, lokalizace tělesných vjemů, kdy examinátor hodnotí např. motorické sladění s druhostrannou končetinou, či ukazování na část těla při lokalizaci vjemů (de Vignemont, 2010). Součástí testování somatognozie jsou klinické testy založené na **porovnávání představy** o vlastním těle a **reality**. Sleduje se, jak moc se představa liší od reality. Při porovnání se používá např. představovaný a reálný tělesný rozměr. Na tomto principu fungují test šíře ramen, test šíře pánve, test délky chodidla a test hloubky hrudníku. Testovaný jedinec bez zrakové kontroly předpaží a mezi dlaněmi ukáže svůj odhad daného rozměru (Kolář et al., 2009).

Informaci o vnímání těla poskytuje také testování **selektivní segmentální relaxace**, tedy schopnosti izolovaně relaxovat nějakou část těla při posturálně náročnější pozici (např. uvolnění jedné končetiny v pozici medvěda) (Kolář et al., 2009). O úrovni vnímání těla informuje také **pohybová diference**, při které by jedinec měl dokázat aktivně pohybovat jedním segmentem bez souhybu segmentů okolních (např. sledovat předmět pouze pohybem očí bez spoluúčasti hlavy) (Lepšíková et al., 2013).

Využívá se i hodnocení **propriocepce**. Při tomto testování je bez zrakové kontroly končetina testovaného jedince nastavena do určité polohy. Jeho úkolem je si tuto polohu zapamatovat a poté, co je změněna, ji znovu zaujmout. Všechny výše uvedené testy existují v různých modifikacích a obměnách (Kolář et al., 2009). Při zjišťování **kinestezie**, vjemu pohybu, by testovaný jedinec měl být schopen na periferních kloubech ruky rozpoznat pasivně pohyb prováděný rychlostí 1°/s bez zrakové kontroly, na kloubech nohy s rychlostí 3°/s. Dále je možné začlenit do hodnocení somatognozie i testování **grafestezie** na různých částech těla (viz kap. 2.1.1 Vymezení pojmů) a **diskriminačního čítí**. Při jeho vyšetření je úkolem odlišit jeden a dva taktilní podněty. V oblasti jazyka a konečků prstů je vzdálenost potřebná pro rozlišení dvou bodů několik mm, na zádech a stehnech se tato vzdálenost zvětšuje až na několik cm (Lepšíková et al., 2013). **Stereognozii** je možné testovat pomocí rozpoznávání předmětu a jeho charakteristik (velikost, tvrdost, tvar, teplota, materiál) v ruce bez zrakové kontroly (Kolář et al., 2009).

**Test dle Petrie** vyhodnocuje, jestli jedinec vnímá senzorické podněty „normálně“, nebo je podhodnocuje či nadhodnocuje. Využívají se při něm dva dřevěné hranoly, kratší testovací s jednotnou šířkou a delší vyhodnocovací, jehož šířka je širší než šířka předchozího a postupně se zužuje (Kolář et al., 2009). Testovaný jedinec pravou

rukou bez zrakové kontroly 30 s ohmatává testovací hranol. Úkolem je si zapamatovat jeho šířku. Poté se levou rukou pokusí na vyhodnocovacím hranolu najít stejnou šířku, jako měl ten předchozí. Na vyhodnocovacím hranolu jsou vyznačena 3 pásma. Uprostřed pásma pro normu, pásmo pro nadhodnocování s větší šířkou, než je norma, a pásmo pro podhodnocování s menší šířkou. Test se opakuje minimálně 3x nebo tak dlouho, dokud testovaný jedinec neoznačí 3x za sebou stejné pásmo (Véle, 2006).

Součástí empirické části této práce je vedle hodnocení somatognozie také hodnocení tělesného sebepojetí. Pro tyto účely byl použit **Body attitude test** (dále jen BAT). Proto bude v pokračování této kapitoly krátce představen. BAT byl původně sestaven Probstem et al. v Holandsku v roce 1984 v němčině a byl určen pro hodnocení tělesného sebepojetí u žen s poruchou příjmu potravy. (Probst et al., 1995). Český překlad publikovala Papežová (2010). Dotazník je možné využít i při hodnocení zdravé populace (Brytek-Matera a Rogoza, 2016), a to u plnoleté i nezletilé části populace. Standardizace španělské verze BAT proběhla na dívkách školního věku (Gila et al., 1999). U dětí je k hodnocení tělesného sebepojetí použity např. Kočí a Pelikánová ve svých diplomových pracích (Kočí, 2019; Pelikánová, 2021). Při uvedení autorů a původních zdrojů může být dotazník použit kýmkoli (Probst et al., 1995). Jedná se o 20bodový dotazník hodnotící tělesné sebepojetí. Má 4 části, první hodnotí negativní vnímání velikosti těla, druhá nedůvěru v tělo, třetí nespokojenost s tělem, čtvrtá ostatní aspekty (Probst et al., 1995). Testovaný jedinec dle míry souhlasu s tvrzením v dotazníku přiřadí body 0-5 (0 – nikdy, 5 – vždy). Otázky 4 a 9 jsou koncipovány opačně, a proto se i opačně bodují (0 – vždy, 5 – nikdy). Maximální možné bodové skóre, které je možné získat, je 100. Platí úměra, čím vyšší skóre, tím více narušené tělesné sebepojetí. Hraniční skóre je 36 bodů, 37 a více tedy značí narušené tělesné sebepojetí (Probst et al., 1995).

## 2.2 Posturální stabilita

### 2.2.1 Posturální motorika, postura

Činnost **posturálního systému** je nedílnou součástí jakékoli polohy i pohybu. Dle Magnuse tzv. doprovází pohyb jako stín (Véle, 2006). Je podmínkou veškerého pohybu (Kolář et al., 2009). Hrubá motorika zahrnuje pohyb ereismatický, tedy posturální motoriku, a telekinetický, který představuje fázičnou hybnost a lokomoci. Spolupráce obou těchto systémů je při pohybu nutná. Posturální motorika brzdí změnu polohy, udržuje polohu, lokomoční naopak ke změně podněcuje. Při lokomoci je posturální motorika tlumena, přesto ale zůstává aktivní a zabezpečuje stabilizaci, koordinaci a plynulost pohybu (Véle, 2006).

Jak tvrdí Kolář, definice **postury** je značně nejednotná, různí autoři ji spojují např. pouze s rovnováhou, jiní s vyšetřením stoje. Lze ji definovat jako aktivní držení jednotlivých tělesných segmentů vůči působení vnějších sil. Při běžném fungování je nejvýznamnější vnější působící silou gravitace (Kolář et al., 2009). **Optimální postura** respektuje biomechanické zákonitosti lidského těla, klouby při ní zaujímají centrované postavení (Kolář a Červenková, 2018). Při **centrovaném**, neutrálním, postavení je působení sil rovnoměrně rozložené, kloubní plochy jsou v maximálním kontaktu, vazivové okolí kloubu je v minimálním napětí, struktury jsou optimálně zatížené (Kolář, 2009). Véle posturou označuje klidovou polohu těla s určitou konfigurací pohyblivých segmentů. Pokud je tato klidová poloha specifická se specifickým nastavením pohybových segmentů jako výchozí poloha pro nějaký konkrétní cílený pohyb, nazývá se atitudou (Véle, 2006).

### 2.2.2 Posturální funkce

Základními posturálními funkcemi jsou posturální stabilita, stabilizace a reaktibilita (Kolář et al., 2009).

Pojetí **stability** obecně charakterizuje chování pevných těles v závislosti na působení vnějších sil. Lidské tělo nemá přesně určený tvar, je proměnlivé, má polotekuté vlastnosti, jeho stabilní polohu zajišťují svaly (Véle, 2006). Všem úrovním těla přispívá k udržení jejich tvaru princip tensegrity. Tensegrita vytváří konstrukci, která je sama sebe schopna stabilizovat vlivem opačně působících tahových a tlakových sil (Ingberg, 2008). Pohybová soustava je přirozeně labilní (Kolář et al., 2009). Zajišťování

stability je proto aktivním dynamickým jevem. Jedná se o neustálé kolísání a vyvažování polohy kolem jejího středu. Tím je zároveň zabezpečena také pohotovost pro akci, která má i ochranný význam. Při horší stabilitě, nejistotě, hrozbě pádu se může stát ereismatický pohyb více znatelný, výraznější kolísání se označuje jako titubace (Véle, 2006). **Posturální stabilitou** je dle Koláře nazýváno kontinuální zajišťování neměnné polohy (Kolář et al., 2009). Na stabilitu lze pohlížet jako na **stabilitu statickou**, kdy je tělo v klidné poloze, a **dynamickou**, pokud provádí pohyb a mění se opěrná báze (Bizovská et al., 2017).

**Stabilizace** představuje udržení pohybových segmentů proti působení vnějších sil vyvinutím koordinované svalové aktivity. Bez této svalové koaktivace by nebyl vzpřímený stoj možný a kostra by se sesypala (Kolář et al., 2009).

Účelem posturální **reaktivity** je utvoření co nejstabilnějšího **puncta fixa** zpevněním pohybových segmentů při každém náročnějším silovém působení. Jednotlivé segmenty jsou tak schopny odolat i působení velkých vnějších sil. Reakční stabilizace např. při manipulaci s břemenem působí aktivaci svalové síly v celém těle. Díky stabilizaci a vytvoření puncta fixa na jednom svalovém konci je možné, aby druhý, tzv. **punctum mobile**, vykonával pohyb (Kolář et al., 2009). Zpevněný segment tvoří oporu pro jiný pohyblivý segment. Často se nejedná o fixní a nehybné zpevnění, naopak při něm může být přítomna jistá míra pohybu (např. stabilizace lopatky a humeru při pohybu hrudníku a hrudní páteře; Véle, 2006).

Při rostoucí nestabilitě se aktivují korekční pohyby disto-proximálně (Véle, 2006). Základními **strategiemi udržení stability** vestoje při vychýlení působením vnějších sil jsou strategie kotníková, kyčelní a kroková. Kroková strategie je zaujímana při nejsilnějším působení vnějších sil (Bizovská et al., 2017).

### 2.2.3 Biomechanické aspekty stability

Základním předpokladem stability ve statické pozici je průmět těžiště do opěrné báze (Kolář et al., 2009). **Těžiště** je hmotný pomyslný bod těla, ve kterém je výslednice gravitačních sil působících na jednotlivé jeho segmenty nulová (Bizovská et al., 2017). **Opěrná báze** (centre of gravity, COG) je plocha ohraničená nejvzdálenějšími body opěrné plochy. To je oblast, ve které dochází přímo ke kontaktu těla s podložkou (Kolář et al., 2009; Bizovská et al., 2017). V oblasti **opěrné plochy** se stanovuje působiště reakční síly od podložky, tzv. **centre of pressure** (COP; Bizovská et al., 2017).

Pro člověka je vzpřímené držení těla charakteristické, je determinováno geneticky a je projevem zdraví (Véle, 2006). Udržení této polohy je ovlivněno **hmotností, tělesnou výškou** (výškou těžiště od podložky), velikostí opěrné báze a skloněním opěrné plochy (Kolář et al., 2009). Véle doplňuje dále strukturu jednotlivých segmentů, svalovou aktivitu, aferentní informace z vnějšího i vnitřního prostředí a gravitaci. Udržení stability je tím těžší, čím je **průmět těžiště** blíže k okraji opěrné báze, čím je těžiště výš a čím je opěrná báze užší (Véle, 2006). Nedochází-li k průmětu těžiště do opěrné báze, musí být pro udržení rovnováhy vyvinuta velká síla (Kolář et al., 2009). Tento průmět je označován jako **centre of mass** (COM; Bizovská et al., 2017). Mezi biomechanické aspekty lze přiřadit také stupně volnosti pohybu, svalovou sílu a limity stability (Horak, 2006).

#### 2.2.4 Typy stabilizace

Véle popisuje tyto základní typy stabilizace: segmentální, sektorová a celková. **Segmentální stabilizaci** zajišťují intersegmentální svaly (Véle, 2006). V oblasti páteře jsou segmentem označeny části dvou sousedících obratlů a prostor mezi nimi, tedy intervertebrální disk, klouby, vazy a krátké svaly (Dylevský, 2009). Intersegmentální muskulaturu představují např. tyto svaly mm. interspinozi, mm. intertransversarii, mm. rotatores, m. vastus medialis (Rašev, 2007). Suchomel uvádí i hluboké flexory krku, svaly zajišťující hlubokou stabilizaci trupu (o kterých bude pojednáno dále), zadní vlákna m. psoas major, m. serratus posterior inferior a část vláken m. quadratus lumborum (Suchomel, 2006). Hluboké intervertebrální svaly jsou převážně tonické, jsou také označovány jako shunt muscles či autochtonní muskulatura (Véle, 2006). Jsou anticipační, jemně nastavují jednotlivé segmenty vůči sobě již při představě pohybu (Rašev, 2007). Lze je označit i **lokálními stabilizátory**. Tvoří je převážně svalová vlákna I. typu. Pracují spíše izometricky a hrají velkou úlohu při centraci segmentů vůči sobě. Mají asi 7x více proprioceptorů v porovnání s povrchověji uloženými globálními stabilizátory (Suchomel, 2006).

**Sektorovou stabilizaci**, tzn. stabilizaci krční, hrudní, bederní páteře, zajišťují delší krátké polysegmentální svaly např. mm. semispinales, mm. iliocostales, mm. erectores spinae. Jsou uloženy blíže povrchu. Stabilizují více segmentů najednou (Véle, 2006). Rašev do této skupiny řadí i mm. multifidi, Suchomel je však považuje za stabilizátory segmentální (Rašev, 2007; Suchomel, 2006). **Celkovou stabilizaci**



osového orgánu zajišťují dlouhé polysegmentální svaly, které se táhnou přes více než 6 segmentů, např. m. trapezius, m. latissimus dorsi. Tyto svaly mají velkou fázičku složku a dlouhodobá izometrická práce za účelem stabilizace, při neoptimální segmentální stabilizaci, pro ně není vhodná (Rašev, 2007). Nazývají se také **globálními stabilizátory** nebo spurt muscles (Suchomel, 2006). Jejich hlavní funkcí je silový záběr. Pracují s větším úsilím, kratší dobu (Véle, 2006). Převažují u nich svalová vlákna II. typu (Suchomel, 2006) Čím jsou nároky na udržení postury větší, tím spíše se při stabilizaci aktivují i tyto povrchověji uložené svaly.

Stabilizaci ve vzpřímené poloze napomáhá svalstvo dolních končetin (dále jen DKK). Stabilizační funkci mají také krátké svaly pletenců končetin. Stabilizují pletence tím, že vtlačují hlavici do jamky. Jsou to svaly rotátorové manžety a pelvirochanterické svaly (Véle, 2006).

Pro stabilizaci je důležitá dále aktivita **hlubokého stabilizačního systému**. Synergií hlubokých zádových svalů (mm. multifidi), m. transversus abdominis, bránice a svalů pánevního dna je břišní stěna přibližována k páteři a tím zvyšován nitrobřišní tlak. Ten je podporou pro držení páteře. Aktivita tohoto systému vždy předchází pohybu končetin (Kolář et al., 2009). Posturální aktivita bránice bývá připodobňována k pístu. Při stabilizaci je tlačena kaudálně a laterálně vůči břišní dutině. V reakci na tento tlak se aktivují břišní svaly, vyvažují tlak bránice na břišní dutinu a vytváří tzv. embracing (Čumpelík, 2017). Krátkodobě může stabilizaci této oblasti podpořit i Valsalvův manévr, při kterém se po nádechu zadržuje dech, uzavírá glottis a aktivují sfinktery v pánvi. Je však spojen se zvýšením nitrohruďního tlaku a je proto nevhodný u kardiaků (Véle, 2006).

### 2.2.5 Řízení

Posturální funkce jsou řízeny CNS. Řízení probíhá primárně podvědomě a řídí je subkortikální oblasti CNS, a to retikulární formace, bazální ganglia, thalamus a hypothalamus, mozkový kmen a mozeček. Do vědomí vstupuje při cíleném pokusu o korekci např. napřímení se (Véle, 2006). Nervové mechanismy, které jsou za posturální funkce odpovědné se nazývají **posturální kontrolou** (Bizovská et al., 2017). Úkolem posturální kontroly je zajištění posturální motoriky a posturálních funkcí (např. zajištění stability, stabilizace při působení vnějších sil, orientace těla v prostoru, vjem vertikály) (Horak, 2006; Shumway-cook a Woollacott, 2012). Při zajišťování posturální kontroly

je nezbytná interakce muskuloskeletálního (např. rozsah pohybu v kloubu, flexibilita páteře, svalová výbava) a nervového systému (Shumway-cook a Woollacott, 2012). Posturální kontrola je odezvou na integraci následujících aferentních vstupů (Horak, 2006).

Na řízení posturálních funkcí se podílí aferentní **zrakové** a **vestibulární vjemy** a vjemy ze **somatosenzorického systému**, tzn. **propriocepce**, **exterocepce** a **interocepce** z vnitřních orgánů. Informují CNS o stavu vnějšího a vnitřního prostředí. Vestibulární aparát informuje o směru působení gravitace v klidu a během pohybu. Zrakový aparát informuje o konfiguraci vnějšího prostředí (při fixaci pevných bodů v okolí může mít pozitivní vliv na udržení stability, při chůzi po úzké cestě zase negativní). Propriocepce umožňuje vnímat vzájemnou polohu a pohyb segmentů (klíčové jsou zejména oblasti krční páteře, DKK, plosek) (Véle, 2006). Na proprioceptory je bohatá také hluboká intervertebrální muskulatura (Suchomel, 2006). V běžných podmínkách pochází 70 % aferentace ze somatosenzorického aparátu, 20 % z vestibula a 10 % ze zrakového aparátu. Změní-li se např. viditelnost nebo charakter podložky (nestabilní povrch), změní se i poměr ve prospěch vestibula. Při oslabení nebo výpadku jednoho ze systému je do jisté míry možná kompenzace nepoškozenými systémy, „ztracený“ systém však nikdy nemůže být plně nahrazen jiným (Horak, 2006). Jsou-li přicházející informace z jednotlivých systému v disharmonii, vzniká nestabilita (Véle, 2006).

Posturální kontrolu ovlivňují také **kognitivní aspekty** jako je pozornost, motivace a záměr. Při rostoucí obtížnosti posturální situace roste i jí věnovaná vědomá pozornost. Kognitivní aspekty jsou součástí adaptace na měnící se sensorickou aferentaci a motorickou eferentaci (např. vlivem změn vlastností prostředí nebo charakteru pohybového úkonu) a motorického učení (Shumway-cook a Woollacott, 2012; Kodadová a Opavský, 2019).

Dalšími neurálními mechanismy posturální kontroly je předvídání, tzv. **feedforward**, a detekce, tzv. **feedback**, nestability. Při obou těchto mechanismech se uplatňuje zpětná vazba. V prvním případě jde o plánovanou hybnost s očekávanými změnami poloh segmentů a zaujmutí určité pozice. V druhém jde o průběžnou korekci při prováděném pohybu (Bizovská et al., 2017).

## 2.2.6 Ontogeneze

V průběhu ontogeneze dochází z původní **nestability** k postupné **stabilizaci** a zároveň vývoji nediferencovaných pohybů k diferencovaným a cíleným (Véle, 2006). Rozhodující vývoj nejen posturální motoriky probíhá v prvních 12-18 měsících života (Vařeka, 2002). Tato raná etapa končí rozvojem samostatné sociální bipedální lokomoce (Poděbradská, 2018). Pro vývoj posturální motoriky jsou v této etapě důležitými milníky tvorba opěrné báze, stabilizace osového orgánu (flexoro-extenzorové koaktivace, aktivace hlubokého stabilizačního systému páteře, držení hlavy, hrudníku a pánve), diferenciacie opěrné a fázické funkce končetin a vytvoření puncta fixa (ipsilaterálně při otáčení, kontralaterálně později při lezení; bez puncta fixa není možná stabilizace), vertikalizace do stoje a chůze. Vývoj posturální motoriky nelze oddělit od vývoje fázické motoriky (Kolář et al., 2009). Účelem posturální ontogeneze je zjednodušeně schopnost najít těžiště, udržet je v opěrné bázi a udržet nebo vědomě měnit svou polohu. To zajistí koordinovaná aktivita svalů (viz kap. 2.2.4 Typy stabilizace) (Vařeka a Dvořák, 1999).

Zapojení svalů DKK a trupu vestoje je u 1,5-3letého dítěte stejné jako u dospělého, má však delší reakční čas a výraznou amplitudu, která se jeví jako tzv. přestřelování. Kolem 8 let věku je reakční čas o poznání kratší, amplitudy menší a plynulejší (Vařeka, 2002).

Jednou z **posturálních strategií** pokračujícího vývoje je **Bernsteinova teorie stupňů volnosti**. V posturálně náročnějších situacích dítě mladší 6 let omezí stupně volnosti, např. blokuje diferencovaný pohyb hlavy a trupu a obě tyto části se tak pohybují unblock jako jeden celek. Tímto způsobem se snižuje množství přicházejících aferentních informací, na jejichž zpracování v CNS zatím není dostatečná kapacita a jejichž záplava by CNS zahltila. Prioritní zůstává při provádění pohybu udržení stability a zachování orientace v prostoru. S postupným dozráváním CNS se zvyšuje jeho kapacita. Vlivem učení a získávání dalších zkušeností se stupně volnosti rozvolňují. Reagování na změny v důsledku zevních sil se stává kvalitnější a plynulejší a rozvíjí se intersegmentální koordinace (Vařeka, 2002; Nováková a Faladová, 2009).

Vývoj posturální kontroly probíhá s jistou **variabilitou**. Děti mají zpočátku velké množství možností, jak rozvíjet posturální kontrolu. Vlivem životního prostředí a možných osobních omezení dítěte se vytváří do jisté míry variabilní a individuální strategie pro vykonávání pohybové aktivity. Variabilita spočívá např. ve způsobu

vytvoření opory v dalších pozicích, ve způsobu používání sensorických systémů či způsobu vytváření vazeb mezi vnímáním a akcí (Dusing a Harbourne, 2010).

Přibližně do 2 let věku se dítě spoléhá převážně na vizuální **aferentaci**. Postupně se učí spoléhat i na somatosenzorické informace a v případě sensorického konfliktu využít vestibulární systém. Efektivně jsou děti schopny tuto sensorickou integraci použít ve věku kolem 7-10 let (Westcott et al., 1997).

Základní pohybový rozvoj lze podpořit zprostředkováním dalších percepčně-motorických zkušeností v dětství. Anderson et al. (2022) zkoumali vliv učení gymnastiky na posturální kontrolu malých dětí. Zjistili, že záměrné cvičení gymnastiky u skupiny dětí ve věku okolo 6 let zlepšilo jejich posturální výkon a urychlilo vývoj posturální kontroly v porovnání s kontrolní skupinou (Anderson et al., 2022). Dovednosti nabyté v dětském věku se snáze dlouhodobě fixují (Véle, 2006).

**Ve stáří** dochází ke zhoršení posturální stability a zvýšení rizika pádu. Podílí se na tom okolnosti negativně ovlivňující aferentní vstupy pro posturální kontrolu (např. zhoršení zraku, glaukom, úbytek vláskových buněk, polyneuropatie), úbytek neuronů CNS a atrofie muskuloskeletálního aparátu (Polívka et al., 2021)

### **2.2.7 Posturální stabilita u sportovců**

Ve sportu je udržení posturální stability stejně podstatné jako v jiných oblastech života. Posturální stabilita je podkladem pro další motorické a koordinační dovednosti, a to platí i ve sportu. Provozování prakticky jakékoli sportovní aktivity nespecificky příznivě působí na posturální kontrolu a díky zlepšení integrace sensorických a motorických funkcí zlepšuje i posturální stabilitu. Balanční trénink obecně přispívá ke kloubní stabilitě, rychlosti silového rozvoje svalové kontrakce, podporuje koordinační schopnosti a snižuje riziko zranění (Andreeva et al., 2021). Nemůže však nahradit odporový trénink (Hrysomallis, 2012).

Pro některé sporty, jako např. střelbu, je důležitá spíše statická posturální stabilita, pro jiné, např. snowboarding či skateboarding, zase dynamická. Úzká opěrná báze je typická např. pro horolezectví nebo krasobruslení. Pro sporty, které se vykonávají vsedě, např. jezdectví nebo veslování, je potřebná stabilita sedu (Zemková, 2014).

Existuje řada studií, které dokládají, že sportovci mají obecně lepší posturální stabilitu (viz např. Andreeva et al., 2021; Aalto et al., 1990; Calavalle et al., 2008). Jestli

úroveň posturální stability v rámci jednoho sportu odpovídá úrovni sportovního výkonu, zkoumal např. Hrysonallis (2012). Zaznamenal lepší posturální stabilitu ve vyšší úrovni soutěže u většiny sportovců. U střelců posturální stabilita přímo souvisela s přesností střelby. V lyžování, surfování a judu nebyl nalezen výkonnostní rozdíl (Hrysonallis, 2012). Marcolin et al. prokázali lepší výsledky u gymnastů vyšší výkonnostní úrovně pouze v posturálním úkolu typického pro gymnastiku, v jednoduchých posturálních úkolech se výsledky nelišily (Marcolin et al., 2019). Gymnastika, podobně jako krasobruslení jsou považovány za sporty s vysokými nároky na posturální stabilitu (Zemková, 2014).

Zkoumání posturální stability u sportovců má význam pro zdokonalování tréninkových postupů, hodnocení kondice i výběr sportovního zaměření. Studie však většinou hodnotí jen málo sportů najednou na malém vzorku sportovců. Je potřeba do studií zahrnout více sportů a zároveň testovat více sportovců (Adreeva et al., 2021). Andreeva et al. (2021) toto zohlednili a zjistili, že nejlepší posturální stabilitu měli střelci. Lepší posturální stabilitu oproti kontrolní skupině měli také fotbalisti, triatlonisti, baletní tanečníci, gymnasti, judisti a další. Posturální stabilitu téměř shodnou s kontrolou odhalili u týmových sportů hraných rukama (např. basketbalistů), tenistů, rychlobruslařů nebo např. lyžařů. Veslaři se svými výsledky nelišili od kontroly. Davlin (2004) uvádí nejlepší dynamickou posturální stabilitu u gymnastů. Ve studii Bressela et al. měly vysokoškolské gymnastky stejnou statickou a dynamickou posturální stabilitu jako fotbalistky, stabilita basketbalistek však byla horší (Bressel et al., 2007).

Vysoká míra posturální stability je ve výše uvedených sportech potřebná ke specifickým pohybovým úkonům typickým pro daný sport. Ve střelbě pro schopnost stabilizovat držení těla při míření a výstřelu, ve fotbale pro vykopnutí míče a kontaktní interakce, kontrolu pohybu nohou, zlepšení vestibulární tolerance při zrychlování. V boxu pro zlepšení proprioceptivní aferentace z chodidel a kotníků při pohybu na žíněnce a pro kontaktní interakce. V gymnastice pro samotné gymnastické disciplíny (viz kap. 2.3.1 Zařazení mezi gymnastické sporty) (Andreeva et al., 2021).

Posturální stabilitu mohou narušovat sporty, ve kterých se hodně a často skáče na tvrdším povrchu. Záleží na výšce skoků i na době jejich trvání. Intenzitní stimulace proprioceptorů při skocích může snížit jejich citlivost a narušit tak posturální kontrolu. Toto je typické např. pro sportovní aerobik. Polovinu soutěžní sestavy sportovního aerobiku tvoří právě skoky (Zemková, 2014).

## 2.2.8 Další faktory ovlivňující posturální stabilitu

### 2.2.8.1 Pohlaví

Vliv pohlaví na posturální stabilitu je dle autorů nejednoznačný. Některé studie prokazují lepší stabilitu u mužů, některé mezi pohlavími neshledávají rozdíl, některé u žen. Příkladem mohou být dvě následující studie. Mocanu et al. (2022) zkoumali vliv pohlaví a sportovní aktivity na posturální stabilitu u mladých zdravých dospělých a zjistili, že ženy a sportovci výkonnostních sportů dosahují lepší stability než muži a nespportovci. Błaszczyk et al. (2014) zkoumali při posturografické analýze rozdíly mezi pohlavími. Nižší stabilitu, vyšší posturální kolísání a výchylky COP zaznamenali naopak u žen (Błaszczyk et al., 2014).

Ženské pohlaví bývá spojováno s větší důkladností při provádění posturálních úkolů. Stejně tak je lépe vybaveno k zajištění posturální stability z hlediska biomechaniky. Ženy jsou nižšího vzrůstu. Díky širší pánvi mají hmotnost více rozloženou v dolní polovině těla. Jejich těžiště je tak blíže zemi. Dívky dospívají dříve a dochází u nich také k dřívějšímu dozrávání mechanismů posturální kontroly (Andreeva et al., 2020). Jsou oproti chlapcům schopny snáze integrovat jednotlivé smyslové vstupy (Smith et al., 2012). Úrovně posturální stability dospělých dosahují již okolo 10 let věku, u chlapců se postupně zlepšuje až do věku okolo 16 let (Nolan et al., 2005).

### 2.2.8.2 Hypermobilita

Hypermobilita může být jak vrozená, tak získaná např. vlivem specifického tréninku (Simmonds et al., 2007). Konstituční hypermobilita představuje zvýšení kloubní pohyblivosti (jak joint play, tak pasivního rozsahu pohybu) nad fyziologickou mez. Je způsobena defektními změnami mezenchymu, v jejichž důsledku je zvýšena laxicita vaziva a vazivového stromatu. Objevuje se generalizovaně (Kolář et al., 2009). Nemusí však být vždy postiženy všechny segmenty stejně, ani zachována symetričnost. Vlivem hormonálních změn je častější u žen a mladých dívek (Janda et al., 2004).

Při hypermobilitě bývají vedle zvýšené kloubní pohyblivosti popisovány i další změny muskuloskeletálního aparátu, a to celkové snížení pohybové aktivity, difuzní bolest, svalová slabost (až atrofie), zvýšená únava, kloubní nestabilita a **změněná propiocepce**. Uvádí se, že propiocepce je nepřesná, snížená, nebo pomalá. Pro nedostatečné prozkoumání této oblasti však nelze generalizovat tvrzení, že hypermobilita zhoršuje propiocepci (Scheper et al., 2017; Smith et al., 2013).

Zhoršenou propriocepci u hypermobilních jedinců prokázali např. Smith et al. (2013), a to zejména na DKK. Artigues-Cano a Bird (2014) se zabývali hypermobilitou a propriocepcí v kloubech prstů u flétnistů. Zjistili, že ačkoli měli flétnisti hypermobilní prsty, měli velmi přesnou propriocepci, kterou získali tréninkem (Artigues-Cano a Bird, 2014).

Za změnami propriocepce u hypermobility mohou být změny mechanických vlastností pojivové tkáně. Nedostatečným generováním mechanických sil laxním kloubním vazivem a atrofovanou svalovou tkání dochází k zeslabování proprioceptivních signálů (Scheper et al., 2017). Při zvýšeném kloubním rozsahu, který dovolí zvýšená laxicita vaziva, nemusí provádění pohybů o menších rozsazích proprioceptory dostatečně stimulovat (Smith et al., 2013). Bylo prokázáno, že svalová atrofie, která je také spojována s hypermobilitou, vede ke snížení hustoty proprioceptorů (Scheper et al., 2017). Příčinou změněné propriocepce dále může být bolest. U hypermobilních jedinců byl nalezen snížený práh bolesti. Bolest při hypermobilitě pravděpodobně pochází z mikrotrhlin povrchů kloubů a svalových struktur. K těm dochází jejich zvýšeným namáháním v důsledku zvýšené kloubní pohyblivosti. Bolest pak vede k omezení pohybové aktivity, dalšímu svalovému oslabení, a tím i změnám v proprioceptivní signalizaci (Scheper et al., 2017).

Propriocepce hraje důležitou roli v koordinaci svalové síly při pohybu, a tím i v prevenci možných **zranění** (Scheper et al., 2017). Hypermobilita bývá asociována s vyšším výskytem muskuloskeletálních zranění, jako je např. distorze hlezna, poranění předního zkříženého vazů, či osteoartróza kloubů ruky (Wolf et al., 2011). Koordinace svalové síly se ve vztahu k hypermobilitě a prevenci zranění jeví podstatnější, než prostý nárůst svalové síly (Scheper et al., 2017). Řada studií se hypermobilitou zabývá jako možným prediktorem zranění u sportovců (Armstrong, 2020; Schmidt et al., 2017; Bukva et al., 2019).

Ve větší míře se hypermobilita objevuje **ve sportech** technicko-estetické povahy, jako jsou např. gymnastika, krasobruslení nebo tanec (Armstrong, 2018; Schmidt et al., 2017; Satrapová a Nováková, 2012). Ke sportům, kde je hypermobilita podporována, jsou často vybírány děti, které mají k hypermobilitě sklon. Ten je u takových dětí často mylně vnímán jako vhodný předpoklad k provádění takového sportu. V budoucnosti však tento fakt zvyšuje riziko vzniku bolesti a úrazů (Satrapová a Nováková, 2012).

Více se hypermobilita ve zvýšené míře také objevuje u jedinců s **úzkostnými poruchami**. Tvrdí to např. Javadi Parvaneh et al. (2020), kteří se zabývali prevalencí hypermobility a úzkostných poruch u dospívajících ve věku 15-18 let. Předešlé tvrzení potvrzují i Eccles et al. (2022), kteří zjistili, že změny kolagenu typické pro hypermobilitu korelují u dospívajících s výskytem úzkosti a deprese. Ve sportu je úzkost běžně prožívanou emoční reakcí spojenou se sportovním výkonem. Společně s dalšími faktory, jako je např. tlak na lepší výkon či vzhled, perfekcionismus, snížená sebeúcta, neuspořádané stravování, může být úzkost podkladem pro vznik poruch příjmu potravy. Petisco-Rodríguez et al. (2020) uvádějí, že největší prevalence výskytu těchto poruch je ve sportu právě mezi estetickými sporty.

U hypermobilních jedinců bývá často zjištěno atypické vnímání těla, zvýšená citlivost na stres, vyšší prevalence úzkosti, odchylky ve zpracování emocí, poruchy příjmu potravy, vyšší výskyt závažných menstruačních křečí, ekzémů a častější vyhledávání pomoci v oblasti duševního zdraví. Předpokládaným vodítkem mezi jednotlivými proměnnými je dysfunkce autonomního nervového systému. Tato oblast však vyžaduje další výzkum (Bulbena-Cabre et al., 2017).

### 2.2.8.3 Psychika

Dalším faktorem, který působí na stabilitu, je psychika. Do kvality posturálních funkcí zasahují **emoce**. Strach nebo úzkost, které mohou vzniknout typicky např. v důsledku registrované posturální hrozby (tzn. zvýšených nároků na udržení rovnováhy, např. stoj na okraji vyvýšené plochy) nebo i během pouhého pasivního sledování ohrožujících obrazů či přítomnosti sociální hodnotící hrozby (např. projev před hodnotícím publikem), způsobí aktivaci stresové osy. Vlivem stresu dojde k aktivaci obranné reakce těla ve formě nehybnosti (zamrznutí) a hyperpozornosti. Sníží se posturální kolísání, zvýší se svalové kokontrakce a ve stoji vzroste tuhost v oblasti kotníků (Doumas et al., 2018). Sníží se pohybová amplituda COP (Gržinič Frelíh et al., 2017). Zvýšené svalové napětí vlivem stresu celkově zhoršuje možnosti koordinace nutné pro zajištění posturální stability (Vařeka, 2002). Pacienti s posttraumatickou stresovou poruchou vykazující celkově zvýšené svalové napětí vykazují také horší stabilitu, flexibilitu a koordinaci pohybu (Nyboe et al., 2017). Při setkání se s ohrožujícím podnětem má tělo tendenci pohybu směrem od něj (např. mírné zaklonění se směrem od okraje vyvýšené plochy) (Doumas et al., 2018).



Posturální hrozba vyvolá změny v propioceptivní (vlivem zvýšeného svalového tonu) a vestibulární aferentaci (Doumas et al., 2018). Úzkost může však ovlivnit i vizuální aferentaci, protože člověk má tendenci upírat zrak na ohrožující podněty v zorném poli. Ve vztahu k takovým podnětům je buď ostražitý, nebo se jim vyhýbá (Staab, 2014). Ohno et al. (2004) prokázali, že zvýšená úzkost zhoršuje posturální stabilitu při otevřených očích (při zavřených nikoli). Poukazují tak na vazbu mezi vizuálním podnětem, úzkostí a posturální kontrolou (Ohno et al., 2004).

### 2.2.9 Hodnocení posturální stability

Posturální stabilita, její řízení a kontrola je velmi komplexní problematika a řada autorů tvrdí, že lze proto testovat jen její dílčí aspekty. Nejčastěji klinicky používané testování je změnění velikosti opěrné báze nebo zrakové kontroly. Na testování stability je možné pohlížet jako na testování stability stoje, chůze a dalších poloh, stability **statické** a **dynamické**, **proaktivní** (schopnost udržet stabilitu při volném pohybu těžiště nebo cíleném pohybu s podložkou, např. limity stability, opisování trajektorie) a **reaktivní** (schopnost udržet stabilitu po doskoku, v návaznosti na vnější silové působení, či pohybu podložky) (Bizovská et al., 2017).

Přehledně zpracovali možnosti testování stability Bizovská et al. (2017). Shrnují řadu **funkčních klinických testů** (např. Single leg stance, Functional reach test, Five times sit-to-stand, Timed up and go), **škál** (např. Berg balance scale, Dynamic Gait Index, Functional Gait Assessment), **testových baterií**, testování pomocí **přístrojů** – tlakových plošin, pásů a balančních úsečí, které snímají vertikální, medio-laterální a antero-posteriorní výchyly působení vektoru reakční síly (Bizovská et al., 2017). Testovat různé oblasti posturální stability je možné také s využitím **počítačové posturografie** (Vomáčková et al., 2020).

Vedle výše zmiňovaných klinických testů lze statickou stabilitu vzpřímeného stoje senzitivně hodnotit např. pomocí testu dle Véleho, méně senzitivně potom např. Rombergovou zkouškou (Véle, 2006).

Nejčastěji používaným zástupcem počítačové posturografie je **NeuroCom Smart EquiTest**. Využívá se diagnosticky i terapeuticky. Detekuje motorické, propioceptivní, vizuální a vestibulární funkce (Vomáčková et al., 2020). Skládá se z pohyblivé opěrné desky, pohyblivé konstrukce, která ohraničuje desku ze třech stran a tvoří vizuální prostředí, a popruhů zajišťující bezpečnost během měření. Nevýhodou je jeho vysoká

pořizovací cena. Pro měření stability zde lze nasimulovat 6 různých podmínek. V různých kombinacích s a bez zrakové kontroly, s a bez pohybu desky a konstrukce (Chaudhry et al., 2011). V této kapitole budou blíže představeny způsoby hodnocení dynamické posturální stability.

### **2.2.9.1 Star excursion balance test**

Star excursion balance test neboli SEBT hodnotí dynamickou posturální stabilitu. Jde o populární test, který spolehlivě hodnotí deficit stability, objektivizuje její případné zlepšení a užívá se jako prediktor zranění. Informuje také o síle a flexibilitě. V literatuře se poprvé objevil v roce 1998 (Gribble et al., 2012).

Při testování je na zemi předpřipravená hvězdice, která má 8 os v různém směru, jednotlivé osy mezi sebou svírají úhel  $45^\circ$  (2 kříže na sobě, přičemž jeden je proti druhému pootočen o  $45^\circ$ ). Výchozí postoj pro testování je bipedální stoj uprostřed hvězdice. Poté testovaný jedinec přenesse váhu na jednu dolní končetinu (dále jen DK). Volnou DK se snaží dosáhnout co nejdále ve vyznačené ose. V nejvzdálenějším bodě osy se volnou končetinou lehce dotýká země, ale nepřenáší na ni váhu. Vrací se k bipedálnímu stoju. Stejně pokračuje v případě dalších os. Pokud přenesse váhu na testovanou DK nebo nadzvedne, posune stojnou končetinu, měření se nepočítá. Směry os jsou popsány jako anteriorní, anteromediální, mediální, posteromediální, posteriorní, posterolaterální, laterální a anterolaterální. Testuje se stabilita stojné DK. Větší dosažená vzdálenost znamená lepší dynamickou posturální stabilitu (Gribble et al., 2012). Před měřeními jsou provedeny 4 zkušební pokusy, aby se stabilizovala maximální dosažená vzdálenost (Robinson a Gribble, 2008).

Hertel et al. (2006) označili za nejvíce výpovědní směr posteromediální. Proto bylo doporučeno redukovat směry testování pouze na 3, a to anteriorní, posterolaterální, posteromediální, což by zároveň znamenalo i zkrácení doby potřebné pro měření.

### **2.2.9.2 Y-balance test**

V návaznosti na předchozí zjištění byl v roce 2009 vyvinut Y-balance test. Cílem bylo zvýšit účinnost měření v porovnání se SEBT. Skládá se ze tří měřících tyčí se stupnicí po 5 mm, které jsou upevněny do středového bloku tak, že tvoří „Y“ ( $90^\circ$  mezi posteriorními,  $135^\circ$  mezi anteriorní a posteriorními tyčemi), a tři posuvných bloků, které se posouvají po tyčích. Tyče jsou ukotveny v anteriorním, posterolaterálním a posteromediálním směru. Provádí se 3 měření v každém směru. Předchází jim

6 zkušebních pokusů pro každou DK do každého směru (Plisky et al., 2009; Gribble et al., 2012). Někteří autoři tvrdí, že jsou dostačující 4 (Robinson a Gribble, 2008). Stejná testovací sada se využívá i pro měření horních končetin (dále jen HKK). Pro HKK se používá název Upper Quarter Y-balance test (Westrick et al., 2012), pro DKK Lower Quarter Y-balance test.

Postup měření je obdobný jako u SEBT. Výchozí pozicí je bipedální stoj na středovém bloku. Stojná, měřená, DK zůstane na vyznačeném místě na bloku, volná se špičkou nohy dotýká nejbližší plochy posuvného bloku a posune jím co nejdál, poté se navrátí do výchozí pozice. Začíná se v anteriorním směru, pokračuje se v posteromediálním a posterolaterálním (Plisky et al., 2009).

Aby bylo měření validní, je po celou dobu nutný plný kontakt plosky stojné DK s blokem na vyznačeném místě, založené ruce v bok, plynulý posun bloku bez vykopnutí, bez přenesení váhy volné DK na posuvný blok, navrácení se do výchozí pozice bez ztráty rovnováhy a kontaktu s podlahou. V opačném případě se pokus nepočítá (Plisky et al., 2009; Walker, 2023).

Výsledky mezi jedinci jsou porovnatelné díky normalizaci jejich dat s délkou jejich pravé DK (od pravé spina iliaca anterior superior po pravý malleolus medialis). Za tímto účelem se vypočítává tzv. kompozitní skóre (součet nejlepších výkonů ve všech směrech v cm, dělen trojnásobnou délkou pravé DK, poté vynásoben stem, dále jen CS) (Plisky et al., 2009).

### 2.2.10 Hodnocení hypermobility

Jedním z nástrojů, který se standardně používá k hodnocení konstituční hypermobility, je **Beighton skóre** (dále jen BS). Zpočátku se používalo spíše k epidemiologickému screeningu hypermobility ve větších populacích. První bodovací skóre bylo sestaveno Carterem a Wilkinsonem v roce 1964. Jejich postup byl modifikován v roce 1973 Beightonem et al. při zkoumání epidemiologie generalizované hypermobility u africké populace (Engelbert a Rombaut, 2022).

BS pasivně testuje 9 kloubů. Za hypermobilní označuje plnou pasivní apozici palců až k předloktí, hyperextenzi loktů nad 10°, kolen nad 10°, malíku v metakarpofalangeálních kloubech nad 90° a aktivní flexi trupu s propnutými koleny a s dlaněmi plně na zemi. Pokud je daný kloub hypermobilní, je hodnocen pozitivně 1, pokud ne, je hodnocen negativně 0. Maximální možné skóre je 9. Konstituční

hypermobilitu u dospělých značí skóre 4 a více. Tato hranice však není jednotná, někteří autoři používají jinou bodovou hranici (např. 3, 5 nebo 6). U dětí je stanovena konstituční hypermobilita při skóre 6 a více (Engelbert a Rombaut, 2022; Physiopedia, 2023).

Limitem BS je, že nedokáže identifikovat hypermobilitu u kloubů, které nevyšetřuje, že jsou 2/3 vyšetřovaných kloubů na HKK a že je měřena pouze jedna rovina pohybu v daném kloubu. Také neposkytuje informace o závažnosti generalizované hypermobility a dalších známka mimokloubní hypermobility (Malek et al., 2021).

Pro komplexnější hodnocení hypermobility se používají **Brightonská kritéria**. Patří mezi ně artralgie, dislokace, subluxe, onemocnění páteře a další mimokloubní známky hypermobility jako např. revmatismus měkkých tkání, abnormální kůže, oční příznaky a výskyt křečových žil a kýl či marfanoidní habitus. Armstrong a Greig (2018) označují BS jako vhodný způsob predikce Brightonských kritérií ve sportu.

Dalšími možnostmi hodnocení hypermobility je **hodnocení dle Jandy** nebo dle **Sachseho**. Janda hodnotí maximální rozsah pohybu v oblasti krční páteře, ramen, loktů, zápěstí, metakarpofalangeálních kloubů, dále testuje předklon a sed mezi paty. U každé zkoušky označuje hranici, od které nastává hypermobilita. Sachse hodnotí hypermobilitu pomocí kategorií A – norma, B – mírná hypermobilita, C – hypermobilita (Janda, 2004; Lewit, 2003).

## 2.3 Sportovní aerobik a gymnastika

### 2.3.1 Zařazení mezi gymnastické sporty

Gymnastika a vše, co ke gymnastickým sportům řadíme, prošla historicky řadou změn. Nyní pojem gymnastika označuje metodicky uspořádané esteticko-koordinační pohybové aktivity, jejichž cílem je utužování zdraví a podpora tělesného a pohybového rozvoje člověka. Gymnastické pohybové aktivity zdokonalují pohybový projev, držení těla, rozvíjí fyzickou zdatnost, učí novým pohybovým dovednostem, skrze pozitivní prožitky vytváří celoživotní kladný vztah k pohybovým aktivitám obecně a pravidelné pohybové návyky podporující zdraví. Typy a směry jednotlivých gymnastických pohybových aktivit se vzájemně prolínají a jejich dělení se liší (Skopová a Zítko, 2022). Strešková rozděluje všeobecnou gymnastiku (tu dále na základní, účelové a rytmické druhy) a gymnastické sporty (Strešková, 2008). Skopová a Zítko rozlišují **gymnastické druhy a sporty**, podobně jako Novotná (Skopová a Zítko, 2022; Novotná et al., 2020). Jako gymnastické druhy uvádějí gymnastiku základní, rytmickou a aerobní – tzn. aerobik. Mezi gymnastické olympijské sporty se řadí moderní a sportovní gymnastika a skoky na trampolíně. Gymnastika je vůbec jedním z nejstarších olympijských sportů (Strešková, 2008). Mezi neolympijské pak estetická skupinová gymnastika, sportovní akrobacie, sportovní aerobik, TeamGym, fitness jednotlivců, aerobik fitness družstev a akrobatický rokenrol (Skopová a Zítko, 2022). Křištofič et al. dle Appelta (Appelt, 1995) ve své knize uvádějí dělení gymnastiky dle zaměření – účelové (kondičně, zdravotně, léčebně atd.), rytmické (tanečně, koordinačně-esteticky atd.) a sportovní. Sportovní zaměření v tomto pojetí zahrnuje jak sportovní gymnastiku, tak sportovní aerobik. (Křištofič et al., 2009).

**Základní gymnastické disciplíny** jako pořadová (nástupy, postoje), prostná (cvičení jednotlivců nebo skupin, využití různých poloh, poskoků, obrátů), s náčiním (se švihadlem, tyčemi, míči atd.), na náradí (na kladině, žebřinách, bednách, žíněnkách, kruzích, trampolínách), akrobatická (odrazová či rotační posilovací cviky, doskoky, rovnovážné cviky atd.) a užitá (běh, skoky, využití překážek či nošení/házení břemen, šplhání atd.) včetně využití hudebního doprovodu jsou podkladem pro všechny gymnastické pohybové aktivity a z většiny také součástí školní tělesné výchovy (Skopová a Zítko, 2022).

**Sportovní gymnastika** je individuálním ženským i mužským sportem. O ženské závodní kategorie byl sport rozšířen později. Dříve byl užíván název nářaďový tělocvik, na sportovní gymnastiku byl upraven po roce 1948 po vzoru Sovětského svazu. Skladba jednotlivých sportovních disciplín není u obou pohlaví stejná. Obsahuje prostnou disciplínu a cviky na nářadí (Křištofič, 2009). Ženy soutěží ve 4 disciplínách: **prosná** (cvičí se na koberci o rozměrech 12x12 m, v 90sekundové sestavě se kombinují dynamické a silové prvky, vše za hudebního doprovodu, u mužů nikoli), **kladina** (cvičí se opět 90sekundová sestava náročná na rovnováhu, probíhá na 10 cm širokém a 500 cm dlouhém břevně 125 cm nad zemí), **bradla** (disciplína obsahuje náskok na bradla se dvěma nestejně vysoko uloženými žerděmi pomocí odrazového můstku, toče, veletoč, salta, rotace a letové prvky) a **přeskok** (rozběh, odraz z odrazového můstku, přeskočení přeskokového stolu a žíněnký) (Česká gymnastická federace, 2020a). Muži soutěží v 6 disciplínách: prosná (obdobná náplň jako u žen, bez hudby), kůň (toče, kyvy na nářadí se dvěma úchyty), kruhy (toče, silové výdrže na dřevěných kruzích, za minimálního houpání), přeskok (obdobně jako u žen), bradla (obě žerdě ve stejné výšce, obdobná náplň jako u žen) a hrazda (toče, veletoč, obraty a akrobatické prvky na kovové tyči 255 cm nad zemí) (Česká gymnastická federace, 2020b). Každá disciplína sportovní gymnastiky má odlišnou intenzitu, energetické nároky, trvání (sekundy – přeskok, desítky sekund – prosná, kladina). Je pro ni typická acyklická statická i dynamická zátěž. Stejně jako motorické dovednosti jsou důležité kvalita kinestezie, kožního čítí a zrak (Heller, 2018).

Pro porovnání moderní gymnastika je pouze ženským sportem, je více umělecky zaměřená (dříve umělecká gymnastika), za hudebního doprovodu se provádí choreografie s prvky tance a akrobacie s využitím náčiní (s obručí, míčem, kuželem, stuhou, švihadlem). Kombinuje skoky, obraty, prvky ohebnosti, chůzi, běh, rovnováhy, rotace (Křištofič et al., 2009; Mezinárodní gymnastická federace, 2023).

Nejmladším gymnastickým sportem je **sportovní aerobik**. Pochází z komerčního aerobiku převedeného do soutěžní formy. Sport spočívá v předvedení choreografie na hudbu v maximální možné intenzitě. Závodní sestava zahrnuje provedení na sebe anaerobně navazujících (bez pauzy) kroků a skoků s různou náročností na sílu, koordinaci a flexibilitu. Do České republiky pronikl v 90. letech minulého století (Křištofič et al., 2009). Je ženským i mužským sportem. Sestava je 100-110sekundová (FISAF International, 2022). Provádí se na odpružené podlaze 12x12 m (FISAF uvádí závodní

plochu 7x7 m). Obsahuje dynamické i statické silové prvky, zvedačky, akrobatické prvky, úvodní a konečnou pózu (Česká gymnastická federace, 2020c; Křištofič et al., 2009; FISAF International, 2022). Sestavy sportovního aerobiku jsou natolik náročné, že sportovci dosahují anaerobního prahu během několik prvních vazeb prvků obtížnosti (Hájková et al., 2006).

### 2.3.2 Věkové a výkonnostní kategorie

Soutěžní a věkové kategorie jsou pro sportovní gymnastiku a sportovní aerobik odlišné. Věkové kategorie pro **gymnastiku** žen korelují s kategoriemi výkonnostních stupňů (dále jen VS). VS je 6, a to 0-6 (6 nejstarší), jsou strukturované do 3 linií A-C (A nejobtížnější, C nejméně obtížná). VSA0 – 7-8 let, VSA1 – 7-8 let, VSA2 – 8-10 let, VSA3 – 9-12 let – žákyně, VSA4 – 10-14 let – kadetky, VSA5 – 13-15 let – juniorky, VSA6 – 16 a více let – ženy. U vyšších VS linií B a C je věková hranice mírně odlišná. Jednotlivé kategorie se prolínají. Postup do vyššího VS je možný na konci sezóny po splnění předchozího VS nebo po dosažení odpovídajícího věku (Česká gymnastická federace, 2021).

Pro **aerobik** dle Mezinárodní federace sportovního aerobiku a fitness aerobiku jsou od roku 2022 vytvořeny nové kategorie děti 8-10 let, cadet 11-12 let, junior 13-14 let, youth 15-17 let, adult 18 a více let (FISAF International, 2022; Český svaz aerobiku a fitness, FISAF.cz, 2023a).

Podobně jako ve sportovní gymnastice se i ve sportovním aerobiku určují tzv. výkonnostní třídy (dále jen VT) I-III. Ve VTI jsou nejúspěšnější sportovci, kteří soutěží na celorepublikové úrovni a mohou se nominovat na mezinárodní soutěže. Sportovci ve VTII a III se účastní celorepublikových soutěží s nižší obtížností sestav. Přejít mezi jednotlivými VT určuje získané bodové skóre na konci sezóny (Český svaz aerobiku a fitness, FISAF.cz, 2023a).

Určujícím datem pro příslušnost gymnastky či aerobičky k určité soutěžní věkové kategorii je 31. prosinec daného roku (Česká gymnastická federace, 2021; FISAF International, 2022).

### 2.3.3 Sezóna, trénink

Ve **sportovní gymnastice** se rok dělí na přechodné, přípravné a závodní období. Má dvě vrcholná soutěžní období – na jaře a na podzim. Pracuje se dle denních,

týdenních, měsíčních a ročních (význam u starších sportovců) tréninkových plánů. Pracovně se vymezují etapy základního, specializovaného a vrcholového tréninku (hranice dle věku a obsahu tréninku se prolínají). Základní etapa tréninku se zahajuje ve věku 5-6 let. Výběr probíhá přirozeným zájmem dětí o sport (později sportovní talenty vybírá trenér/odborný výběr). U dívek trvá do 8 let. Trénink probíhá skupinově, 3x týdně cca 1,5 hodiny, postupuje se dle jednotné osnovy a pracuje se na rozvinutí všeobecných pohybových dovedností (obratnost, rychlost, pohyblivost, vytrvalost, síla) a gymnastických předpokladů, často formou hry s cílem podpořit zájem dětí o sport (Křištofič et al., 2009). Specializovaná etapa se týká těch dětí přibližně ve věku 9-14 let, u kterých se prokáže pohybový talent. Obsahem tréninku jsou převážně gymnastické aktivity, ale všeobecnou přípravu k rozvoji tělesné výkonnosti nelze opomenout. Trénuje se 5-6x týdně. Zvyšuje se délka tréninku až na 3 hodiny a počet dětí v tréninkové skupině se snižuje. Dochází k větší individualizaci, diferenciaci obsahu i kvantity tréninku. Cílem je vytvořit pevný gymnastický základ, rozvoj techniky, nácvik gymnastických tvarů. Vrcholová etapa je časově a výkonnostně náročná pro sportovce i trenéry. Nároky snižují počet sportovců. Trénuje se dvoufázově 3-4x týdně. Během jednoho týdne bývá odtrénováno až 28 hodin v 10 tréninkových jednotkách (Křištofič et al., 2009).

Ve **sportovním aerobiku** je tomu podobně jako ve sportovní gymnastice. Tréninkový makrocycklus je dělen na přípravné (ovlivnění kondice), předzávodní a závodní období (udržení aktuální formy, vrcholí na jaře a na podzim). Se začátkem přípravného období se prolíná pokles formy po závodním období, pracuje se na opětovném zvýšení kondice. V předzávodním období je cílem získat maximální připravenost, snižuje se objem, zvyšuje se kvalita, intenzita zátěže, zlepšuje se technika. Týdenní mikrocykly se v rámci makrocyklu orientují nejdříve na všeobecný rozvoj, speciální rozvoj, zdokonalování techniky, stabilizaci formy před závodem, soutěžením, regeneraci po závodech. Etapa sportovní předpřípravy začíná přirozeným výběrem mezi 5.-6. rokem dítěte. Náplní tréninku jsou pestré pohybové aktivity zvyšující kondici, základy techniky aerobiku a znalost pravidel. V základní etapě trávající přibližně do 10 let se zvyšuje objem tréninku. Kombinuje se kondiční a speciální cvičení, probíhá výuka povinných a dalších prvků charakteristických pro aerobik. Následuje specializovaná etapa odpovídající přibližně kategorii cadet a junior. Zvyšuje se intenzita tréninku, trénují se specializované dovednosti. Omezený počet sportovců pokračuje vrcholovou etapou. Začíná okolo 17. roku. Dominuje individuální technická příprava (Hájková et al., 2006).



Nutno podotknout, že vykonávání gymnastických sportů je spojeno s velkým rizikem vzniku zranění a výskytem bolesti, typicky zejména v dětském věku. Důvodem je pravděpodobně vysoké silové zatížení, velké nároky na výkon, opakované stereotypní pohyby a brzké zahájení tréninku (Bradshaw, 2010). Náročnost tréninku s věkem roste (v přípravkách kolem 3-4 let věku trénují děti 1-2x týdně, v mladším školním věku 6-9x týdně, tzn. i okolo 20 hodin týdně) (Kirialanis et al., 2003).

#### 2.3.4 Sdružující organizace

Mezinárodní a národní organizace řídí, organizují, zabezpečují a rozvíjí gymnastické pohybové aktivity. Stanovují systém soutěží, závodní program, pravidla (způsob hodnocení, penalizaci) a předpisy. Vzdělávají sportovce, trenéry a rozhodčí, propagují sport a v zájmech sportu jednájí s dalšími subjekty (Křištofič et al., 2009).

Níže jsou uvedeny organizace zaštiťující sportovní gymnastiku. **Mezinárodní gymnastická federace** (dále jen FIG) fungující od roku 1881 v roce 2009 sdružovala 129 členských států a přes 50 milionů gymnastů. Je nejvyšším správním orgánem všech gymnastických sportů. **Evropská gymnastická federace** působí od roku 1984. V České republice jsou nejvýznamnější **Česká gymnastická federace** (dále jen ČGF) a Český svaz moderní gymnastiky (Křištofič et al., 2009). Dalším příkladem české organizace je např. Gymnastika pro všechny (dříve Všeobecná gymnastika), která poskytuje všeobecné vzdělávací a výchovné gymnastické programy na úrovni základní a seberealizační (Skopová a Zítka, 2022).

Sportovní aerobik na mezinárodní úrovni sdružuje **Mezinárodní federace sportovního aerobiku a fitness aerobiku** (dále jen FISAF). Zároveň patří sportovní aerobik k soutěžním sportům zaštiťeným FIG. Českými organizacemi rozvíjejícími sportovní aerobik jsou **Český svaz aerobiku a fitness** (dále jen ČSAE, je členem FISAF) a již výše uvedená **ČGF** (Křištofič et al., 2009).

#### 2.3.5 Soutěže

Hodnocení soutěží **sportovní gymnastiky** vychází z mezinárodních pravidel FIG a soutěžního řádu ČGF. Určují povinné a zakázané prvky. Hodnotí se provedení (technika, držení těla, plynulost, výchozí a konečná poloha) a obtížnost cvičebních tvarů. Pro seniorní sportovkyně platí v plném rozsahu, pro mladší kategorie jsou upravovány dle výkonnostních kategorií. Soutěží jak jednotlivci, tak družstva (Křištofič et al., 2009).

Soutěží se ve třech základních soutěžích – v disciplínách dle náradí, ve víceboji jednotlivců a víceboji družstev (Česká gymnastická federace, 2020a,b). Soutěže jednotlivců připadají na jaro, soutěže družstev na podzim (Česká gymnastická federace, 2021).

Pořadí gymnastek v soutěži určuje počet získaných bodů. Znamka D bodovým přírůstkem hodnotí obsah sestavy (skladba sestavy, vazby v prostné, na kladině a bradlech, 8 obtížnostních prvků – A nejjednodušší prvky za 0,1 bodu až J nejobtížnější prvky za 1 bod). Znamka E hodnotí provedení a umělecké vyjádření, maximální možná známka E je 10 bodů, za chyby se body sráží. Obě známky se v závěru sčítají a stanovují celkové bodové skóre. Odchytky a výši penalizace u jednotlivých disciplín přesně určují Pravidla sportovní gymnastiky žen 2022-2024 (Česká gymnastická federace, 2022).

**Domácí soutěže** (memoriály, krajské přebory, velké ceny) jsou organizovány pověřenými složkami ČGF (Křištofič et al., 2009). Mladší sportovkyně (dle Závodního programu ženských složek VS0-3 linie A a B) cvičí povinnou sestavu (Česká gymnastická federace, 2021). Povinná sestava, ve které jsou přesně určeny jednotlivé cviky, jejich počet a pořadí, si klade za cíl vybudovat základní zdatnost, dovednosti a předejít brzké specializaci (Křištofič et al., 2009). Starší sportovkyně (dle Závodního programu ženských složek VS3-6 linie C a VS4-6 linie A a B) provádí volné sestavy s povinnými prvky (Česká gymnastická federace, 2021). Soutěže jsou buď nemistrovské anebo mistrovské s postupem na **mistrovství České republiky** (Křištofič et al., 2009).

Mezinárodními soutěžemi jsou **mistrovství Evropy**, **mistrovství světa** jednotlivců a družstev (zde se sportovec kvalifikuje na další mistrovství světa konané rok před olympijskými hrami), mistrovství světa rok před olympijskými hrami je kvalifikačním závodem na **letní olympijské hry** (Křištofič et al., 2009).

Ve **sportovním aerobiku** je dle pravidel stanovených FISAF hodnocena obtížnost, provedení, variabilita, originalita, intenzita (např. výška skoku, rozsah pohybu), využití závodní plochy, aerobní sekvence, choreografie, synchronizace sportovců a kvalita povinných prvků. Každá sestava musí obsahovat tyto 4x za sebou se opakující povinné cviky: jumping jacks, high leg kicks, push-ups (FISAF International, 2022).

Pořadí ve sportovním aerobiku stanovuje 7 rozhodčích hodnotících různé oblasti. Každý přiřazuje sportovci pořadí ve své oblasti. Pokud 4 a více rozhodčí označí stejné

pořadí, je rozhodnuto. Pokud ne, rozhoduje dosažené bodové skóre (maximálně 10 bodů) od technického, artistického a aerobního rozhodčího nebo výsledky dalších závodních kol (FISAF International, 2022).

Pravidelně je vyhlašováno několik typů soutěží (Český svaz aerobiku a fitness, FISAF.cz, 2023a). Ve Sportovním aerobiku soutěží kategorie jednotlivci (ženy, muži), dua a tria. Skupiny soutěží ve FISAF Fitness týmech v kategoriích aerobik (performance 5 členů, grand 6-7 členů), step (7 členů, využívají stepy) a hip hop. ČSAE vyhlašuje dále Soutěžní aerobic master class (pro jednotlivce pod vedením lektora) a Aerobic team show (pro 7-20členné týmy) (Hájková et al., 2006; FISAF International, 2022). Soutěže Česko se hýbe ve školách a Českomoravský pohár jsou určeny jak kategoriím sportovního aerobiku, tak týmům. Nejvyšší soutěží ve sportovním aerobiku na národní úrovni je **mistrovství České republiky**; tady soutěží převážně sportovci z VTI. Kategorie 8-10 let se ho neúčastní, soutěží v Republikovém finále o pohár Jitky Poláškové (Český svaz aerobiku a fitness, FISAF.cz, 2023a).

FISAF International pořádá každoročně dvě nejvyšší mezinárodní soutěže, **mistrovství Evropy** a **mistrovství světa**. Národní i mezinárodní soutěže mají dle počtu účastníků minimálně dvě kola (základní kolo, finále, případně semifinále) (FISAF International, 2022; Český svaz aerobiku a fitness, FISAF.cz, 2023a).

## **3 Cíle, výzkumné otázky, hypotézy**

### **3.1 Cíle**

Cílem empirické části diplomové práce je zhodnotit somatognozii, konstituční hypermobilitu a posturální stabilitu u zkoumaných skupin (tedy skupiny sportovních aerobiček a skupiny sportovních gymnastek) a jejich následné porovnání mezi sebou.

Dalším cílem je zjistit, zda existuje korelace mezi jednotlivými zkoumanými modalitami (viz kap. 4.2 Metody sběru dat), tedy somatognozií, konstituční hypermobilitou, posturální stabilitou, schopností vyhodnocovat senzorké podněty a tělesným sebepojetím.

### **3.2 Výzkumné otázky**

1. Liší se somatognozie hodnocená pomocí testu dle Petrie, testů tělesných rozměrů a polohocitu končetin mezi skupinami sportovních aerobiček a sportovních gymnastek?
2. Liší se posturální stabilita hodnocená Y-balance testem mezi skupinami sportovních aerobiček a sportovních gymnastek?
3. Koreluje úroveň posturální stability hodnocené Y-balance testem s kvalitou somatognozie hodnocené pomocí testu dle Petrie, testů tělesných rozměrů a polohocitu končetin?
4. Koreluje úroveň posturální stability hodnocené Y-balance testem s mírou hypermobility hodnocené pomocí Beighton skóre?
5. Koreluje nadhodnocování senzorkých podnětů dle Petrie s nadhodnocováním tělesných rozměrů a s vyšším skóre v Body attitude test?

### **3.3 Hypotézy**

**H1:** Sportovní gymnastky budou mít lepší somatognozii hodnocenou pomocí testu dle Petrie, testů tělesných rozměrů a polohocitu končetin, než sportovní aerobičky.

**H2:** Sportovní gymnastky budou mít lepší posturální stabilitu hodnocenou Y-balance testem než sportovní aerobičky.

**H3:** Dívky s lepší somatognozií hodnocenou pomocí testu dle Petrie, testů tělesných rozměrů a polohocitu končetin budou mít lepší posturální stabilitu hodnocenou Y-balance testem než dívky s horším hodnocením somatognozie.

**H4:** Dívky s vyšším Beighton skóre budou mít horší posturální stabilitu hodnocenou Y-balance testem než dívky s nižším skóre.

**H5:** Dívky nadhodnocující senzorké podněty v testu dle Petrie budou více nadhodnocovat tělesné rozměry a budou mít vyšší skóre v Body attitude testu.

## 4 Metodika

Diplomová práce je teoreticko-empirického charakteru. V rámci empirické části byly použity převážně kvantitativní metody. Práce byla schválena Etickou komisí FTVS UK pod jednacím číslem 278/22 (viz Příloha č. 1).

### 4.1 Charakteristika výzkumného vzorku

Jednotlivé sportovní kluby byly osloveny e-mailem (viz Příloha č. 3). Pražské registrované kluby sportovního aerobiku pro rok 2023 byly osloveny prostřednictvím kontaktů, které uvádí FISAF.cz (Český svaz aerobiku a fitness, FISAF.cz, 2023b). Pražské registrované kluby a oddíly sportovní gymnastiky byly osloveny prostřednictvím kontaktů, které uvádí svetgymnastiky.cz (Svět sportovní gymnastiky, 2023). Nebo prostřednictvím kontaktů, které uvádějí přímo webové stránky samotných klubů.

Celkem bylo osloveno 24 sportovních klubů, 13 klubů sportovního aerobiku a 11 klubů sportovní gymnastiky. Kluby, které souhlasily se spoluprací v rámci tohoto výzkumu, informovaly své trenéry. Další komunikace prostřednictvím e-mailu nebo telefonicky již probíhala přímo s trenéry. Výběr probandek zkoumaných skupin byl záměrný. Probandka byla zahrnuta do výzkumu v případě, že splňovala kritéria výběru do výzkumu, neobjevovaly se u ní vylučovací kritéria pro účast ve výzkumu, souhlasila s účastí ve výzkumu a podepsala informovaný souhlas (u nezletilých i jejich zákonný zástupce) (viz Příloha č. 2).

Hlavními kritérii pro výběr probandek do výzkumu bylo ženské pohlaví, minimální věk 8 let, věnování se sportovnímu aerobiku nebo sportovní gymnastice závodně na úrovni republikové soutěže, a to ve vyšších výkonnostních úrovních (VTI u sportovních aerobiček a VSA a VSB u sportovních gymnastek, s frekvencí tréninku minimálně 3-4x týdně), s účastí na závodech v roce 2023. Vylučujícími kritérii pro účast ve výzkumu bylo akutní infekční onemocnění, onemocnění či omezení pohybového aparátu, rekonvalescence po operaci, úrazu, onemocnění. Posouzení zdravotní způsobilosti lékařem pro účast ve výzkumu nebylo nutné.

Probandky byly v rámci výzkumu rozděleny do věkových kategorií dle Pravidel sportovního aerobiku pro rok 2022–2024, a to 8–10 let, 11–12 let, 13–14 let, 15–17 let, 18 a více let (viz kap. 2.3.2 Věkové a výkonnostní kategorie). Toto věkové rozdělení bylo

použito jak pro sportovní aerobičky, tak pro sportovní gymnastky. Věk probandek byl stanoven ke konci kalendářního roku 2023.

## 4.2 Metody sběru dat

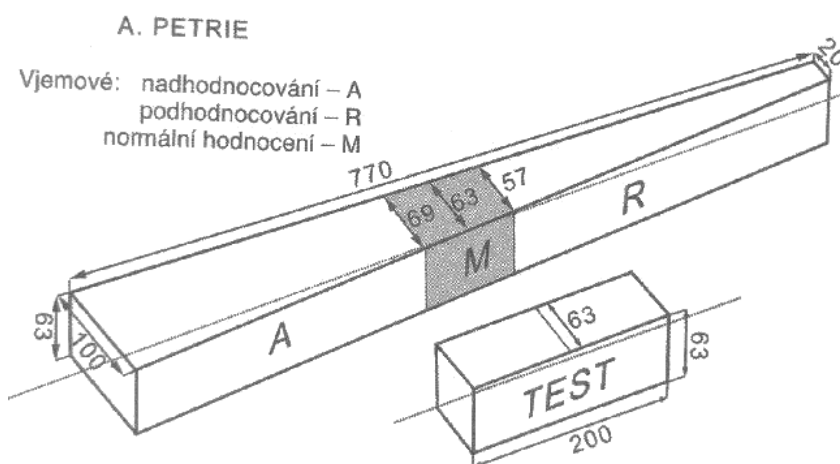
Pro zajištění bezpečnosti a co největší soustředěnosti každé probandky probíhal výzkum v prostorách sportovních klubů (viz kap. 4.3 Harmonogram zpracování diplomové práce) v odpoledních hodinách, v neklidnější části tělocvičny. Pro každou probandku proběhl sběr dat jednou. Sběr probíhal v následujícím pořadí: odběr anamnézy, test dle Petrie, BAT, testování tělesných rozměrů a polohocitu končetin, BS, Y-balance test. V rámci **anamnézy** byly probandky dotazovány na věk, sport, kterému se věnují, laterality HK. Laterality DKK byla stejně jako v diplomové práci Sosnovcové stanovena pomocí rotace na preferované DK (Sosnovcová, 2022). Dále byla vleže na zádech změřena délka obou DKK, od spina iliaca anterior superior po malleolus medialis, krejčovským metrem s přesností na 0,5 cm, která byla potřebná pro výpočet CS v rámci testování Y-balance testem.

### 4.2.1 Test dle Petrie

Test dle Petrie pro hodnocení senzoryckých podnětů byl testován jako první. Tak, aby probandka několik minut před tímto testováním nevykonávala žádnou manuální činnost (např. psaní), která by mohla ovlivnit výsledek testu. Testování probíhalo vsedě.

Probandka byla vyzvána, aby si bez zrakové kontroly pravou rukou během 30 s co nejlépe zapamatovala šíři krátkého testovacího hranolu, zatímco levou ruku měla za zády. Poté byla požádána, aby, stále bez zrakové kontroly, ruce vyměnila a pokusila se levou rukou nalézt na dlouhém postupně se zužujícím vyhodnocovacím hranolu stejnou šíři, jako měl hranol testovací.

Na dlouhém hranolu jsou vyznačena 3 pásma. Uprostřed pásmo pro normu, s větší šíří pásmo pro nadhodnocování a pásmo pro podhodnocování s menší šíří. Test byl opakován minimálně 3x, nebo tak dlouho, dokud probandka neoznačila 3x za sebou stejné pásmo. Rozměry obou hranolů jsou uvedeny na Obrázku č. 1 níže (Véle, 2006). Výsledek byl zapsán do záznamového archu slovy „norma“, „pod“ pro podhodnocení, „nad“ pro nadhodnocení (viz Příloha č. 5). Testovací set pro měření zapůjčila Katedra fyzioterapie FTVS UK.



Obrázek 1 – Test dle Petrie (Véle, 2006)

#### 4.2.2 Body attitude test

Následně byla probandce poskytnuta propiska a podán záznamový arch (viz Příloha č. 6) s předtištěným 20bodovým BAT hodnotícím tělesné sebepojetí. Byla jí verbálně vysvětlena legenda dotazníku na příkladu tvrzení číslo 20 „Kontroluji svůj vzhled v zrcadle.“, 0 = nikdy nekontroluji svůj vzhled v zrcadle, 5 = vždy kontroluji svůj vzhled v zrcadle. Poté pokračovala samostatně, případné dotazy byly zodpovězeny. Dle míry souhlasu s tvrzeními v dotazníku k nim probandka přiřadila body 0–5, 0 = nikdy, 1 = zřídka, 2 = někdy, 3 = často, 4 = většinou, 5 = vždy. Probandka křížkem zaznamenala odpovědi do záznamového archu (viz Příloha č. 6). Otázky číslo 4 „Cítím se ve svém těle jako doma.“ a 9 „Mohu se po tělesné stránce lehce uvolnit.“ byly při vyhodnocování bodovány opačně (0 = vždy, 5 = nikdy). Body byly sečteny a skóre bylo zapsáno do záznamového archu. Hraničním bodovým skórem bylo 36 bodů, 37 a více bodů značilo neoptimální tělesné sebepojetí (Probst et al., 1995; Papežová, 2010). Více o BAT viz kap. 2.1.5 Hodnocení somatognozie.

#### 4.2.3 Test šíře ramen, test šíře pánve, test délky chodidla

Tyto testy byly součástí testování somatognozie. Pro test šíře ramen byl použit biakromiální rozměr, pro test šíře pánve bitrochanterický, pro test délky chodidla rozměr od paty po palec pravého chodidla.

Nejprve byla testována šíře ramen, poté šíře pánve, poté délka chodidla. Každý test byl bez zrakové kontroly zopakován 3x po sobě. Po každém pokusu se probandka vracela zpět do výchozí pozice nekorigovaného stoje s HKK volně připaženými k tělu. Následoval další pokus.



Probandce byl palpačně na jejím těle předveden rozměr, který byl testován. Potom byla probandka v nekorigovaném stoji bez zrakové kontroly vyzvána k předpažení HKK se spojenými dlaněmi a ukázání jí předpokládaného rozměru dané části jejího těla mezi nimi. V horizontále ukazovala předpokládanou délku chodila a šíři pánve a ve vertikále biakromiální rozměr. Pro ukazování biakromiálního rozměru bylo použito výchozí postavení spojených dlaní tak, aby dominantní horní končetina (dále jen HK) byla blíže k zemi.

Všechny 3 pokusy pro každý test byly změřeny krejčovským metrem mezi daktyliony (přibližně střed konce bříška třetího prstu). Po testování dané části těla byl změřen její reálný rozměr. Biakromiální rozměr a délka chodidla opět krejčovským metrem (biakromiální rozměr tak, aby byly konce krejčovského metru uloženy na laterálních koncích akromionů, délka chodidla tak, aby se pata a nejdelší prst při měření dotýkaly zdi, nebo jiné kolmé zarážky), bitrochanterický rozměr pelvimetrem (tak, aby byly konce pelvimetru uloženy na kraniálních koncích trochanterů). Pelvimetr pro testování zapůjčila Katedra biomedicínského základu v kinantropologii FTVS UK.

Všechny předpokládané rozměry i reálné rozměry byly měřeny s přesností na 0,5 cm. Tato přesnost měření se běžně využívá pro biakromiální rozměr ramen, bikristální rozměr pánve, nebo např. i pro měření tělesné výšky (Jančová, 2017). Naměřené hodnoty byly zapsány do záznamového archu (viz Příloha č. 5). Pro vyhodnocení výsledků byla ze 3 pokusů pro každý test vypočtena průměrná odchylka od reálného rozměru. Způsob testování vycházel z Kolář et al. (2009). Byl inspirován závěrečnými pracemi Pelánové a Patrmanové (Pelánová, 2017; Patrmanová, 2020).



Obrázek 2 – Test šíře pánve a délky chodidla  
(archiv autorky)



Obrázek 3 – Test šíře pánve a délky chodidla 2  
(archiv autorky)



Obrázek 4 – Test šíře ramen  
(archiv autorky)



Obrázek 5 – Test šíře ramen 2  
(archiv autorky)

#### 4.2.4 Testování polohocitu končetin

Toto testování bylo součástí testování somatognozie. Postupně byl otestován polohocit všech 4 končetin. Nejprve byly vyšetřovány HKK (první pravá), poté dolní (první levá). Každá končetina byla měřena 3x. Výchozí pozicí pro testování byl nekorigovaný stoj bez zrakové kontroly, ve kterém se probandka postavila čelem ke zdi tak, aby při dotyku ukazováku se zdí byla mírná semiflexe v lokti a při kontaktu palce/nejdelšího prstce nohy se koleno nedotýkalo zdi.

Na zdi byl nalepen papír A3 s uprostřed předkreslenými 3 body, které společně tvořily rovnoramenný trojúhelník se základnou orientovanou nahoru, paralelně s horním okrajem papíru. Pro HKK byl papír přilepen na zeď tak, aby byl nejmediálnější bod uložen přibližně ve výši akromionu vyšetřované strany a lehce laterálněji, aby se končetina při pohybu nedotýkala trupu. Pro DKK tak, aby střed papíru odpovídal přibližně středu holenní kosti vyšetřované strany.

Končetina byla bez zrakové kontroly uvedena pasivně do kontaktu prstu (ukazováku na HK a palce nebo nejdelšího prstu na DK) nejprve s nejmediálnějším bodem. Probandka měla za úkol si polohu zapamatovat. Poté končetinu volně připažila/přinožila a následně se pokusila polohu znovu zaujmout. Pokus byl tečkou zaznamenán na papír. Tečka byla zakreslena přibližně ve středu místa kontaktu bříška prstu s papírem. Totéž bylo opakováno u laterálního a kaudálního bodu. Každá končetina měla pro zaznamenávání svůj papír. Při vyšetřování DKK se probandka dlaněmi lehce opírala o zeď pro lepší stabilitu.

Pro vyhodnocení výsledků byla u všech 3 pokusů změřená pravítkem odchylka od reálného bodu s přesností na 2 mm, vzhledem ke způsobu zaznamenání a k velikosti zaznamenaných teček. Pro každou končetinu byla vypočtena průměrná odchylka. Způsob testování vycházel z Lepšíkové a Koláře (Kolář et al., 2009). Byl inspirován závěrečnou prací Pelánové, která použila obdobný způsob testování polohocitu končetin (Pelánová, 2017). Tento způsob testování polohocitu byl vybrán, protože umožňoval velmi podobným způsobem otestovat jak HKK, tak DKK. Naměřené hodnoty byly zapsány do záznamového archu (viz Příloha č. 5).



Obrázek 6 – Polohocit HKK (archiv autorky)

Obrázek 7 – Polohocit DKK (archiv autorky)



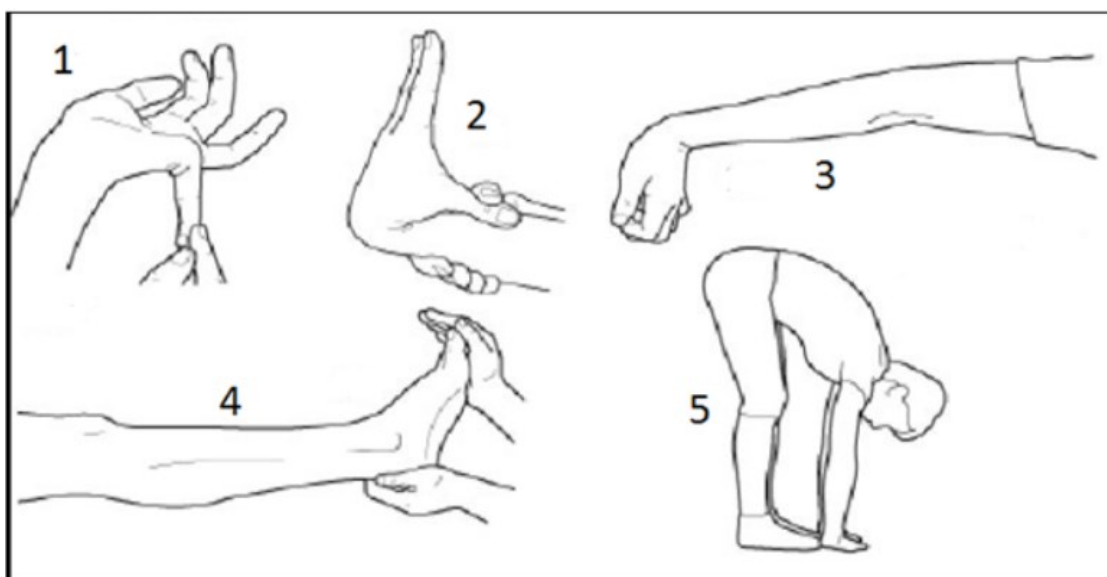
Obrázek 8 – Příklad záznamu naměřených hodnot při testování polohocitu (archiv autorky)

#### 4.2.5 Beighton skóre

Hypermobilita byla testována pomocí BS. Byl hodnocen rozsah v následujících 9 oblastech:

- Pasivní přitažení palců k volární straně předloktí, měřeno vsedě s 90° flexí v rameni, extenzí v lokti a pronací předloktí, hypermobilita při kontaktu palce s předloktím
- Pasivní dorzální flexe metakarpofalangových kloubů malíků, měřeno goniometrem vsedě s podloženým předloktím v pronaci a loktem u těla, hypermobilita nad 90°
- Pasivní hyperextenze loktů, měřeno goniometrem vsedě s 90° flexí v rameni a předloktím v supinaci, hypermobilita nad 10°
- Pasivní hyperextenze kolen, měřeno goniometrem vleže na zádech, hypermobilita nad 10°
- Aktivní flexe trupu vestoje, s propnutými koleny, hypermobilita při kontaktu celých dlaní se zemí.

Za každou hypermobilní oblast byla do záznamového archu (viz Příloha č. 6) zaznamenána 1, v případě, že hypermobilní nebyla, 0. Skóre bylo sečteno. Konstituční hypermobilitu u dospělých signalizovalo skóre 4 a více a u dětí 6 a více z 9, tak jak uvádí např. Physiopedia (2023) nebo Engelbert a Rombaut (2022). Více o BS viz kap. 2.2.9 Hodnocení hypermobility.



Obrázek 9 – Beighton skóre (Physiopedia, 2023)

#### 4.2.6 Y-balance test

Dynamická posturální stabilita byla testována Y-balance testem. Před provedením tohoto testu byla probandka vyzvána, aby se krátce rozcvičila dle svého uvážení. Následně byla probandka verbálně instruována o průběhu testování. Poté bylo autorkou práce prakticky předvedeno správné provedení testování pravé DK (stojná pravá) jedenkrát do každého směru a poukázáno na nejčastější chyby:

- Ploska stojné DK po celou dobu testování v plném kontaktu se středovým blokem na vyznačeném místě
- Obě HKK po celou dobu testování založeny v bok
- Špička volné DK v kontaktu s nejbližší červenou plochou posuvného bloku, plynulý posun bloku co nejdál, bez vykopnutí a bez přenesení váhy volné DK na posuvný blok
- Navrácení se volnou končetinou do výchozí pozice bez ztráty rovnováhy a kontaktu s podlahou

Po instrukci následovaly 3-4 zkušební pokusy pro každou DK do každého směru. Po krátké pauze se přistoupilo ke 3 testovacím pokusům pro každou DK do každého směru. Výchozí pozicí pro testování byl bipedální stoj na středovém bloku. Testovalo se naboso. Každý směr byl nejprve testován pro pravou DK a poté pro levou DK, až poté se pokračovalo dalším směrem. Směry byly testovány v následujícím pořadí: anteriorní, posteromediální, posterolaterální. Po každém pokusu byla hodnota změřená na stupnici s přesností měření na 0,5 cm zapsána do záznamového archu (viz Příloha č. 8). Nakonec bylo vypočteno CS (součet nejlepších výkonů ve všech směrech v cm, dělen trojnásobnou délkou testované DK, poté vynásoben 100, zaokrouhleno na 2 desetinná čísla). Více o Y-balance testu viz kap. 2.2.8.2 Y-balance test. Testovací set pro měření zapůjčila Katedra fyzioterapie FTVS UK.



*Obrázek 10 – Y-balance test – anteriorní směr pro pravou DK (archiv autorky)*



*Obrázek 11 – Y-balance test – posteromediální směr pro pravou DK (archiv autorky)*



*Obrázek 12 – Y-balance test – posterolaterální směr pro pravou DK (archiv autorky)*

### **4.3 Harmonogram zpracování diplomové práce**

Teoretická východiska výzkumu byla v průběhu roku 2023 zpracována formou literární rešerše. K vyhledávání byly použity databáze PubMed, EBSCO, SpringerLink, Elsevier a Google Scholar. Byly použity české i zahraniční informační zdroje, které byly citovány dle citační normy ISO 690 (viz Seznam použité literatury). V rámci teoretických

východisek byla zpracována témata týkající se somatognozie (včetně tělesného sebepojetí a způsobů hodnocení), posturální stability (včetně ovlivňujících faktorů a způsobů hodnocení) a sportovního aerobiku a gymnastiky. Sběr dat pro empirickou část práce proběhl od března roku 2023 do listopadu roku 2023. S písemným souhlasem zástupců zúčastněných sportovních klubů (viz Příloha č. 4) se uskutečnil přímo v prostorách samotných klubů. Získaná data byla zapsána do záznamového archu (viz Příloha č. 5, 6, 7, 8) a poté proběhlo jejich vyhodnocení.

#### **4.4 Analýza dat**

Statistická analýza naměřených dat byla provedena pomocí programů Microsoft Excel 365 a statistického softwaru R (verze 4.3.2). Pro vyhodnocení bylo dle charakteru dat a znění hypotéz použito více druhů statistických testů. Všechny statistické testy byly vypočteny pro 95% hladinu významnosti. Statistickou významnost značila hodnota  $p < 0,05$ . Pro porovnání statisticky významného rozdílu mezi dvěma skupinami byl při zachování normálního rozložení dat použit dvouvýběrový (nepárový) t-test, při nenormálním rozložení dat neparametrický dvouvýběrový Wilcoxonův test. Pro porovnání statisticky významného rozdílu v rámci stejné skupiny byl při zachování normálního rozložení dat použit párový t-test, při nenormálním rozložení dat neparametrický dvouvýběrový Wilcoxonův test. Pro porovnání statisticky významného rozdílu mezi více skupinami ANOVA. Pro porovnání nečíselných dat mezi dvěma skupinami Chí-kvadrát test. Vzájemný vztah mezi některými daty byl vyhodnocen pomocí korelace. Normalita dat byla ověřena pomocí Shapiro-Wilkova testu. V kap. 5.2 Vyhodnocení hypotéz je zvlášť u každé hypotézy uveden způsob, jakým byla data statisticky vyhodnocena.



## 5 Výsledky

Tato kapitola obsahuje dvě podkapitoly. V první jsou v tabulkách uvedeny naměřené hodnoty všech testů u všech probandek. V druhé jsou na základě naměřených hodnot vyhodnoceny jednotlivé hypotézy.

### 5.1 Výsledky měření

Z původně 24 oslovených sportovních klubů souhlasily se spoluprací 2 pražské kluby sportovního aerobiku a 5 pražských klubů a oddílů sportovní gymnastiky. Protože v pražských klubech sportovního aerobiku, které souhlasily s účastí, nebyl zajištěn dostatečný počet sportovkyň splňujících kritéria pro výběr do výzkumu, byly stejným způsobem (viz kap. 4.1 Charakteristika výzkumného vzorku) osloveny ještě 4 mimopražské kluby, které s účastí souhlasily. Výzkumu se zúčastnilo následujících 11 klubů – Aerobik Team Praha, Juniorský Fitness klub Louny, MV team UTB, Fitstudio D, MK Kladno, Fitstation, SK Hradčany, GYMPRA, TJ Bohemians, TJ Kampa, TJ Slovan. Spolupráce proběhla celkem s 16 trenéry, s 8 trenéry sportovního aerobiku a s 8 trenéry sportovní gymnastiky. Měření se zúčastnilo celkem 86 dívek a žen ve věkovém rozmezí 8–24 let. Kritéria pro výběr do výzkumu splňovalo 45 sportovních aerobiček, 41 z nich se zúčastnilo měření, 4 byly vyloučeny pro přítomnost vylučovacích kritérií. Mezi sportovními gymnastkami kritéria pro výběr splňovalo 54 sportovkyň, 45 z nich se zúčastnilo měření, 9 bylo vyloučeno pro přítomnost vylučovacích kritérií (více ke kritériím viz kap. 4.1 Charakteristika výzkumného vzorku). Ze 45 zúčastněných sportovních gymnastek soutěžilo 14 ve VSA a 31 ve VSB.

Všechny výsledky, které byly naměřené v rámci této výzkumné práce jsou uvedeny v následujících čtyřech tabulkách. Nejprve jsou uvedeny hodnoty naměřené ve skupině sportovních aerobiček a poté ve skupině sportovních gymnastek. Naměřené hodnoty jsou uvedeny ve sloupcích ve stejném pořadí, jako byly změřeny, tedy test dle Petrie, skóre v BAT, reálné testované tělesné rozměry následované průměrnou odchylkou odhadovaného rozměru od reálného (v případě podhodnocování rozměru dosahuje záporných hodnot), odchylka od stanoveného bodu v testování polohocitu končetin, BS, CS Y-balance testu. Pod každou tabulkou je legenda.

Věkové kategorie uvedené v tabulkách odpovídají věkovým kategoriím stanoveným Pravidly sportovního aerobiku pro rok 2022-2024 (viz kap. 2.3.2 Věkové

a výkonnostní kategorie). Ve vyšších věkových kategoriích vzhledem k náročnosti sportu ubývá aktivních závodnic (viz kap. 2.3.3 Sezóna, trénink). Tento fenomén se zde projevil zejména u skupiny sportovních gymnastek. Sportovní aerobičky pokračují ve své sportovní kariéře často až do vyššího věku.

Tabulka 1 – Naměřené hodnoty – sportovní aerobik 1

SPORTOVNÍ AEROBIČKY									
Věk	Proband	Petrie	BAT	Ramena	Odchylka	Pánev	Odchylka	Chodidlo	Odchylka
8-10	1	norma	2	26,0	-11,67	22,0	6,50	17,5	2,33
	2	norma	2	27,0	-7,67	22,5	3,67	18,5	0,50
	3	norma	2	25,0	-0,70	22,0	6,17	19,0	6,00
	4	norma	7	29,0	-8,50	23,0	7,67	21,0	0,00
	5	norma	10	32,0	7,33	26,0	5,33	22,0	-2,67
	6	norma	7	24,5	-0,17	21,0	7,17	18,5	-4,83
	7	norma	23	29,0	24,17	27,0	4,88	22,0	-2,50
11-12	1	norma	13	30,0	-6,67	28,0	-2,67	23,5	-2,33
	2	norma	21	35,0	-11,00	28,0	8,67	24,0	-0,67
	3	norma	15	31,0	-4,17	26,0	3,83	23,0	1,33
	4	norma	11	33,0	3,17	30,0	2,17	23,0	1,83
	5	norma	10	33,5	-15,83	30,5	13,00	24,0	0,67
	6	norma	5	31,0	1,17	27,0	12,67	23,5	-0,83
	7	nad	4	34,0	12,17	26,5	14,17	23,0	-5,00
13-14	1	nad	28	36,0	31,00	29,0	38,33	24,0	12,17
	2	norma	13	34,0	2,33	27,0	6,67	22,5	-4,50
	3	norma	34	36,0	-5,00	29,0	0,50	23,5	2,17
	4	norma	14	36,0	6,33	29,0	21,00	24,0	1,00
	5	norma	12	34,0	-0,83	30,0	10,33	24,0	-5,83
	6	norma	32	35,5	-14,33	29,0	1,33	24,0	-4,33
	7	norma	8	32,0	5,17	27,0	1,00	24,0	2,33
	8	norma	7	35,5	-5,83	29,0	6,50	23,0	0,00
15-17	1	nad	14	32,0	16,00	30,0	18,33	21,5	1,67
	2	norma	13	39,0	2,33	30,5	1,50	24,0	4,00
	3	norma	54	37,0	4,33	33,0	10,17	23,5	-5,67
	4	norma	46	39,0	15,83	33,0	-4,83	24,5	2,17
	5	norma	11	33,0	7,00	29,0	8,17	24,0	0,83
	6	norma	20	36,5	4,67	29,0	1,00	25,0	-5,50
	7	norma	10	37,0	5,67	33,0	3,33	25,0	-3,50
	8	nad	15	37,0	16,17	31,5	12,50	23,0	-2,17
18+	1	norma	27	39,0	7,67	31,0	20,67	22,0	-1,83
	2	norma	34	36,0	14,33	31,0	5,00	24,0	3,00
	3	norma	5	34,0	-4,33	31,0	-3,67	23,0	-10,00
	4	norma	8	36,0	-3,00	31,0	2,67	24,0	-1,33
	5	norma	17	37,0	1,67	30,0	2,33	23,5	-2,17
	6	norma	19	38,0	9,67	34,0	7,17	24,5	6,33
	7	norma	21	38,0	3,33	30,0	11,33	24,0	-8,33
	8	nad	35	38,0	13,67	33,0	15,67	24,0	-4,33
	9	nad	37	40,0	1,83	33,0	19,33	24,5	3,67
	10	norma	17	36,0	7,17	31,0	23,33	22,5	5,83
	11	norma	13	37,0	-2,67	32,0	5,33	25,0	-0,33

Legenda k Tabulce 1:

Ramena, pánev, chodidlo – čísla v těchto sloupcích představují reálné rozměry dané části těla v cm,  
 Odchylka – čísla v těchto sloupcích představují průměrnou odchylku odhadovaného rozměru od reálného  
 v cm, vztaženo k lokalitě v předchozím sloupci, při podhodnocení rozměru je odchylka záporná.

Tabulka 2 – Naměřené hodnoty – sportovní aerobik 2

SPORTOVNÍ AEROBIČKY								
Věk	Proband	P. DHK	P. NHK	P. DDK	P. NDK	BS	CS DDK	CS NDK
8-10	1	2,93	3,47	6,60	3,47	5	87,80	96,00
	2	5,73	4,00	1,80	4,53	5	104,50	99,00
	3	2,93	3,93	4,40	6,13	5	103,60	96,90
	4	3,07	1,80	4,47	4,33	2	113,93	109,95
	5	2,40	2,20	4,40	5,53	9	91,77	91,77
	6	2,13	1,87	4,13	4,00	4	98,89	100,74
	7	3,13	3,13	4,33	4,13	7	82,87	89,35
11-12	1	2,73	2,67	2,13	0,80	1	108,57	113,33
	2	5,80	5,07	4,60	3,76	5	95,24	92,64
	3	2,07	3,67	5,33	1,80	9	95,43	97,72
	4	4,33	4,60	3,33	1,27	3	92,34	91,19
	5	2,27	4,73	2,00	2,53	3	97,35	92,80
	6	3,33	1,00	3,93	6,87	7	79,27	76,83
	7	3,00	4,13	7,20	4,87	3	94,37	88,74
13-14	1	3,53	2,87	7,00	5,13	9	83,15	82,40
	2	3,93	4,53	3,93	4,27	5	91,34	102,16
	3	2,67	1,80	7,33	7,93	3	92,00	87,50
	4	6,80	4,60	2,53	4,47	5	98,86	96,59
	5	7,87	2,93	4,53	2,87	5	93,83	92,18
	6	1,73	3,53	3,93	2,60	7	99,59	102,06
	7	3,93	3,73	2,73	3,53	7	89,02	91,06
	8	2,67	3,20	3,47	2,53	5	99,26	100,74
15-17	1	5,00	3,00	4,07	6,20	5	88,24	86,27
	2	3,27	3,07	2,07	1,40	2	89,63	92,59
	3	2,27	3,67	2,27	5,20	6	103,33	103,75
	4	5,27	4,13	2,87	2,93	1	88,89	95,02
	5	3,27	3,33	6,33	2,93	7	85,49	80,39
	6	2,40	5,00	5,67	3,80	3	109,58	111,11
	7	2,40	2,07	3,80	4,13	5	92,22	91,11
	8	5,53	3,00	2,20	1,60	7	99,62	102,65
18+	1	5,53	4,00	5,27	2,27	5	92,77	87,95
	2	4,00	1,47	5,27	3,80	3	101,14	100,76
	3	3,13	2,93	2,20	3,13	3	101,98	101,59
	4	3,20	2,53	3,07	2,27	5	92,25	94,96
	5	3,33	2,07	4,53	7,60	3	110,30	102,40
	6	2,13	2,80	1,93	1,27	5	101,14	101,89
	7	2,60	3,33	5,87	5,27	3	100,00	98,77
	8	4,13	2,47	2,93	4,00	5	86,82	88,37
	9	2,93	1,93	2,93	1,53	1	103,79	99,62
	10	3,53	4,60	6,13	5,73	3	82,17	88,37
	11	1,80	2,00	4,60	3,80	3	94,05	90,08

Legenda k Tabulce 2:

P. DHK, P. NHK, P. DDK, P. NDK – čísla uvedená při vyšetření polohocitu pro dominantní a nedominantní HK a DK představují průměrnou odchylku od stanoveného bodu v cm, CS DDK, CS NDK – CS pro dominantní a nedominantní DK.

Tabulka 3 – Naměřené hodnoty – sportovní gymnastika 1

SPORTOVNÍ GYMNASTKY									
Věk	Proband	Petrie	BAT	Ramena	Odchylka	Pánev	Odchylka	Chodidlo	Odchylka
8-10	1	norma	5	28,0	2,67	23,0	4,33	21,0	2,00
	2	norma	25	30,0	7,33	25,0	8,00	21,0	2,33
	3	norma	10	28,0	4,67	22,5	1,17	21,0	3,83
	4	norma	10	27,0	4,83	20,0	7,17	18,5	2,33
	5	nad	20	30,5	8,00	24,0	15,00	21,5	8,67
	6	norma	15	28,0	-2,17	25,0	3,67	21,0	-2,50
	7	norma	17	29,0	12,17	23,0	3,50	21,0	-4,50
	8	pod	6	28,0	-12,33	24,0	-1,00	22,0	-3,17
	9	norma	6	28,5	0,83	21,5	-0,33	18,0	-1,67
	10	norma	33	29,0	1,17	23,0	1,00	22,0	-3,50
11-12	1	norma	19	33,5	-3,33	27,0	2,00	24,0	-3,83
	2	norma	22	30,5	-2,00	24,0	-0,50	21,5	-2,50
	3	norma	24	28,0	2,83	23,5	-0,33	20,0	-1,33
	4	norma	15	29,5	3,33	22,0	7,50	21,5	-2,50
	5	norma	21	32,0	5,67	27,0	1,67	23,0	-1,17
	6	norma	19	30,5	0,00	24,0	-3,50	21,0	-4,50
	7	norma	32	34,5	1,00	31,5	0,50	24,0	-1,67
	8	nad	34	33,0	11,33	29,0	17,33	24,5	13,00
	9	norma	14	31,5	0,33	26,0	6,83	23,5	-6,67
	10	norma	23	33,0	-7,17	29,0	-2,17	23,5	-3,50
13-14	1	norma	21	31,0	-3,00	25,5	5,33	23,0	0,67
	2	norma	20	36,0	14,00	29,0	4,33	23,0	-4,00
	3	nad	32	33,0	11,50	27,5	4,50	24,0	-0,50
	4	norma	41	33,5	11,33	30,0	1,33	24,5	-5,50
	5	nad	16	36,0	20,50	31,0	13,50	23,5	-4,50
	6	norma	20	35,5	8,00	30,5	-2,50	24,5	-11,83
	7	nad	46	35,0	2,33	30,0	9,67	24,5	-5,67
	8	norma	34	34,0	5,50	30,0	1,50	24,0	0,17
	9	norma	19	36,0	2,00	28,0	14,83	24,5	-1,00
	10	norma	49	38,0	-0,83	32,0	11,50	25,0	3,00
15-17	1	norma	24	36,5	-0,83	31,0	6,00	25,0	-6,67
	2	nad	30	38,0	10,50	31,0	10,00	24,0	3,17
	3	norma	34	35,5	8,33	32,0	-0,83	24,5	1,00
	4	norma	32	32,5	9,00	28,0	1,50	21,5	0,33
	5	norma	8	35,5	-5,50	32,0	5,83	23,5	3,67
	6	nad	56	36,5	11,50	33,5	4,33	26,0	-0,17
	7	norma	16	36,0	9,67	31,0	2,00	24,0	-5,67
	8	norma	21	35,0	-26,33	32,5	6,33	26,0	-1,33
	9	norma	43	35,0	-2,50	31,0	3,00	24,0	-4,33
	10	norma	31	34,0	3,50	32,0	-4,67	24,5	-6,00
18+	1	norma	36	35,0	0,83	31,0	3,50	24,0	-4,83
	2	nad	28	36,5	12,50	32,0	15,00	24,5	-5,00
	3	norma	22	36,0	1,83	30,0	7,00	23,0	-3,50
	4	norma	20	34,0	5,00	30,0	2,50	23,5	-3,00
	5	norma	32	35,0	-2,00	31,0	-2,33	22,5	-4,67

Legenda k Tabulce 3:

Ramena, pánev, chodidlo – čísla v těchto sloupcích představují reálné rozměry dané části těla v cm,  
 Odchylka – čísla v těchto sloupcích představují průměrnou odchylku odhadovaného rozměru od reálného  
 v cm, vztaženo k lokalitě v předchozím sloupci, při podhodnocení rozměru je odchylka záporná.

Tabulka 4 – Naměřené hodnoty – sportovní gymnastika 2

SPORTOVNÍ GYMNASTKY								
Věk	Proband	P. DHK	P. NHK	P. DDK	P. NDK	BS	CS DDK	CS NDK
8-10	1	4,13	6,80	5,73	5,73	1	101,17	96,04
	2	7,33	4,20	4,93	6,40	4	103,43	110,29
	3	7,40	3,40	5,07	4,13	1	96,57	110,78
	4	7,40	3,13	3,13	3,53	5	105,85	103,30
	5	3,13	1,60	4,20	2,67	2	112,93	106,58
	6	3,67	2,07	3,87	4,13	7	118,73	114,84
	7	6,27	6,33	2,40	4,60	4	107,98	104,23
	8	2,13	2,73	2,53	3,80	6	111,44	125,37
	9	6,07	5,13	1,00	5,27	2	107,81	98,44
	10	2,00	4,93	3,07	4,00	3	101,90	92,38
11-12	1	3,00	1,87	4,53	3,40	7	95,00	97,92
	2	4,27	1,60	2,07	2,40	1	94,94	97,89
	3	4,13	4,93	6,13	6,67	2	106,37	108,33
	4	4,20	3,53	4,60	3,53	6	104,63	102,78
	5	2,40	1,20	3,73	4,13	2	103,16	104,85
	6	2,00	2,73	3,00	2,47	2	108,18	96,25
	7	2,13	3,00	5,07	3,20	7	91,37	87,84
	8	1,53	3,07	4,20	4,53	4	114,07	102,81
	9	2,13	2,47	3,33	2,47	5	99,38	99,79
	10	2,67	2,47	3,67	4,27	9	90,83	92,08
13-14	1	1,87	2,06	3,47	6,60	7	96,62	94,09
	2	3,07	1,27	2,87	5,60	1	86,63	90,22
	3	3,73	3,53	2,60	2,93	3	109,80	111,37
	4	3,67	4,40	2,53	4,33	2	96,43	101,98
	5	3,60	2,80	4,20	4,33	4	103,10	101,94
	6	6,20	2,73	3,67	3,87	5	86,89	86,52
	7	3,53	1,67	2,20	1,27	6	105,22	110,04
	8	3,60	3,07	1,47	2,40	3	85,98	86,36
	9	2,87	3,67	3,53	4,00	2	105,82	109,24
	10	2,20	4,80	4,07	6,00	6	92,59	97,22
15-17	1	4,67	4,33	3,47	1,73	7	101,48	103,33
	2	1,20	2,40	2,27	2,73	1	106,59	107,36
	3	3,80	2,53	3,53	2,13	4	101,63	97,98
	4	4,33	2,00	1,07	3,53	6	112,92	112,50
	5	2,87	2,87	5,93	3,60	2	91,86	95,16
	6	3,80	4,87	2,40	2,93	2	103,41	100,38
	7	3,40	4,27	2,47	2,67	3	103,88	99,61
	8	5,20	3,27	7,60	5,33	3	105,43	96,12
	9	1,80	1,20	3,07	2,27	5	98,35	94,24
	10	3,33	3,07	4,73	4,67	7	109,74	100,19
18+	1	1,73	2,93	3,20	2,87	3	114,10	130,34
	2	2,73	3,27	4,33	4,87	4	100,37	103,75
	3	3,67	2,27	2,53	2,67	2	88,10	92,06
	4	1,87	2,13	4,80	4,40	5	111,86	118,12
	5	2,40	1,60	1,67	2,20	3	99,20	98,00

Legenda k Tabulce 4:

P. DHK, P. NHK, P. DDK, P. NDK – čísla uvedená při vyšetření polohocitu pro dominantní a nedominantní HK a DK představují průměrnou odchylku od stanoveného bodu v cm, CS DDK, CS NDK – CS pro dominantní a nedominantní DK.

## 5.2 Vyhodnocení hypotéz

Pro statistické vyhodnocení hypotéz bylo použito více druhů statistických testů dle charakteru proměnných a znění hypotéz a dle zachování či nezachování normálního rozložení dat dle Shapiro-Wilkova testu (viz kap. 4.4 Analýza dat). Všechny statistické testy byly vypočteny pro 95% hladinu významnosti. Statistickou významnost značila hodnota  $p < 0,05$ . Hodnota  $p$  je zaokrouhlena na čtyři desetinná čísla. P-hodnota potvrzující hypotézu je vyznačena tučně. Hypotézy byly vyhodnoceny souhrnně pro všechny věkové kategorie dohromady a některé i zvlášť pro jednotlivé věkové kategorie.

**H1:** *Sportovní gymnastky budou mít lepší somatognozii hodnocenou pomocí testu dle Petrie, testů tělesných rozměrů a polohocitu končetin, než sportovní aerobičky.*

Pro vyhodnocení hypotézy 1 byl použit dvouvýběrový t-test, který určil, zda je statisticky významný rozdíl mezi skupinami sportovních aerobiček a sportovních gymnastek v proměnných pro somatognostické testy. Pro vyhodnocení jednotlivých věkových kategorií byl pro kategorie 8-10 let, 15-17 let, 18+ použit také dvouvýběrový t-test pro kategorie 11-12 let a 13-14 let Wilcoxonův test.

Tabulka 5 – Somatognostické testy – sportovní aerobik vs sportovní gymnastika

Somatognostické testy	SPORTOVNÍ AEROBIČKY	SPORTOVNÍ GYMNASTKY	P-hodnota t-testu
Ramena	7.96 (6.59)	6.27 (5.57)	0.203
Pánev	8.79 (7.70)	5.14 (4.52)	<b>0.010</b>
Chodidlo	3.33 (2.70)	3.67 (2.72)	0.556
P. DHK	3.53 (1.40)	3.54 (1.59)	0.983
P. NHK	3.19 (1.04)	3.12 (1.31)	0.765
P. DDK	4.10 (1.57)	3.55 (1.37)	0.091
P. NDK	3.81 (1.74)	3.81 (1.33)	0.990

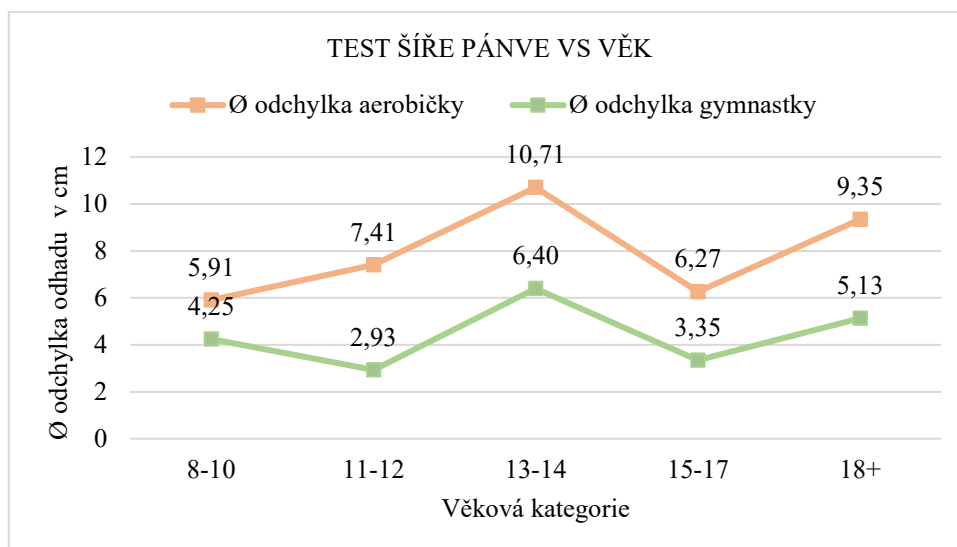
Legenda k Tabulce 5:

Čísla před závorkou představují průměrnou odchylku v cm, čísla v závorce směrodatnou odchylku v absolutní hodnotě.

Hypotéza 1 se nepotvrdila. Souhrnně pro všechny věkové kategorie byl mezi skupinami nalezen statisticky významný rozdíl pouze v **testu šíře pánve ( $p=0,010$ )**. Sportovní gymnastky v porovnání se sportovními aerobičkami odhadovaly přesněji rozměr pánve. Při testování jednotlivých věkových kategorií nebyl nalezen statisticky významný rozdíl v testu šíře pánve v žádné kategorii.

Následující graf zobrazuje vývoj velikosti odchylky odhadu rozměru pánve od reálného rozměru pánve v závislosti na věku u obou zkoumaných skupin. Ve věkové kategorii 13-14 let byl nalezen nárůst velikosti odchylky u obou zkoumaných skupin.

Graf 1 – Test šíře pánve vs věk



Rozdíly v odhadu šíře ramen, délky chodidla a polohocitu končetin byly mezi skupinami statisticky nevýznamné. Rozměr chodidla v porovnání s rozměrem pánve odhadovaly obě skupiny sportovkyň přesněji. Sportovní aerobičky měly v průměru větší reálný rozměr ramen a pánve (viz Tabulka 6). Zároveň vykazovaly větší odchylky při odhadu těchto rozměrů (v porovnání se sportovními gymnastkami však statisticky nevýznamné). Vliv na přesnost odhadu tak pravděpodobně měla velikost reálného rozměru – čím větší rozměr, tím menší přesnost jeho odhadu. Průměr reálných rozměrů se zvyšoval se zvyšujícím se věkem u obou skupin.

Tabulka 6 – Průměr reálných tělesných rozměrů v cm – sportovní aerobičky vs sportovní gymnastky

Ø reálných rozměrů	SPORTOVNÍ AEROBIČKY	SPORTOVNÍ GYMNASTKY
Ramena	34,64	33,15
Pánev	30,05	28,19
Chodidlo	23,63	23,03

Pro vyhodnocení testu dle Petrie byl použit Chí-kvadrát test. V testu dle Petrie mezi skupinami nebyl nalezen statisticky významný rozdíl. P-hodnota Chí-kvadrát testu byla 0,572. V tabulce níže je pro každou skupinu uveden počet dívek, jejichž hodnocení v testu odpovídalo normě, podhodnocování a nadhodnocování. Hodnocení většiny dívek v obou skupinách bylo v normě (viz Graf 2 a 3).

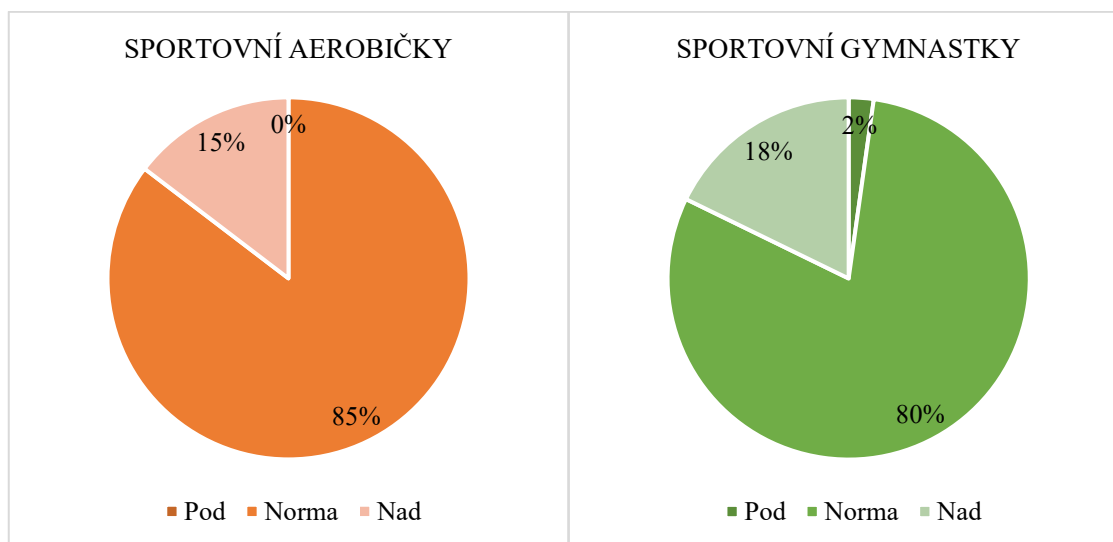
Tabulka 7 – Test dle Petrie – sportovní aerobičky vs sportovní gymnastky

Test dle Petrie	SPORTOVNÍ AEROBIČKY	SPORTOVNÍ GYMNASTKY	Celkem
Pod	0	1	1
Norma	35	36	71
Nad	6	8	15



Graf 2 – Test dle Petrie – sportovní aerobičky

Graf 3 – Test dle Petrie – sportovní gymnastky



Pro porovnání dominantních a nedominantních HKK a DKK v testování polohocitu bez ohledu na sport byl použit párový t-test. Byl použit i při porovnání u jednotlivých věkových kategorií, mimo kategorie 13-14 let v testování polohocitu DKK a kategorie 8-10 let a 13-14 let v testování polohocitu HKK, kdy byl použit Wilcoxonův test. Mezi dominantními a nedominantními končetinami nebyl v testování polohocitu pro všechny sportovkyně souhrnně nalezen statisticky významný rozdíl, a to ani souhrnně pro všechny věkové kategorie, ani zvlášť v jednotlivých věkových kategoriích.

**H2:** *Sportovní gymnastky budou mít lepší posturální stabilitu hodnocenou Y-balance testem než sportovní aerobičky.*

Pro vyhodnocení hypotézy 2 byl použit dvouvýběrový t-test, který určil, zda je statisticky významný rozdíl mezi skupinami sportovních aerobiček a sportovních gymnastek v CS dominantní a nedominantní DK. Pro vyhodnocení jednotlivých věkových kategorií byl použit také dvouvýběrový t-test, mimo kategorii 18+ v CS nedominantní DK, kdy byl použit Wilcoxonův test.

Tabulka 8 – Y-balance test – sportovní aerobičky vs sportovní gymnastky

Y-balance test	SPORTOVNÍ AEROBIČKY	SPORTOVNÍ GYMNASTKY	P-hodnota t-testu
CS DDK	95.5 (8.14)	102 (8.12)	<b>0.0003</b>
CS NDK	95.3 (7.92)	102 (9.37)	<b>0.0006</b>

Legenda k Tabulce 8:

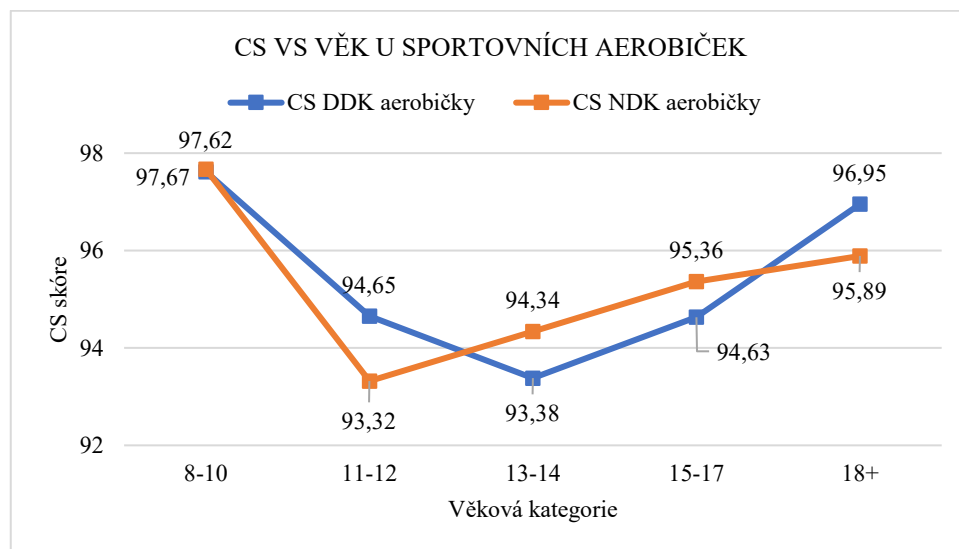
Čísla před závorkou představují průměr, čísla v závorce směrodatnou odchylku v absolutní hodnotě.

Hypotéza 2 se potvrdila. Souhrnně pro všechny věkové kategorie byl mezi skupinami nalezen statisticky významný rozdíl v CS **dominantní (p=0,0003)** i **nedominantní (p=0,0006)** DK. Sportovní gymnastky v porovnání se sportovními aerobičkami vykazovaly vyšší CS dominantní i nedominantní DK, tedy lepší dynamickou

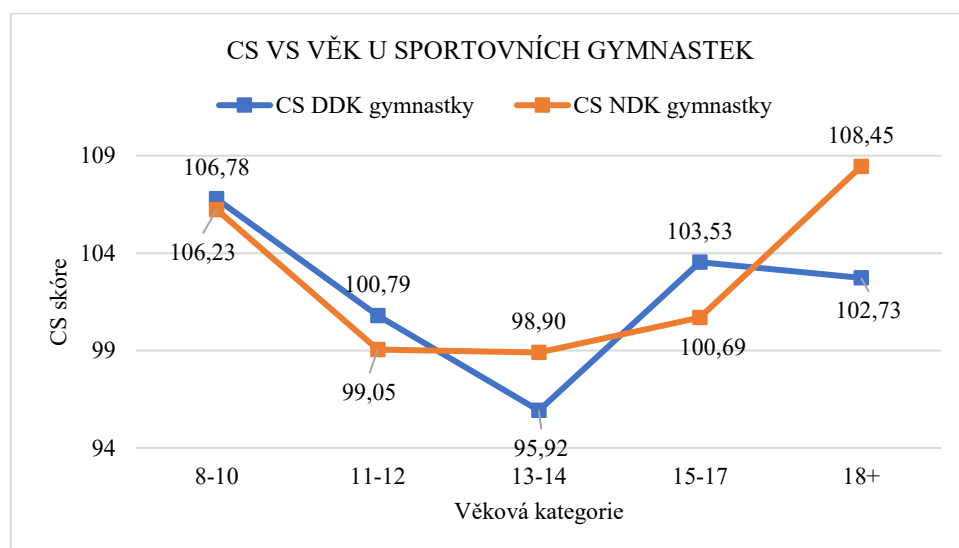
posturální stabilitu dominantní i nedominantní DK. Při testování jednotlivých věkových kategorií byl nalezen obdobný statisticky významný rozdíl mezi skupinami i ve věkových kategoriích **15-17 let (p=0,028)** pro **dominantní DK** a **8-10 let (p=0,049)** pro **nedominantní DK**.

Následující dva grafy zobrazují vývoj CS dominantní a nedominantní DK v závislosti na věku zvláště pro sportovní aerobičky a zvláště pro sportovní gymnastky. U obou zkoumaných skupin je patrný stejný fenomén, a to pokles CS dominantní a nedominantní DK ve věkových kategoriích 11-12 a 13-14 let a poté opětovný nárůst ve věkové kategorii 15-17 let.

Graf 4 – CS vs věk – sportovní aerobičky



Graf 5 CS vs věk – sportovní gymnastky



Pro porovnání CS dominantní a nedominantní DK bez ohledu na sport byl použit párový t-test. Byl použit i při porovnání u jednotlivých věkových kategorií, mimo

kategorii 18+, kdy byl použit Wilcoxonův test. Mezi CS dominantní a nedominantní DK nebyl pro všechny sportovkyně souhrnně nalezen statisticky významný rozdíl, a to ani souhrnně pro všechny věkové kategorie, ani zvláště v jednotlivých věkových kategoriích.

**H3:** *Dívky s lepší somatognozií hodnocenou pomocí testu dle Petrie, testů tělesných rozměrů a polohocitu končetin budou mít lepší posturální stabilitu hodnocenou Y-balance testem než dívky s horším hodnocením somatognozie.*

Pro vyhodnocení hypotézy 3 byla použita korelace, která určila, zda je statisticky významný vztah mezi somatognostickými testy a CS dominantní a nedominantní DK. Hypotéza 3 byla vyhodnocena souhrnně pro oba sporty bez ohledu na věk.

Tabulka 9 – Korelace – Somatognostické testy a CS pro dominantní a nedominantní DK

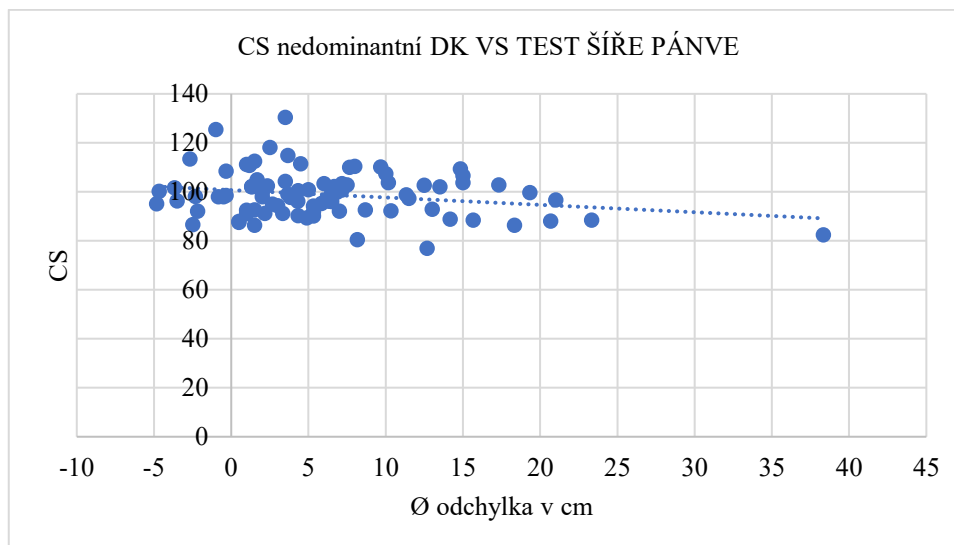
	CS dominantní DK	CS nedominantní DK
Ramena	-0.157 (0.149)	-0.127 (0.242)
Pánev	-0.206 (0.057)	<b>-0.252 (0.019)</b>
Chodidlo	0.030 (0.782)	0.015 (0.893)
P. DHK	-0.078 (0.473)	-0.074 (0.500)
P. NHK	0.030 (0.786)	0.002 (0.984)
P. DDK	-0.198 (0.067)	<b>-0.228 (0.035)</b>
P. NDK	-0.066 (0.547)	-0.146 (0.181)

Legenda k Tabulce 9:

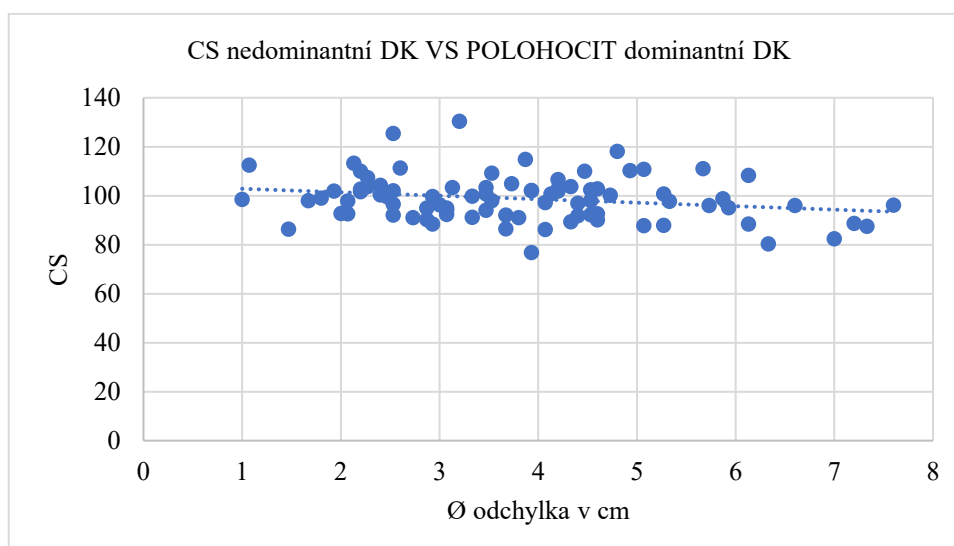
Čísla před závorkou představují korelaci, která nabývá hodnot od -1 do 1, čísla v závorce p-hodnotu.

Hypotéza 3 se nepotvrdila. Statisticky významná korelace byla nalezena pouze mezi **CS nedominantní DK a testem šíře pánve ( $p=0,019$ )** a mezi **CS nedominantní DK a polohocitem dominantní DK ( $p=0,035$ )**. Čím přesnější byl odhad rozměru pánve, tím vyšší bylo CS nedominantní DK, tedy tím lepší byla posturální stabilita nedominantní DK (viz Graf 6). Čím přesnější byl odhad v testování polohocitu dominantní DK, tím vyšší bylo CS nedominantní DK, tedy tím lepší byla posturální stabilita nedominantní DK (viz Graf 7). Obdobný vztah, těsně pod hranicí statistické významnosti (významný při hladině významnosti 10 %), se objevil i mezi CS dominantní DK a testem šíře pánve a mezi CS dominantní DK a polohocitem dominantní DK. Vztah mezi somatognozií a posturální stabilitou celkově nebyl vyhodnocen ani jako silný, ani jako konzistentní. S lepší stabilitou DKK byl spojen zejména přesnější odhad rozměru pánve.

Graf 6 – CS nedominantní DK vs test šíře pánve



Graf 7 – CS nedominantní DK vs polohocit dominantní DK



**H4:** *Dívky s vyšším Beighton skóre budou mít horší posturální stabilitu hodnocenou Y-balance testem než dívky s nižším skóre.*

Pro vyhodnocení hypotézy 4 byla použita korelace, která určila, zda je statisticky významný vztah mezi BS a CS dominantní a nedominantní DK. Hypotéza 4 byla vyhodnocena souhrnně pro oba sporty bez ohledu na věk.

Tabulka 10 – Korelace – BS a CS pro dominantní a nedominantní DK

	CS dominantní DK	CS nedominantní DK
BS	<b>-0.220 (0.041)</b>	-0.198 (0.067)

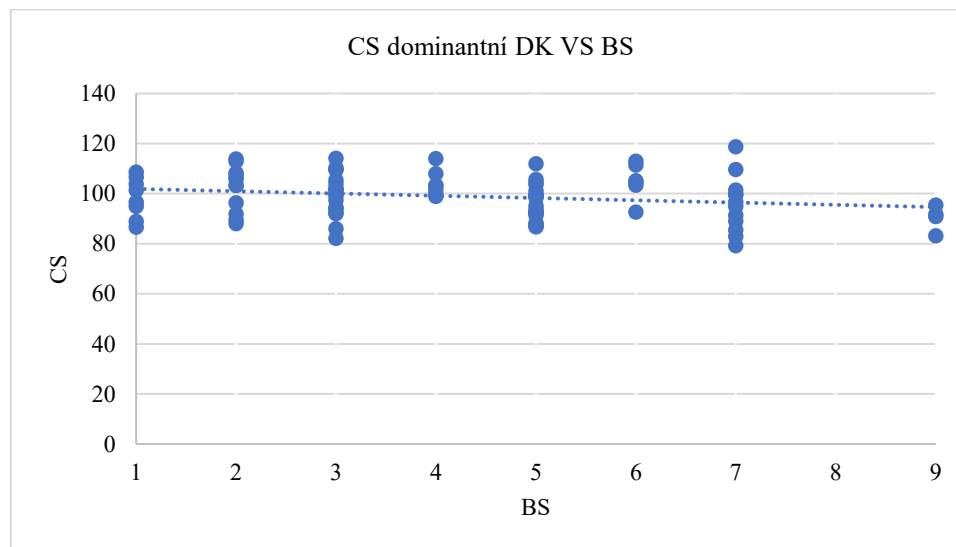
Legenda k Tabulce 10:

Čísla před závorkou představují korelaci, která nabývá hodnot od -1 do 1, čísla v závorce p-hodnotu.

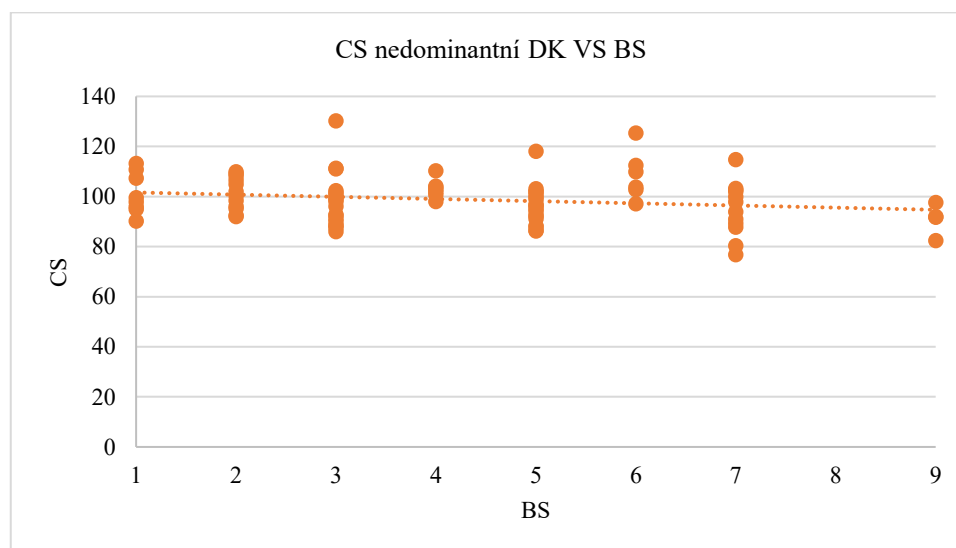
Hypotéza 4 se nepotvrdila. Statisticky významná korelace byla nalezena pouze mezi **BS** a **CS dominantní DK**. Čím vyšší bylo BS tím nižší bylo CS dominantní

DK, tedy tím horší byla posturální stabilita dominantní DK. Obdobný vztah, těsně pod hranici statistické významnosti (významný při hladině významnosti 10 %), se objevil i mezi BS a CS nedominantní DK.

Graf 8 – CS dominantní DK vs BS



Graf 9 – CS nedominantní DK vs BS



V BS mezi sportovními aerobičkami a sportovními gymnastkami dvouvýběrový t-test neodhalil statisticky významný rozdíl.

Tabulka 11 – BS – sportovní aerobik vs sportovní gymnastika

	SPORTOVNÍ AEROBIK	SPORTOVNÍ GYMNASTIKA	P-hodnota t-testu
BS	3.61 (2.11)	3.91 (2.11)	0.129

Legenda k Tabulce 11:

Čísla před závorkou představují průměr, čísla v závorce směrodatnou odchylku v absolutní hodnotě.

Pokud by se vyhodnocovala hypermobilita dle BS s použitím hraničního skóre pro stanovení hypermobility 4/9 u dospělých a 6/9 u nezletilých, tak jak uvádí např. Engelbert

a Rombaut (2022) nebo Physiopedia (2023), bylo by hypermobilních 34,15 % sportovních aerobiček a 31,11 % sportovních gymnastek.

**H5:** *Dívky nadhodnocující sensorické podněty v testu dle Petrie budou více nadhodnocovat tělesné rozměry a budou mít vyšší skóre v Body attitude testu.*

Pro vyhodnocení hypotézy 5 byla použita ANOVA, která určila, zda je statisticky významný rozdíl mezi skupinami, které hodnotí v testu dle Petrie v normě, nadhodnocují nebo podhodnocují v odhadu tělesných rozměrů a ve skóre v BAT. Hypotéza 5 byla vyhodnocena souhrnně pro oba sporty bez ohledu na věk.

Tabulka 12 – Test dle Petrie vs testy tělesných rozměrů a BAT

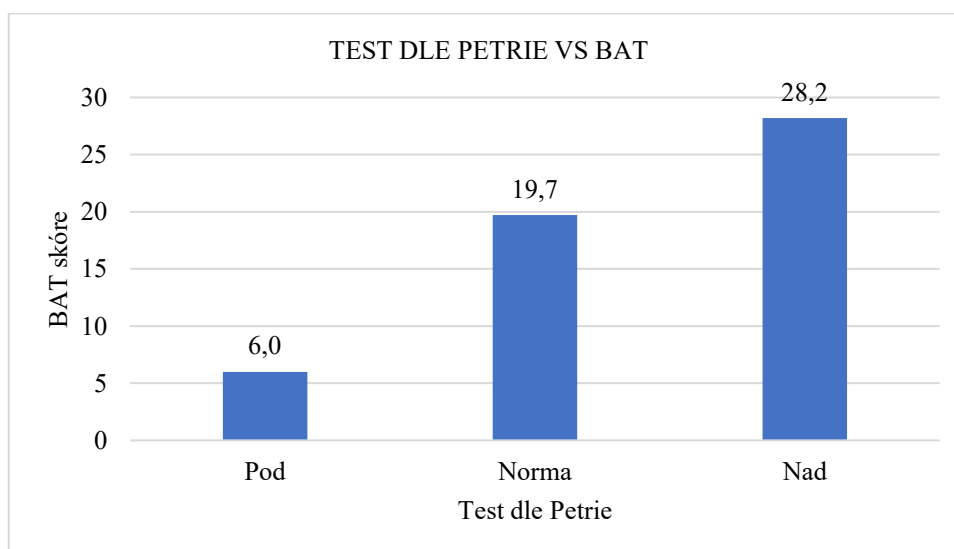
	Pod	Norma	Nad	P-hodnota ANOVA
Ramena	12.3	5.88 (5.21)	12.8 (7.22)	<0.001
Pánev	1	5.40 (4.80)	14.8 (8.16)	<0.001
Chodidlo	3.17	3.22 (2.35)	4.98 (3.90)	0.083
BAT	6	19.7 (11.7)	28.2 (13.7)	0.028

Legenda k Tabulce 12:

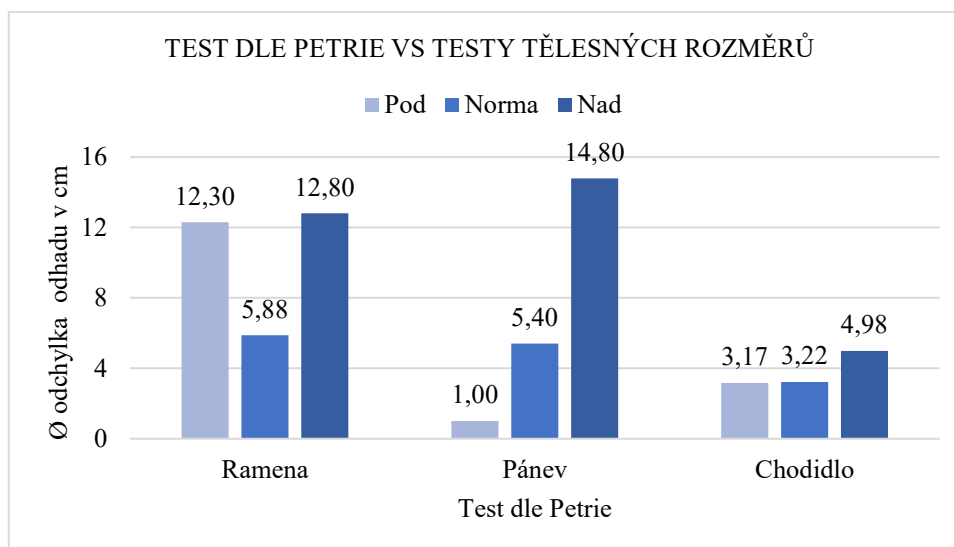
Čísla před závorkou představují průměrnou odchylku (pro testy tělesných rozměrů), průměr (pro BAT), čísla v závorce směrodatnou odchylku v absolutní hodnotě. U podhodnocování není uvedena směrodatná odchylka, protože podhodnocovala pouze jedna dívka.

Hypotéza 5 se nepotvrdila. Statisticky významný rozdíl mezi skupinami byl nalezen pouze ve skóre **BAT (p=0,028)**, v odhadu **šíře ramen (p<0,001)** a **pánve (p<0,001)**. Dívky, které nadhodnocovaly v testu dle Petrie, nadhodnocovaly i rozměr ramen a pánve a vykazovaly vyšší skóre v BAT. Mírně nadhodnocovaly i délku chodidla, avšak statisticky nevýznamně.

Graf 10 – Test dle Petrie vs BAT



Graf 11 – Test dle Petrie vs testy tělesných rozměrů



Vyhodnocení této hypotézy ovlivnila různá velikost porovnávaných skupin. Jak uvádí Tabulka 7 a Graf 1 a 2. Hodnocení v testu dle Petrie bylo u většiny dívek v normě, 15 dívek nadhodnocovalo a pouze jedna dívka podhodnocovala.

V rámci této hypotézy byl dále dvouvýběrovým t-testem vyhodnocen rozdíl mezi skupinami sportovních aerobiček a sportovních gymnastek v BAT. Pro vyhodnocení jednotlivých věkových kategorií byl použit také dvouvýběrový t-test, mimo kategorií 8-10 let, 13-14 let, 15-17 let, kdy byl použit Wilcoxonův test.

Tabulka 13 – BAT – sportovní aerobik vs sportovní gymnastika

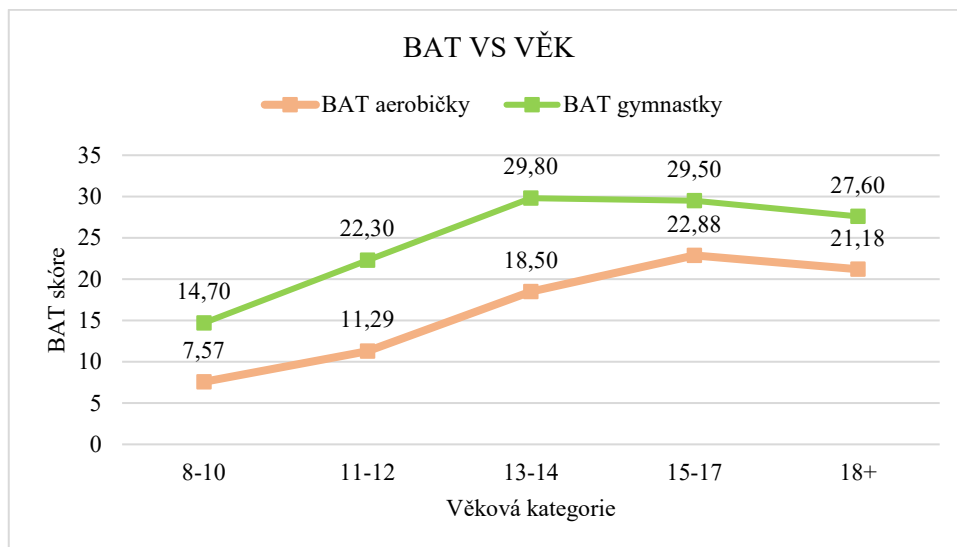
	SPORTOVNÍ AEROBIČKY	SPORTOVNÍ GYMNASTIKA	P-hodnota t-testu
BAT	17.0 (12.2)	24.5 (11.6)	<b>0.005</b>

Legenda k Tabulce 13:

Čísla před závorkou představují průměr, čísla v závorce směrodatnou odchylku v absolutní hodnotě.

Pro všechny věkové kategorie souhrnně byl v **BAT (p=0,005)** mezi skupinami nalezen statisticky významný rozdíl. Sportovní gymnastky měly v porovnání se sportovními aerobičkami vyšší skóre v BAT. Při testování jednotlivých věkových kategorií byl nalezen obdobný statisticky významný rozdíl mezi skupinami i ve věkových kategoriích **11-12 let (p=0,003)** a **13-14 let (p=0,045)**.

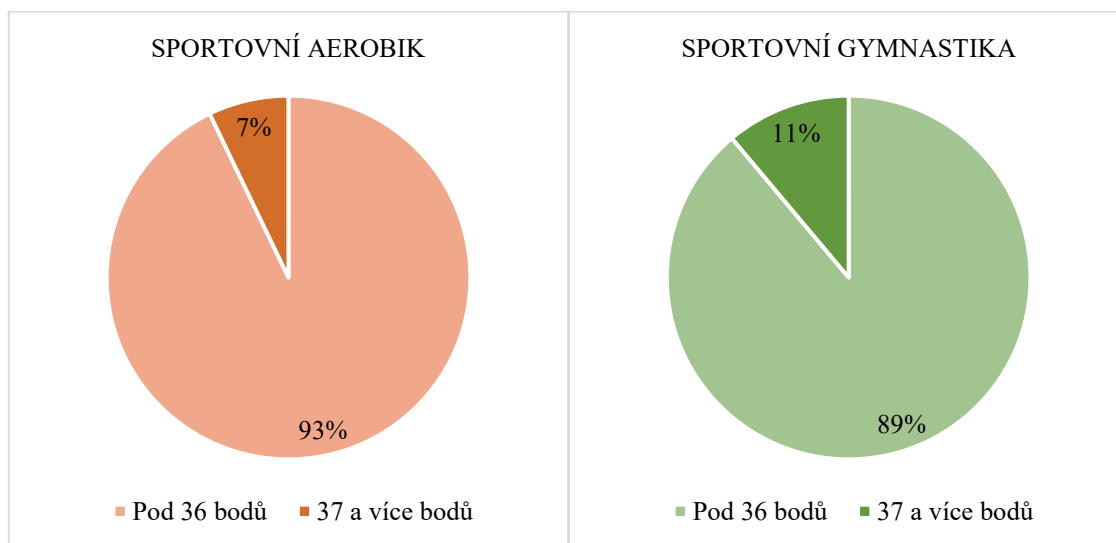
Graf 12 – BAT vs věk



U většiny testovaných sportovkyň však skóre v BAT nepřesáhlo hraničních 36 bodů, které by signalizovalo neoptimální tělesné sebepojetí. Ve skupině sportovních aerobiček překročily skóre 36 bodů 3 dívky, ve skupině sportovních gymnastek 5 dívek. Většina testovaných sportovkyň měla tedy dle BAT optimální tělesné sebepojetí.

Graf 13 – BAT – sportovní aerobik

Graf 14 BAT – sportovní gymnastika





## 6 Diskuze

### 6.1 Diskuze k hypotéze 1

**H1:** *Sportovní gymnastky budou mít lepší somatognozii hodnocenou pomocí testu dle Petrie, testů tělesných rozměrů a polohocitu končetin, než sportovní aerobičky.*

V tomto výzkumu měly sportovní gymnastky v porovnání se sportovními aerobičkami lépe rozvinutou somatognozii v oblasti pánve (přesněji odhadovaly rozměr pánve). Statisticky významný rozdíl se projevil při hodnocení všech věkových kategorií dohromady, při hodnocení jednotlivých věkových kategorií zvláště nikoli. Ve věkové kategorii 13-14 let se somatognozie zhoršila u obou skupin. V kategorii 15-17 let se pak znovu zlepšila (více k tomuto jevu viz kap. 6.2 Diskuze k hypotéze 2).

Důvodem, proč měly sportovní gymnastky v oblasti pánve lepší somatognozii než sportovní aerobičky, může být specifčnost gymnastických sportovních disciplín a tréninku. Kladina, jedna z gymnastických disciplín, na které se sportovkyně pohybují rychle, ve výšce nad zemí a o úzké opěrné bázi, jistě vyžaduje pro udržení posturální stability velmi kvalitní somatosenzitivní aferentaci a to nejen z oblasti DKK, ale právě i z oblasti pánve. Oproti tomu poskoky a skoky, které jsou typické pro sportovní aerobik, možná spíše než vysokou kvalitu somatosenzitivní aferentace vyžadují vysokou anaerobní zdatnost. Zemková (2014) uvádí, že časté skoky na tvrdším povrchu, typické právě pro sportovní aerobik, mohou stimulovat proprioceptory tak intenzivně, že se sníží jejich citlivost. Tím se může snížit kvalita somatosenzitivní aferentace a následně i kvalita posturální kontroly a samotné posturální stability.

Studii zabývajících se somatognozií u sportovců bylo v porovnání se studii zabývajících se posturální stabilitou u sportovců při zpracování literární rešerše k této práci nalezeno poměrně málo. Uvádí se, že sportovci v porovnání s nespportovci mají diferencovanější tělesné schéma a kvalitnější somatognozii. Tapajčíková et al. (2022) se zabývala somatognozií a gnostickými funkcemi u karatistů. U karatistů v porovnání s nespportovci zjistila přesnější odhad tělesných rozměrů a větší přesnost úderů.

Stejně tak bylo dohledáno i málo studií, které by se zabývaly přímo vztahem mezi somatognozií a posturální stabilitou. Výjimkou byla studie Frčové a Flosníkové (2020), která zkoumala somatognostické a balanční schopnosti u sportovců vykonávajících sprint, atletickou chůzi, hody, skoky do dálky, judo, basketbal a lední hokej na nejvyšší

úrovni soutěže. Zjistila, že kvalita somatognostických a balančních schopností závisí zejména na charakteru sportovní aktivity a že vykonávání sportovní aktivity, i přestože se jedná o vysokou úroveň soutěže, nemusí vždy automaticky znamenat lepší gnostické a balanční schopnosti. Sprinteři a basketbalisti totiž vykazovaly v porovnání s dalšími sportovními disciplínami horší hodnocení stereognozie (Frčová a Flosníková, 2020).

Cílem tohoto výzkumu nebylo zjišťování incidence a prevalence zranění u sportovců. O kvalitě posturální stability hovoří jako o prediktoru zranění ve sportu řada studií, např. studie autorů Alkathami (2023), O'Connor et al. (2020), Ruffe et al. (2019). O kvalitě somatognozie však nikoli, nebo se takové studie nepodařilo dohledat. Jak přitom tvrdí někteří autoři např. Frčová a Flosníková (2020), Martínez de Quel et al. (2020), Tapajčíková et al. (2022), nebo Chmielewski et al. (2021), kvalitní somatosenzitivní aferentace je předpokladem kvality pohybových úkonů a je pro sportovce nezbytná. Proto by předmětem dalšího výzkumu mohlo být sledování incidence zranění u sportovců nejen ve vztahu k posturální stabilitě, ale i ke kvalitě somatognozie.

## 6.2 Diskuze k hypotéze 2

**H2:** *Sportovní gymnastky budou mít lepší posturální stabilitu hodnocenou Y-balance testem než sportovní aerobičky.*

Sportovní gymnastky v porovnání se sportovními aerobičkami vykazovaly v tomto výzkumu lepší posturální stabilitu obou DKK. A to při vyhodnocení všech věkových kategorií dohromady i zvláště v kategorii 8-10 let pro obě DKK a 15-17 let pro dominantní DK. Ve věku 11-12 let a 13-14 let se posturální stabilita obou DKK zhoršila u obou skupin. Znovu se pak zlepšila ve věku 15-17 let. Lateralita DKK neměla v tomto výzkumu na kvalitu posturální stability vliv.

Zemková (2004) tvrdí, že gymnastika klade na posturální stabilitu vysoké nároky. Anderson et al. (2022) dodávají, že její trénování zkvalitňuje posturální kontrolu a tím i posturální stabilitu. Marcolin et al. (2019) však uvádějí, že lepší posturální stabilita u gymnastů byla zaznamenána pouze u posturálních úkolů typických pro gymnastiku, u jednodušších nikoli.

Lepší posturální stabilitu u sportovců vykonávajících sportovní gymnastiku v porovnání s některými dalšími sporty uvádějí také Davlin (2004) nebo např. Andreeva et al. (2021). Ještě lepší posturální stabilitu než u gymnastů však Andreeva et al. (2021)

vyhodnotili u střelců. Pozitivní vliv vykonávání sportovní gymnastiky na kvalitu posturální stability zjistila ve svém výzkumu také Sosnovcová (2021), která porovnávala posturální stabilitu sportovních gymnastek a sportovních aerobiček pomocí Y-balance testu.

Opala-Berdzik et al. (2021) zjišťovali úroveň posturální stability u adolescentních sportovních gymnastek v porovnání s nespportovkyněmi. Posturální stabilitu hodnotila pomocí silové desky, a to v klidném stoji, při přechodu do maximálního předklonu a při stání v maximálním předklonu. U gymnastek zjistila menší antero-posteriorní a medio-laterální výchylky těžiště.

Jak je z této i předchozí kapitoly patrné, období zhoršené stability DKK se v tomto výzkumu krylo s obdobím zhoršené somatognozie v oblasti pánve. To lze přisuzovat změnám, kterými v tomto období dívčí tělo prochází. Ve věku kolem 15-17 let se posturální stabilita i somatognozie v oblasti pánve znovu zlepšily, a to pravděpodobně v důsledku ustálení těchto změn. V období dospívání dochází během krátkého časového horizontu k růstu a ke změnám tělesných proporcí (u dívek právě v oblasti pánve) (Stackeová, 2015). Proto může být v tomto období narušené vnímání těla, jehož projevem pak může být snížení kvality somatognozie a zvýšení koordinačních obtíží (Longo et al., 2010).

### **6.3 Diskuze k hypotéze 3**

**H3:** *Dívky s lepší somatognozií hodnocenou pomocí testu dle Petrie, testů tělesných rozměrů a polohocitu končetin budou mít lepší posturální stabilitu hodnocenou Y-balance testem než dívky s horším hodnocením somatognozie.*

S lepší posturální stabilitou DKK byl v tomto výzkumu spojen zejména přesnější odhad rozměru pánve. Dále také i přesnější odhad při testování polohocitu DKK.

Konkrétně čím přesnější byl odhad rozměru pánve, tím lepší byla posturální stabilita nedominantní DK. Dále čím přesnější byl odhad v testování polohocitu dominantní DK, tím lepší byla posturální stabilita nedominantní DK. Obdobný vztah, ač statisticky nevýznamný, se objevil i mezi výše uvedenými somatognoztickými testy a posturální stabilitou dominantní DK.

Tato hypotéza byla vyhodnocena pro všechny sportovkyně najednou, bez rozlišení toho, jaký sport vykonávají. Jak je patrné již z diskuzí k hypotézám 1 a 2,

lepší somatognozii v oblasti pánve a zároveň i lepší posturální stabilitu obou DKK měly sportovní gymnastky. V tomto výzkumu tedy lepší somatognozie v oblasti pánve a lepší posturální stabilita pozitivně korelovaly spíše s vykonáváním sportovní gymnastiky, než že by korelovaly mezi sebou. To, že kvalita somatognostických a balančních schopností závisí zejména na charakteru vykonávané sportovní aktivity, uvádí také Frčová a Flosníková (2020). Spíše než ke korelaci gnostických a balančních schopností mezi sebou se ale vyjadřují k úrovni těchto schopností u jednotlivých sportů.

V tomto výzkumu byla testována pouze posturální stabilita DKK, nikoli HKK. Objasnění vztahu mezi úrovní somatognozie v oblasti HKK a např. stabilitou ramenních pletenců by mohlo být předmětem další výzkumné práce.

#### **6.4 Diskuze k hypotéze 4**

**H4:** *Dívky s vyšším Beighton skóre budou mít horší posturální stabilitu hodnocenou Y-balance testem než dívky s nižším skóre.*

V technicko-estetických sportech, jako je např. gymnastika, krasobruslení, nebo tanec, se hypermobilita objevuje ve větší míře (Armstrong, 2018; Schmidt et al., 2017; Satrapová a Nováková, 2012). Hypermobilita u dětí je často předpokladem, ač nevhodným, k výběru právě takovýchto sportů (Satrapová a Nováková, 2012).

V tomto výzkumu byla při použití hraničního skóre 4/9 u dospělých a 6/9 u nezletilých pro stanovení hypermobility dle BS, tak jak uvádí např. Engelbert a Rombaut (2022) nebo Physiopedia (2023), nalezena hypermobilita přibližně u třetiny všech probandek. Mezi sportovními aerobičkami a sportovními gymnastkami nebyl nalezen statisticky významný rozdíl. Hypermobilních bylo 34,15 % sportovních aerobiček a 31,11 % sportovních gymnastek.

Sosnovcová (2021) použila jednotné hraniční skóre 4/9, protože hodnoty BS naměřené v mladších věkových kategoriích se v jejím výzkumu příliš nelišily od starších. Nalezla hypermobilitu u 88 % sportovních aerobiček a 84 % sportovních gymnastek. Pokud by v tomto výzkumu bylo použito hraniční skóre 4/9 bez ohledu na věk, naměřené hodnoty by se přibližovaly výsledkům Sosnovcové (2021). Hypermobilních by bylo 60,98 % sportovních aerobiček a 48,89 % sportovních gymnastek. Armstrong (2018) zjistil hypermobilitu u 56 % gymnastů a 68 % gymnastek. Ten mimo BS hodnotil i rozsahy pohybů v kořenových kloubech, hlezenních kloubech

a extenzi páteře. Schmidt et al. (2017) zjistili hypermobilitu u 24,6 % gymnastek TeamGymu. Jak je patrné z výše uvedených studií, prevalence hypermobility není jednotná.

V tomto výzkumu se se zvyšujícím se BS zhoršovala posturální stabilita dominantní DK. Obdobný vztah, ač statisticky nevýznamný, se objevil i mezi BS a posturální stabilitou nedominantní DK. Sosnovcová (2021) naopak ve svém výzkumu zjistila, že se zvyšujícím se BS se posturální stabilita mírně, statisticky nevýznamně, zlepšovala.

Scheper et al. (2017) a Smith et al. (2013), tvrdí, že při hypermobilitě je zhoršená kvalita propriocepce. Jak je již uvedeno výše (viz kap. 6.1 Diskuze k hypotéze 1), propriocepce je důležitou složkou somatosenzitivní aferentace a ta je zase nezbytná pro posturální kontrolu a posturální stabilitu. Proto může mít zhoršená propriocepce při hypermobilitě negativní dopad na posturální funkce. Steinberg et al. (2021) hodnotili tanečnice ve věku 12-14 let a zjistili, že zvýšená míra hypermobility u nich korelovala se zhoršenou propriocepcí a zhoršenou posturální stabilitou. Zhoršenou posturální stabilitu u hypermobilních nohejbalistů oproti nehypermobilním našli také Soper et al. (2014). Naopak Ambegaonkar et al. (2016), kteří hodnotili pasivní hyperextenzi kolen dle BS a anteriorní, posteromediální a posterolaterální směr pomocí SEBT u vysokoškolských tanečnic, mezi mírou hypermobility DKK a posturální stabilitou zjistili pozitivní korelaci. Testovali však jen 20 tanečnic a pouze 3 z nich byly hypermobilní.

## **6.5 Diskuze k hypotéze 5**

**H5:** *Dívky nadhodnocující sensorické podněty v testu dle Petrie budou více nadhodnocovat tělesné rozměry a budou mít vyšší skóre v Body attitude testu.*

Véle (2006) uvádí, že jedinci, kteří v testu dle Petrie nadhodnocují, mají větší sklon k přehánění, větší tendenci k usilovnému cvičení a zvýšenému vnímání vlastního těla. Podkladem pro tuto hypotézu byl předpoklad, že při nadhodnocování sensorických podnětů dle Petrie se nadhodnocování projeví i v hodnocení tělesných rozměrů. Pokud Véle (2006) tvrdí, že jedinci, kteří nadhodnocují v testu dle Petrie, vnímají vlastní tělo se zvýšenou pozorností, mohou být tytéž jedinci vnímavější ke svým tělesným nedokonalostem a v důsledku toho i negativněji hodnotit své tělesné sebepojetí.

Dívky, které v rámci tohoto výzkumu nadhodnocovaly v testu dle Petrie, nadhodnocovaly i rozměr ramen a pánve a vykazovaly vyšší skóre v BAT. Mírně, ač statisticky nevýznamně, nadhodnocovaly i délku chodidla. Tyto výsledky však nelze považovat za signifikantní, protože hodnocení většiny dívek v testu dle Petrie bylo v normě a podhodnocovala pouze jedna dívka.

Oproti tomu Kočí (2019), která hodnotila diskriminační čítí, BAT a test dle Petrie u pacientek s mentální anorexií, mezi normálně hodnotící, podhodnocující a nadhodnocující skupinou v testu dle Petrie statisticky významný rozdíl v BAT nenalezla.

Sportovní gymnastky měly v tomto výzkumu v porovnání se sportovními aerobičkami vyšší skóre v BAT. Statisticky významný rozdíl se projevil při hodnocení všech věkových kategorií dohromady i při hodnocení jednotlivých věkových kategorií zvlášť, a to v kategoriích 11-12 let a 13-14 let. Toto věkové rozmezí se opět kryje s obdobím dospívání a řadou probíhajících změn v dívčím těle (více viz. kap. 6.2 Diskuze k hypotéze 2). Většina sportovkyň však dle BAT vykazovala optimální tělesné sebepojetí.

Rommel et al. (2021) uvádějí, že u dívek vykonávajících rytmickou gymnastiku v porovnání s kontrolou může být vyšší pravděpodobnost nespokojenosti se svým tělem. U 53 dívek (včetně kontroly) ve věku 14-18 let hodnotili výšku, hmotnost, složení těla, energetický příjem a výdej, tréninkový objem, biomarkery v krvi a BAT. Ačkoli rytmické gymnastky vykazovaly zhoršené tělesné sebepojetí, v porovnání s kontrolou rozdíl nebyl statisticky významný.

Salbach et al. (2007) se zabývali zkreslením obrazu těla u dívek provádějících rytmickou gymnastiku, u dívek s mentální anorexií a u běžných středoškolských studentek. Gymnastky prokazovaly mírně zkreslený sebeobraz v oblasti břicha, dívky s mentální anorexií měly výrazně zkreslený tělesný obraz a středoškolské studentky byly bez zkreslení obrazu svého těla.

## 6.6 Diskuze k metodám sběru dat

Podobné kombinace **somatognostických testů**, jako byly použité v tomto výzkumu, se ve studiích a výzkumech zkoumajících somatognozií a gnostické funkce běžně používají. Test dle Petrie, testy odhadu tělesných rozměrů (test šíře pěstí a ramen) a 3 kinestetické testy (přesnost úderu bez zrakové kontroly) použila k hodnocení

gnostických funkcí u karatistů např. Tapajčíková et al. (2022). Podobné testy použily i Frčová a Flosníková (2020) ve studii porovnávající gnostické a balanční schopnosti mezi různými sportovními disciplínami. Způsob testování polohocitu končetin v tomto výzkumu vycházel z Lepšíkové a Koláře, byl inspirován závěrečnou prací Pelánové, ve které byl použit obdobný způsob testování polohocitu končetin (Kolář et al., 2009; Pelánová, 2017). Byl vybrán, protože umožňoval velmi podobným způsobem otestovat jak HKK, tak DKK.

**BS** je standardně používaný nástroj k hodnocení konstituční hypermobility. V této podobě jej sestavili v roce 1973 Beighton et al. (Engelbert a Rombaut, 2022). Systematická review Bockhornové et al. (2021) považuje BS za vysoce spolehlivý klinický nástroj k hodnocení konstituční hypermobility, a to např. i mezi různými hodnotiteli. Potvrdila vysokou reliabilitu intra i interrater BS u hypermobilních i nehypermobilních jedinců. Analyzovala celkem 24 studií, ve kterých bylo hodnoceno celkem 1333 jedinců ve věkovém rozmezí 4-71 let. Malek et al. (2021) se vyjadřují k limitům BS (viz kap. 2.2.10 Hodnocení hypermobility). Komplexněji hypermobilitu hodnotí Brightonská kritéria.

**Y-balance test** je opět hojně využívaným nástrojem k hodnocení dynamické posturální stability či k predikci zranění. Y-balance test jako prediktor zranění zkoumala např. studie Alkhatamiho (2023). Zjistila, že zvýšené CS Y-balance testu u fotbalistů univerzitní ligy silně koreluje se snížením rizika zranění. Ruffe et al. (2020) tvrdí, že zvýšené riziko zranění u středoškolských cross-country běžců predikovala větší asymetrie v dosahu DKK.

Systematická review Pliskyho et al. (2021) vyhodnotila Y-balance test jako vysoce kvalitní a spolehlivý test pro hodnocení dynamické neuromuskulární kontroly. Do jejich výzkumu bylo zahrnuto 57 studií, které hodnotily reliabilitu, populační rozdíly a predikci zranění při testování Y-balance testem. Totéž tvrdí i systematická review Powena et al. (2019). Podle nich má Y-balance test vynikající intra i interrater reliabilitu u zdravých dospělých. Proto lze porovnávat výsledky změřené jinými hodnotiteli i stejným hodnotitelem v různých termínech. Vysokou spolehlivost u adolescentů uvedli např. Schwiertze et al. (2019). Testovali 178 adolescentů ve věku 11-19 let. Stejně tak Stoddard et al. (2022), kteří testovali 26 nesportujících adolescentů ve věku okolo 13 let.

Již zmíněná systematická review Powena et al. upozorňuje také na odlišnosti postupu měření Y-balance testu, které se mezi studii objevují. Jde např. o rozdílný počet zkušebních pokusů, o postavení HKK, uložení paty stojné DK, poloha chodidla na testovacím bloku. Nezdá se však, že by tyto rozdíly intra a interrater reliabilitu Y-balance testu příliš ovlivňovaly. Nicméně pro účel porovnání by měl být zachován konzistentní postup měření (Powen et al., 2019). Plisky et al. (2009) uvádějí mezi studii také odlišnosti v tom, jestli byli jedinci měření naboso nebo v botách a jak byla měřena délka DKK (jenom pravé, nebo obou, k malleolus medialis, nebo lateralis), jak bylo vypočítáno CS (z nejlepších dosažených pokusů nebo z průměru všech pokusů), či jestli vůbec byla provedena normalizace dat pomocí výšky nebo délky DKK testovaného jedince.

**BAT** hodnotící tělesné sebepojetí se využívá i při hodnocení zdravé populace (Brytek-Matera a Rogoza, 2016), a to u plnoleté i nezletilé části populace. Např. standardizace španělské verze BAT proběhla na dívkách školního věku (Gila et al., 1999). U dětí jej k hodnocení tělesného sebepojetí použily např. Kočí a Pelikánová ve svých diplomových pracích (Kočí, 2019; Pelikánová, 2021). V průběhu sběru dat pro tento výzkum bylo při vyplňování BAT u některých probandek zaznamenáno nepochopení významu některých slov nebo tvrzení v dotazníku. Zdaleka nešlo jen o probandky v nejmladších věkových kategoriích. Muselo být dovysvětleno např. slovo „břemeno“, či tvrzení „Cítím se ve svém těle jako doma.“, nebo „Mohu se po tělesné stránce lehce uvolnit.“.

## **6.7 Diskuze k limitacím výzkumné práce**

Jednou z limitací tohoto výzkumu je menší počet testovaných probandek a jejich nerovnoměrné rozložení v jednotlivých věkových kategoriích. Nejvíce se to projevilo u sportovních gymnastek ve věkové kategorii 18+. Zúčastnilo se jich pouze 5, zároveň v této věkové kategorii nebylo vyloučena z účasti ve výzkumu pro přítomnost vylučovacích kritérií ani jedna. Ve vyšších věkových kategoriích vzhledem k náročnosti sportu ubývá aktivních závodnic. Ve sportovním aerobiku dívky pokračují ve své sportovní kariéře častěji až do vyššího věku. Z tohoto důvodu se pravděpodobně podařilo změřit ve věkové kategorii 18+ více sportovních aerobiček než gymnastek. Výsledky tohoto výzkumu jsou aplikovatelné pouze na jeho výzkumný vzorek, není tedy možné je generalizovat. Dále je nutné podotknout, že zahrnutí 13 sportovkyň, které byly



z výzkumu vyloučeny pro přítomnost vylučovacích kritérií, do výzkumu, by mohlo výsledky ovlivnit.

Protože měření probíhalo v prostorách jednotlivých sportovních klubů (neprobíhalo tedy na jednom místě), nebylo vždy možné zajistit naprosto totožné podmínky pro měření. Na druhou stranu byly dívky měřeny v prostorách, kde běžně trénují a nebyly při měření vystaveny stresu z neznámého prostředí. Měření probíhalo v odpoledních hodinách, v neklidnější části tělocvičny.

Sběr dat byl poměrně časově náročný. Pro některé, zejména mladší probandky, bylo náročné se tak dlouho soustředit. Proto nebylo v rámci testování Y-balance testem použito obvyklých 6 zkušebních pokusů pro každou DK do každého směru, jak uvádí např. (Plisky et al., 2009; Gribble et al., 2012), ale pouze 3-4. Robinson a Gribble (2008) to považují za dostačující množství zkušebních pokusů.

Dále, opět z důvodu časové úspory, byl výsledek testu dle Petrie hodnocen pouze dle probandkou označeného pásma (tedy norma, nadhodnocování, podhodnocování). Získaná data by však byla přesnější, pokud by probandkou označená šíře na testovacím hranolu byla změřena např. pravítkem.

## 7 Závěr

Cílem této diplomové práce bylo zhodnotit somatognozii, konstituční hypermobilitu a posturální stabilitu u zkoumaných skupin (tedy skupiny sportovních aerobiček a skupiny sportovních gymnastek) a jejich následné porovnání mezi sebou. Dalším cílem bylo zjistit, zda existuje korelace mezi jednotlivými zkoumanými modalitami, tedy somatognozií, konstituční hypermobilitou, posturální stabilitou, schopností vyhodnocovat senzorické podněty a tělesným sebepojetím.

Výzkumu se zúčastnilo 86 dívek a žen ve věkovém rozmezí 8-24 let, 41 ve skupině sportovních aerobiček, 45 ve skupině sportovních gymnastek. Byly rozděleny do věkových kategorií odpovídajících věkovým kategoriím stanoveným Pravidly sportovního aerobiku pro rok 2022-2024. Byl u nich hodnocen test dle Petrie, BAT, testy tělesných rozměrů (test šíře ramen, šíře pánve, délky chodidla), polohotic končetin, BS a Y-balance test.

Sportovní gymnastky vykazovaly lepší somatognozii v oblasti pánve, při porovnání všech věkových kategorií dohromady. Zároveň vykazovaly i lepší posturální stabilitu obou DKK, a to při porovnání všech věkových kategorií dohromady a zvláště v kategorii 8-10 let pro obě DKK a 15-17 let pro dominantní DK. V období dospívání, tedy ve věkové kategorii 11-12 a zejména 13-14 let došlo ke zhoršení somatognozie v oblasti pánve a zhoršení posturální stability obou DKK u obou zkoumaných skupin. Ve věku 15-17 let se potom opět zlepšily. S lepší posturální stabilitou byla spojena zejména lepší somatognozie v oblasti pánve, polohocit dominantní DK, statisticky nevýznamně i polohocit nedominantní DK. V tomto výzkumu lepší somatognozie v oblasti pánve a lepší posturální stabilita pozitivně korelovaly spíše s vykonáváním sportovní gymnastiky, než že by korelovaly mezi sebou. Hypermobilních bylo 34,15 % sportovních aerobiček a 31,11 % sportovních gymnastek. Se zvyšujícím se BS se zhoršovala posturální stabilita dominantní DK, statisticky nevýznamně se zhoršovala i posturální stabilita nedominantní DK. Dívky, které v rámci tohoto výzkumu nadhodnocovaly v testu dle Petrie, nadhodnocovaly i rozměr ramen a pánve a vykazovaly vyšší skóre v BAT, statisticky nevýznamně nadhodnocovaly i délku chodidla. Tyto výsledky však nelze považovat za signifikantní, protože hodnocení většiny dívek v testu dle Petrie bylo v normě a podhodnocovala pouze jedna dívka. Většina dívek dle BAT vykazovala optimální tělesné sebepojetí. V porovnání se sportovními

aerobičkami však sportovní gymnastky vykazovaly vyšší skóre v BAT, a to ve všech věkových kategoriích dohromady a zvlášť v kategoriích 11-12 let a 13-14 let.

Ačkoli se jedná o dva pro někoho na první pohled podobné gymnastické sporty, jsou odlišné a jejich odlišnost potvrzují i výsledky tohoto výzkumu. Pro přesnější objasnění vztahu posturální stability, somatognozie a vnímání vlastního těla je potřeba další zkoumání. Předmětem dalšího výzkumu by mohlo být např. sledování incidence zranění u sportovců nejen ve vztahu k posturální stabilitě či konstituční hypermobilitě, ale i ke kvalitě somatognozie. Dále také např. sledování možné korelace mezi posturální, psychosociální a emocionální stabilitou, ať už u běžné populace nebo u populace sportovců.

## Seznam použité literatury

1. AALTO, Heikki, Ilmari PYYKKÖ, Raija ILMARINEN, Erkki KÄHKÖNEN a Jukka STARCK. Postural Stability in Shooters. *ORL* [online]. 1990, 52(4), 232-238 [cit. 2023-08-22]. ISSN 1423-0275. Dostupné z: <https://doi.org/10.1159/000276141>.
2. ALKHATHAMI, Khalid M. Using the Y-balance Test as a Predictor Tool for Evaluating Non-contact Injuries in University League Football Players: A Prospective Longitudinal Study. *Cureus* [online]. 2023, 15(5), [cit. 2024-02-16]. ISSN 2168-8184. Dostupné z: <https://doi.org/10.7759/cureus.39317>.
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. 2024-02-20]. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4827365>
4. AMBLER, Zdeněk. *Základy neurologie*. 6., přeprac. a dopl. vyd. Praha: Galén, 2006. ISBN 80-7262-433-4.
5. ANDERSON, Neil, Chris BUTTON a Peter LAMB. The effect of educational gymnastics on postural control of young children. *Frontiers in Psychology* [online]. 2022, 13 [cit. 2023-08-23]. ISSN 1664-1078. Dostupné z: <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.936680>.
6. ANDREEVA, Albina, Andrey MELNIKOV, Dmitry SKVORTSOV, et al. Postural Stability in Athletes: The Role of Age, Sex, Performance Level, and Athlete Shoe Features. *Sports* [online]. 2020, 8(6) [cit. 2023-08-16]. ISSN 2075-4663. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/sports8060089>.
7. ANDREEVA, Albina, Andrey MELNIKOV, Dmitry SKVORTSOV, et al. Postural stability in athletes: The role of sport direction. *Gait & Posture* [online]. 2021, 89, 120-125 [cit. 2023-08-21]. ISSN 09666362. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2021.07.005>.
8. APPELT, Karel. *Pohybová skladba v teorii a v praxi*. Praha: ČSO, 1995.
9. ARMSTRONG, Ross. Joint hypermobility in young gymnasts: Implications for injury and performance. *Journal of Education, Health and Sport* [online]. 2018, 8(11), 354-375 [cit. 2023-08-17]. ISSN 2391-8306. Dostupné z: <http://www.ojs.ukw.edu.pl/index.php/johs/article/view/6313>.
10. ARMSTRONG, Ross. The Beighton Score and Injury in Dancers: A Prospective Cohort Study. *Journal of Sport Rehabilitation* [online]. 2020, 29(5), 563-571 [cit. 2023-08-17]. ISSN 1056-6716. Dostupné z: <https://doi.org/10.1123/jsr.2018-0390>.
11. ARMSTRONG, R. a M. GREIG. The Beighton score as a predictor of Brighton criteria in sport and dance. *Physical Therapy in Sport* [online]. 2018, 32, 145-154 [cit. 2023-08-17]. ISSN 1466-853X. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2018.04.016>

12. ARTIGUES-CANO, Isabel a Howard A. BIRD. Hypermobility and Proprioception in the Finger Joints of Flautists. *JCR Journal of Clinical Rheumatology* [online]. 2014, 20(4), 203-208 [cit. 2023-08-17]. ISSN 1076-1608. Dostupné z: <https://doi.org/10.1097/RHU.000000000000109>.
13. AYRES, A. Jean. *Sensory integration and the child: understanding hidden sensory challenges*. Los Angeles: Western psychological services, 2005. ISBN 978-087424-437-3.
14. *Beighton score* [online]. Physiopedia, 2023 [cit. 2023-08-17]. Dostupné z: [https://www.physio-pedia.com/Beighton\\_score](https://www.physio-pedia.com/Beighton_score).
15. BIZOVSKÁ, Lucia et al. *Rovnováha a možnosti jejího hodnocení* [online]. Olomouc: Univerzita Palackého, 2017 [cit. 2023-02-12]. ISBN 978-80-244-5260-9. Dostupné z: <https://doi.org/10.5507/ftk.17.24452593>.
16. BŁASZCZYK, Janusz; BECK, Monika a SADOWSKA, Dorota. Assessment of postural stability in young healthy subjects based on directional features of posturographic data: Vision and gender effects. *Acta Neurobiologiae Experimentalis* [online]. 2014, 74(4), 433-442 [cit. 2023-02-12]. ISSN 1689-0035. Dostupné z: <https://doi.org/10.55782/ane-2014-2006>.
17. BOCKHORN, Lauren N., VERA, Angelina M., DONG, David, DELGADO, Domenica A., VARNER, Kevin E. et al. Interrater and Intrarater Reliability of the Beighton Score: A Systematic Review. *Orthopaedic Journal of Sports Medicine* [online]. 2021, 9(1) [cit. 2024-02-18]. ISSN 2325-9671. Dostupné z: <https://doi.org/10.1177/2325967120968099>.
18. BRADSHAW, Elizabeth J. *Performance and health concepts in artistic gymnastics. International Symposium on Biomechanics in Sports* [online]. 28. International Conference on Biomechanics in Sports. Melbourne: Australian Catholic University, Centre of Physical Activity Across the Lifespan, School of Exercise Science, 2010, 51-55 [cit. 2023-02-12]. Dostupné z: <https://ojs.ub.uni-konstanz.de/cpa/article/view/4378>.
19. BRESSEL, Eadric, Joshua C. YONKER, John KRAS a Edward M. HEATH. Comparison of static and dynamic balance in female collegiate soccer, basketball, and gymnastics athletes. *Journal of Athletic Training* [online]. 2007, 42(1), 42-6 [cit. 2023-08-21]. ISSN 1938-162X. Dostupné: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17597942/>.
20. BRYTEK-MATERA, A. a R. ROGOZA. The Polish version of the Body Image Avoidance Questionnaire: an exploratory structural equation modeling approach. *Eat Weight Disord* [online]. 2016, 21, 65–72 [cit. 2022-12-09]. Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/s40519-015-0206-z>.
21. BUKVA, Bojan; VRGOČ, Goran; MADIĆ, Dejan M.; SPORIŠ, Goran a TRAJKOVIĆ, Nebojša. Correlation between hypermobility score and injury rate in artistic gymnastics. Online. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness* [online]. 2019, 59(2) [cit. 2024-02-20]. ISSN 0022-4707. Dostupné z: <https://doi.org/10.23736/S0022-4707.18.08133-1>.

22. BULBENA-CABRE, A. et al. Body perception in a sample of nonclinical youngsters with joint hypermobility. *Ansiedad y Estrés* [online]. 2017, 23(2-3), 99-103 [cit. 2023-08-17]. ISSN 1134-7937. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.anyes.2017.07.002>.
23. CALAVALLE, A. R., SISTI, D., ROCCHI, M. B. L. et al. Postural trials: expertise in rhythmic gymnastics increases control in lateral directions. *European Journal of Applied Physiology* [online]. 2008, 104, 643–649 (2008). ISSN 1439-6327. Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/s00421-008-0815-6>.
24. CARRUTHERS, Glenn. Types of body representation and the sense of embodiment. *Consciousness and Cognition* [online]. 2008, 17(4), 1302-1316 [cit. 2024-03-26]. ISSN 1053-8100. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.concog.2008.02.001>.
25. *České kluby a oddíly*. Svět sportovní gymnastiky [online]. 2023 [cit. 2023-03-07]. Dostupné z: <https://www.svetgymnastiky.cz/ceske-kluby-a-oddily/>.
26. ČUMPELÍK, Jiří. Vztah mezi posturou a dýcháním. *Umění fyzioterapie*. 2017, 2(4), 53-63. ISSN 2464-6784.
27. DAVLIN, Christina D. Dynamic Balance in High Level Athletes. *Perceptual and Motor Skills* [online]. 2004, 98(3), 1171-1176 [cit. 2023-08-21]. ISSN 0031-5125. Dostupné z: <https://doi.org/10.2466/pms.98.3c.1171-1176>.
28. DE VIGNEMONT, Frederique. Body schema and body image—Pros and cons. *Neuropsychologia* [online]. 2010, 48(3), 669-680 [cit. 2024-03-25]. ISSN 0028-3932. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2009.09.022>.
29. DOUMAS, Michail, Kinga MORSANYI a William R. YOUNG. Cognitively and socially induced stress affects postural control. *Experimental Brain Research* [online]. 2018, 236(1), 305-314 [cit. 2023-08-15]. ISSN 0014-4819. Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/s00221-017-5128-8>.
30. DUSING, Stacey C. a Regina T. HARBOURNE. Variabilita v posturální kontrole během dětství: důsledky pro vývoj, hodnocení a intervenci. *Physical Therapy* [online]. 2010, 90(12), 1838–1849. ISSN 1538-6724. Dostupné z: <https://doi.org/10.2522/ptj.2010033>.
31. DYLEVSKÝ, Ivan. *Speciální kineziologie*. Praha: Grada, 2009. ISBN 9788024716480.
32. ECCLES, Jessica A, Lisa QUADT, Hannah MCCARTHY, Kevin A DAVIES, Rod BOND, Anthony S DAVID, Neil A HARRISON a Hugo D CRITCHLEY. Variant connective tissue (joint hypermobility) and its relevance to depression and anxiety in adolescents: a cohort-based case–control study. *BMJ Open* [online]. 2022, 12 [cit. 2023-08-17]. ISSN 2044-6055. Dostupné z: <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2022-066130>.
33. ENGELBERT, R. a L. ROMBAUT. Clinimetrics: Assessment of generalised joint hypermobility. *Journal of Physiotherapy* [online]. 2022, 68(3), 208 [cit. 2023-08-17]. ISSN 1836-9553. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.jphys.2022.02.004>.

34. FRČOVÁ, Zuzana a Veronika FLOSŇÍKOVÁ. Comparison of gnostic and balancing capabilities in different sport disciplines. *Slovak Journal of Sport Science* [online]. 2020, 6(2), 4-14 [cit. 2023-08-27]. ISSN 2453-9325. Dostupné z: <https://1url.cz/uuopq>.
35. GILA, A.; CASTRO, J.; GÓMEZ, M. J.; TORO, J. a SALAMERO, M. The Body Attitude test: Validation of the Spanish version. Online. *Eating and Weight Disorders - Studies on Anorexia, Bulimia and Obesity* [online]. 1999, 4(4), 175-178 [cit. 2023-11-06]. ISSN 1124-4909. Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/BF03339733>.
36. GRIBBLE, Phillip A., Jay HERTEL a Phil 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. 2023-08-18]. ISSN 1062-6050. Dostupné z: <https://doi.org/10.4085/1062-6050-47.3.08>.
37. GRŽINIČ FRELIH, Nina et al. Evaluation of psychological effects on human postural stability. *Measurement* [online]. 2017, 98, 186-191 [cit. 2023-08-15]. ISSN 0263-2241. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.measurement.2016.11.039>.
38. HÁJKOVÁ, Jana et al. *Aerobik soutěžní formy*. 1. vyd. Praha: Grada, 2006. ISBN 80-247-1311-X.
39. HELLER, Jan. *Zátěžová funkční diagnostika ve sportu: východiska, aplikace a interpretace*. Praha: Univerzita Karlova, nakladatelství Karolinum, 2018. ISBN 978-80-246-3359-6.
40. HERTEL, Jay, Rebecca A. BRAHAM, Sheri A. HALE a Lauren C. OLMSTED-KRAMER. Simplifying the Star Excursion Balance Test: Analyses of Subjects With and Without Chronic Ankle Instability. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy* [online]. 2006, 36(3), 131-137 [cit. 2023-08-21]. ISSN 0190-6011. Dostupné z: <https://doi.org/10.2519/jospt.2006.36.3.131>.
41. HORAK, Fay B. Postural orientation and equilibrium: what do we need to know about neural control of balance to prevent falls? *Age and Ageing* [online]. 2006, 35(2), 7-11 [cit. 2023-08-14]. ISSN 1468-2834. Dostupné z: <https://doi.org/10.1093/ageing/afl077>.
42. HRYSOMALLIS, Con. Balanční schopnost a sportovní výkon. *Sports Medicine* [online]. 2012, 41, 221–232 [cit. 2023-08-21]. ISSN 1179-2035. Dostupné z: <https://doi.org/10.2165/11538560-000000000-00000>.
43. CHAUDHRY, Hans, Bruce BUKIET, Zhiming JI a Thomas FINDLEY. 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. 2023-08-18]. ISSN 1360-8592. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2008.03.003>.
44. CHMIELEWSKI, Terese L., Justin TATMAN, Shuhei SUZUKI, MaryBeth HORODYSKI, Darcy S. REISMAN, Russell M. BAUER, James R. CLUGSTON a Daniel C. HERMAN. Impaired motor control after sport-related concussion could

- increase risk for musculoskeletal injury: Implications for clinical management and rehabilitation. *Journal of Sport and Health Science* [online]. 2021, 10(2), 154-161 [cit. 2023-08-27]. ISSN 2095-2546. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.jshs.2020.11.005>.
45. INGBER, Donald E. Tensegrity and mechanotransduction. *Journal of Bodywork and Movement Therapies* [online]. 2008, 12(3), 198-200 [cit. 2023-02-13]. ISSN 1360-8592. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2008.04.038>.
  46. IVANĚNKO, Y.P., N. DOMINICI, E. DAPRATI, D. NICO, G. CAPPELLINI a F. LACQUANITI. Locomotor body scheme. *Human Movement Science* [online]. 2011, 30(2), 341-351 [cit. 2023-08-28]. ISSN 0167-9457. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.humov.2010.04.001>.
  47. JANČOVÁ, Martina. *Somatometrie, klinická antropometrie* [online]. 2017 [cit. 08-04-2024]. Dostupné z: [https://is.muni.cz/el/1441/jaro2017/BI2MP\\_PKAL/um/Somatometrie\\_protokol.pdf](https://is.muni.cz/el/1441/jaro2017/BI2MP_PKAL/um/Somatometrie_protokol.pdf).
  48. JANDA, Vladimír. *Svalové funkční testy*. Praha: Grada, 2004. ISBN 978-80-247-0722-8.
  49. JAVADI PARVANEH, Vadood, Shadialsadat MODARESS, Ghazal ZAHED, Khosro RAHMANI a Reza SHIARI. Prevalence of generalized joint hypermobility in children with anxiety disorders. *BMC Musculoskeletal Disorders* [online]. 2020, 21(1) [cit. 2023-08-17]. ISSN 1471-2474. Dostupné z: <https://doi.org/10.1186/s12891-020-03377-0>.
  50. JAVED, Asma; TEBBEN, Peter J.; FISCHER, Philip R. a LTEIF, Aida N. Female Athlete Triad and Its Components: Toward Improved Screening and Management. Online. *Mayo Clinic Proceedings* [online]. 2013, 88(9), 996-1009 [cit. 2024-01-26]. ISSN 0025-6196. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.mayocp.2013.07.001>.
  51. KIRIALANIS, P. Occurrence of acute lower limb injuries in artistic gymnasts in relation to event and exercise phase. *British Journal of Sports Medicine* [online]. 37(2), 137-139 [cit. 2023-08-17]. ISSN 0306-3674. Dostupné z: <https://doi.org/10.1136/bjism.37.2.137>.
  52. KOČÍ, Gabriela. *Diskriminační čítí u adolescentních pacientek hospitalizovaných s mentální anorexií*. Praha, 2019. Diplomová práce. Univerzita Karlova, 2. lékařská fakulta, Klinika rehabilitace a tělovýchovného lékařství. Vedoucí práce Stackeová, Daniela.
  53. KODADOVÁ, Marie a Jaroslav OPAVSKÝ. Mechanismy a aplikace motorického učení v rehabilitaci. *Rehabilitace a fyzikální lékařství* [online]. 2019, 26(2), 55-60 [cit. 2023-08-14]. ISSN 1805-4552. Dostupné z: <https://www.prolekare.cz/casopisy/rehabilitace-fyzikalni-lekarstvi/2019-2-14/mechanismy-a-aplikace-motorickeho-uceni-v-rehabilitaci-112866>.
  54. KOLÁŘ, Pavel a Renata ČERVENKOVÁ. *Labyrint pohybu*. Praha: Vyšehrad, 2018. Rozhovory (Vyšehrad). ISBN 978-80-742-9975-9.



55. KOLÁŘ, Pavel et al. *Rehabilitace v klinické praxi*. Praha: Galén, 2009. ISBN 978-80-7262-657-1.
56. KOUKOLÍK, František. *Lidský mozek: funkční systémy, norma a poruchy*. 4. přeprac. a rozš. vyd. Praha: Galén, 2022. ISBN 978-80-7492-604-4.
57. KRÁLÍČEK, Petr. *Úvod do speciální neurofyzologie*. 3., přeprac. a rozš. vyd. Praha: Galén, 2011. ISBN 978-80-7262-618-2.
58. KRÍŠTOFIČ, Jaroslav et al. *Gymnastika*. 2. vyd. Praha: Karolinum, 2009. ISBN 978-80-246-1733-6.
59. KŘIKAVOVÁ, Alena. *Somatognozie u pacientů s chronickými vertebrogenními obtížemi*. Praha, 2008. Bakalářská práce. Univerzita Karlova, 2. lékařská fakulta, Klinika rehabilitace a tělovýchovného lékařství. Vedoucí práce Kolář, Pavel.
60. LEPŠÍKOVÁ, Magdalena, Zdeněk ČECH a Pavel KOLÁŘ. Změny somatognozie v klinickém obraze chronických bolestivých poruch pohybového aparátu. *Medicina po promoci* [online]. Praha, 2013, (2) [cit. 2023-08-25]. Dostupné z: <https://www.tribune.cz/clanek/29842-zmeny-somatognozie-v-klinickem-obraze-chronicky-ch-bolestivych-poruch-pohyboveho-aparat>.
61. LEWIT, Karel. *Manipulační léčba v myoskeletální medicíně*. 5. přeprac. vyd. Praha: Sdělovací technika, 2003. ISBN 8086645045.
62. LONGO, Matthew R.; AZAÑÓN, Elena a HAGGARD, Patrick. More than skin deep: Body representation beyond primary somatosensory cortex. *Neuropsychologia* [online]. 2010, 48(3), 655-668 [cit. 2024-01-26]. ISSN 0028-3932. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2009.08.022>.
63. MADALIYEVA, Zabira B., Laura O. BAIMOLDINA, Nazira M. SADYKOVA, Zukhra M. SADVAKASSOVA a Nurzhamal S. TLENCHIYEVA. The study of athlete's physical self-image. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness* [online]. 2022, 62(7) [cit. 2023-08-30]. ISSN 0022-4707. Dostupné z: <https://doi.org/10.23736/S0022-4707.21.12337-0>.
64. MALEK, S., E. J. REINHOLD a G. S. PEARCE. The Beighton Score as a measure of generalised joint hypermobility. *Rheumatology International* [online]. 2021, 41(10), 1707-1716 [cit. 2023-08-17]. ISSN 0172-8172. Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/s00296-021-04832-4>.
65. MARCOLIN, Giuseppe, Alex RIZZATO, Jessica ZUANON, Gerardo BOSCO a Antonio PAOLI. Expertise level influences postural balance control in young gymnasts. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness* [online]. 2019, 59(4) [cit. 2023-08-21]. ISSN 0022-4707. Dostupné z: <https://doi.org/10.23736/S0022-4707.18.08014-3>.
66. MARTÍNEZ DE QUEL, Óscar, Ignacio ARA, Mikel IZQUIERDO a Carlos AYÁN. Does Physical Fitness Predict Future Karate Success? A Study in Young Female Karatekas. *International Journal of Sports Physiology and Performance* [online]. 2020, 15(6), 868-873 [cit. 2023-08-27]. ISSN 1555-0265. Dostupné z: <https://doi.org/10.1123/ijsp.2019-0435>.

67. *Mezinárodní pravidla 2023-2024 – moderní gymnastika*. Mezinárodní gymnastická federace [online]. Praha, 2023 [cit. 2023-07-11]. Dostupné z: <https://www.csmg.cz/files/dokumenty/pravidla-a-newslettery-fig/pravidla-a-newslettery-od-2022/2022-2024-pravidla-mg-aktualizace-090922.pdf>.
68. MILLER, Luke E., JARTO, Felix a MEDENDORP, W. Pieter. A horizon for haptic perception. *Journal of Neurophysiology* [online]. 2023, 129(4), 793-798 [cit. 2024-03-25]. ISSN 0022-3077. Dostupné z: <https://doi.org/10.1152/jn.00442.2022>.
69. MOCANU, George Danut et al. The Influence of Gender and the Specificity of Sports Activities on the Performance of Body Balance for Students of the Faculty of Physical Education and Sports. *International Journal of Environmental Research and Public Health* [online]. 2022, 19(13) [cit. 2023-08-16]. ISSN 1660-4601. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/ijerph19137672>.
70. MUDA, Aleksandra a Alicja DŁUGOŁĘCKA. A comparative analysis of body awareness in women practising yoga and volleyball players. *Physiotherapy Review* [online]. 2021, 25(4), 64-73 [cit. 2023-08-27]. ISSN 2719-5139. Dostupné z: <https://doi.org/10.5114/phr.2021.111809>.
71. NAŇKA, Ondřej a Miloslava ELIŠKOVÁ. *Přehled anatomie*. 3., dopl. a přeprac. vyd. Praha: Galén, 2015. ISBN 978-80-7492-206-0.
72. NEMČEK, Šimon, Dávid LÍŠKA a Daniel GURÍN. Influence of boxing training on the level of gnostic and stereognostic functions. *Military Medical Science Letters* [online]. 2021, 90(1), 23-32 [cit. 2023-08-28]. ISSN 0372-7025. Dostupné z: <https://doi.org/10.31482/mmsl.2020.021>.
73. NOLAN, Lee, Anatoli GRIGORENKO a Alf THORSTENSSON. Balance control: sex and age differences in 9- to 16-year-olds. *Developmental Medicine & Child Neurology* [online]. 2005, 47(7), 449-454 [cit. 2023-08-16]. ISSN 0012-1622. Dostupné z: <https://doi.org/10.1017/S0012162205000873>.
74. NOVÁKOVÁ, Tereza a Klára FALADOVÁ. Posturální strategie v průběhu motorického vývoje. *Rehabilitace a fyzikální lékařství* [online]. 2009, 3, 116-119 [cit. 2023-08-22]. ISSN 1211-2658. Dostupné z: <https://www.prolekare.cz/casopisy/rehabilitace-fyzikalni-lekarstvi/2009-3/posturalni-strategie-v-prubehu-motorickeho-vyvoje-15724>.
75. NOVOTNÁ, Viléma et al. *Programy gymnastiky a tance*. Praha: Univerzita Karlova, nakladatelství Karolinum, 2020. ISBN 978-80-246-4599-5.
76. NYBOE, Lene et al. Bodily symptoms in patients with post traumatic stress disorder: A comparative study of traumatized refugees, Danish war veterans, and healthy controls. *Journal of Bodywork and Movement Therapies* [online]. 2017, 21(3), 523-527 [cit. 2023-08-15]. ISSN 1360-8592. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2016.08.003>.
77. O'CONNOR, Siobhán; MCCAFFREY, Noel; WHYTE, Enda F.; FOP, Michael; MURPHY, Brendan et al. Can the Y balance test identify those at risk of contact or non-contact lower extremity injury in adolescent and collegiate Gaelic games?.

- Journal of Science and Medicine in Sport* [online]. 2020, 23(10), 943-948 [cit. 2024-02-16]. ISSN 1440-2440. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2020.04.017>.
78. OHNO, Hiromi et al. The effect of anxiety on postural control in humans depends on visual information processing. *Neuroscience Letters* [online]. 2004, 364(1), 37-39 [cit. 2023-08-15]. ISSN 0304-3940. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.neulet.2004.04.014>.
79. OPALA-BERDZIK, Agnieszka; GŁOWACKA, Magdalena a SŁOMKA, Kajetan. Characteristics of Functional Stability in Young Adolescent Female Artistic Gymnasts. *Journal of Human Kinetics* [online]. 2021, 77, 51-59 [cit. 2024-02-19]. ISSN 1640-5544. Dostupné z: <https://doi.org/10.2478/hukin-2021-0051>.
80. *O sportu SGŽ*. Česká gymnastická federace [online]. Praha, 2020a [cit. 2023-07-11]. Dostupné z: <https://www.gymfed.cz/26-o-sportu-sgz.html>.
81. *O sportu SGM*. Česká gymnastická federace [online]. Praha, 2020b [cit. 2023-07-11]. Dostupné z: <https://www.gymfed.cz/7-o-sportu-sgm.html>.
82. *O sportu AE*. Česká gymnastická federace [online]. Praha, 2020c [cit. 2023-07-12]. Dostupné z: <https://www.gymfed.cz/55-o-sportu-ae.html>.
83. PAPEŽOVÁ, Hana. et al. *Spektrum poruch příjmu potravy: interdisciplinární přístup*. Praha: Grada 2010. ISBN 978-80-247-2425-6.
84. PATRMANOVÁ, Eliška. *Somatognostické funkce u skokanů na trampolíně*. Praha, 2020. Bakalářská práce. Univerzita Karlova, 3. Lékařská fakulta. Fyzioterapie. Vedoucí práce Herbenová, Alena.
85. PELÁNOVÁ, Petra. *Vliv charakteru zaměstnání na somatognostické funkce*. Praha, 2017. Diplomová práce. Univerzita Karlova, 2. lékařská fakulta, Klinika rehabilitace a tělovýchovného lékařství. Vedoucí práce Kobesová, Alena.
86. PELIKÁNOVÁ, Gabriela. *Vnímání tělesného schématu u dětí*. Praha, 2021. Diplomová práce. Univerzita Karlova, Fakulta tělesné výchovy a sportu, Zdravotní TV a tělovýchovné lékařství. Vedoucí práce Vařeková, Jitka.
87. PICARD-DELAND, Claudia, Max-Antoine ALLAIRE a Tore NIELSEN. Postural balance in frequent lucid dreamers: a replication attempt. *Sleep* [online]. 2022, 45(7) [cit. 2023-08-15]. ISSN 0161-8105. Dostupné z: <https://doi.org/10.1093/sleep/zsac105>.
88. PLISKY, J. Phillip., Paul P. GORMAN, Robert 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. 2023-08-18]. ISSN 1558-6170. Dostupné z: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21509114/>.
89. PLISKY, J. Phillip; SCHWARTKOPF-PHIFER, Katherine; HUEBNER, Bethany; GARNER, Mary Beth a BULLOCK, Garrett. Systematic Review and Meta-Analysis of the Y-Balance Test Lower Quarter: Reliability, Discriminant Validity, and Predictive Validity. *International Journal of Sports Physical Therapy* [online].

- 2021, 16(5) [cit. 2024-02-18]. ISSN 2159-2896. Dostupné z: <https://doi.org/10.26603/001c.27634>.
90. PODĚBRADSKÁ, Radana. *Komplexní kineziologický rozbor: funkční poruchy pohybového systému*. Praha: Grada Publishing, 2018. ISBN 978-80-247-3018-9.
91. PODĚBRADSKÝ, Jiří a Radana PODĚBRADSKÁ. *Fyzikální terapie: manuál a algoritmy*. Praha: Grada, 2009. ISBN 978-80-247-2899-5.
92. POLÍVKA, Jiří, Pavel POTUŽNÍK a Jiří POLÍVKA. Závratě a posturální instabilita ve stáří. *Neurologie pro praxi* [online]. 2021, 22(1), 11-16 [cit. 2023-08-22]. ISSN 1803-5280. Dostupné z: <https://www.neurologiepropraxi.cz/pdfs/neu/2021/01/02.pdf>.
93. POWDEN, Cameron J.; DODDS, Teralyn K. a GABRIEL, Emily H. 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. 2024-02-18]. ISSN 2159-2896. Dostupné z: <https://doi.org/10.26603/ijsp20190683>.
94. *Pravidla sportovního aerobiku 2022-2024*. FISAF International [online]. Praha, 2022 [cit. 2023-07-13]. Dostupné z: <https://www.fisaf.cz/wp-content/uploads/2021/12/PRAVIDLA-SA-2022-24-cj.pdf>.
95. *Pravidla sportovní gymnastiky žen 2022-2024*. Česká gymnastická federace [online]. Praha, 2022 [cit. 2023-07-13]. Dostupné z: <https://www.gymfed.cz/data/prilohy/001/159/Pravidla%20SGZ%202022-2024.pdf>.
96. PROBST, Michel, Walter VANDEREYCKEN, Herman Van COPPENOLLE a Johan VANDERLINDEN. The Body Attitude Test for Patients with an Eating Disorder: Psychometric Characteristics of a New Questionnaire. *Eating Disorders* [online]. 1995, 3(2), 133-144 [cit. 2023-08-30]. ISSN 1064-0266. Dostupné z: <https://doi.org/10.1080/10640269508249156>.
97. RAŠEV, Eugen. *Posturomed: Terapeutický návod pro posturální terapii podle dr. Eugena Raševa*. Schweinfurt: Institut neuroortopedické rehabilitace a terapie bolesti, 2007.
98. REMMEL, Liina; JÜRIMÄE, Jaak; TAMM, Anna-Liisa; PURGE, Priit a TILLMANN, Vallo. The Associations of Body Image Perception with Serum Resistin Levels in Highly Trained Adolescent Estonian Rhythmic Gymnasts. *Nutrients* [Online]. 2021, 13(9) [cit. 2024-02-21]. ISSN 2072-6643. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/nu13093147>.
99. ROBINSON, Richard H. a Phillip 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. 2023-08-18]. ISSN 0003-9993. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2007.08.139>.

100. RUFFE, Natalie J.; SORCE, Samantha R.; ROSENTHAL, Michael D. a RAUH, Mitchell J. Lower quarter- and Upper quarter Y Balance Tests as predictors of running-related injuries in high school cross-country runners. *International Journal of Sports Physical Therapy* [online]. 2019, 14 (5), s. 695-706 [cit. 2024-02-16]. ISSN 2159-2896. Dostupné z: <https://doi.org/10.26603/ijsp20190695>.
101. SALBACH, Harriet, Nora KLINKOWSKI, Ernst PFEIFFER, Ulrike LEHMKUHL a Alexander KORTE. Body Image and Attitudinal Aspects of Eating Disorders in Rhythmic Gymnasts. *Psychopathology* [online]. 2007, 40(6), 388-393 [cit. 2023-08-30]. ISSN 0254-4962. Dostupné z: <https://doi.org/10.1159/000106469>.
102. SATRAPOVÁ, Lenka a Tereza NOVÁKOVÁ. Hypermobilita ve sportu. *Rehabilitace a fyzikální lékařství* [online]. 2012, 4, 199-202 [cit. 2023-08-17]. ISSN 1805-4552. Dostupné z: <https://www.prolekare.cz/casopisy/rehabilitace-fyzikalni-lekarstvi/2012-4/hypermobilita-ve-sportu-39855>.
103. SHUMWAY-COOK, Anne a Marjorie H. WOOLLACOTT. *Motor control: translating research into clinical practice*. 4. vyd. Philadelphia: Wolters Kluwer Health/Lippincott Williams & Wilkins, 2012. ISBN 978-1-60831.
104. SCHEPER, Mark, Lies ROMBAUT, Janneke DE VRIES, et al. The association between muscle strength and activity limitations in patients with the hypermobility type of Ehlers–Danlos syndrome: the impact of proprioception. *Disability and Rehabilitation* [online]. 2017, 39(14), 1391-1397 [cit. 2023-08-17]. ISSN 0963-8288. Dostupné z: <https://doi.org/10.1080/09638288.2016.1196396>.
105. SCHMIDT, Heidi, Trine Lykke PEDERSEN, Tina JUNGE, Raoul ENGELBERT a Birgit JUUL-KRISTENSEN. Hypermobility in Adolescent Athletes: Pain, Functional Ability, Quality of Life, and Musculoskeletal Injuries. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy* [online]. 2017, 47(10), 792-800 [cit. 2023-08-17]. ISSN 0190-6011. Dostupné z: <https://doi.org/10.2519/jospt.2017.7682>.
106. SCHWIERTZ, Gerrit; BRUECKNER, Dennis; SCHEDLER, Simon; KISS, Rainer a MUEHLBAUER, Thomas. 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. 2024-02-18]. ISSN 0966-6362. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2018.10.011>.
107. SIMMONDS, J. V. et R. J. KEER. Hypermobility and the hypermobility syndrome. *Manual Therapy* [online]. 2007, 12(4), 298-309 [cit. 2023-08-17]. ISSN 1356-689X. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.math.2007.05.001>.
108. SKOPOVÁ, Marie a Miroslav ZÍTKO. *Základní gymnastika*. 4., upravené vydání. Praha: Univerzita Karlova, nakladatelství Karolinum, 2022. ISBN 978-80-246-5386-0.
109. SLADE, Peter David. What is body image? *Behaviour Research and Therapy* [online]. 1994, 32(5), 497-502 [cit. 2023-08-28]. ISSN 0005-7967. Dostupné z: [https://doi.org/10.1016/0005-7967\(94\)90136-8](https://doi.org/10.1016/0005-7967(94)90136-8).
110. SMITH, Andrew, Franciska ULMER a Del WONG. Gender Differences in Postural Stability Among Children. *Journal of Human Kinetics* [online]. 2012, 2012-6-

- 1, 33(2012), 25-32 [cit. 2023-08-16]. ISSN 1899-7562. Dostupné z: <https://doi.org/10.2478/v10078-012-0041-5>.
111. 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. 2023-08-17]. ISSN 0172-8172. Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/s00296-013-2790-4>.
112. SMITH, David J. A Framework for Understanding the Training Process Leading to Elite Performance. *Sports Medicine* [online]. 2003, 33(15), 1103-1126 [cit. 2023-08-27]. ISSN 0112-1642. Dostupné z: <https://doi.org/10.2165/00007256-200333150-00003>.
113. SOPER, Kessie, SIMMONDS, Jane V., KAZ KAZ, Hanadi a NINIS, Nelly. The influence of joint hypermobility on functional movement control in an elite netball population: A preliminary cohort study. *Physical Therapy in Sport* [online]. 2015, 16(2), 127-134 [cit. 2024-02-21]. ISSN 1466-853X. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2014.07.002>.
114. SOSNOVCOVÁ, Veronika. *Posturální stabilita měřená Y-balance testem u dívek, které se věnují sportovnímu aerobiku a sportovní gymnastice*. Praha, 2021. Diplomová práce. Univerzita Karlova, Fakulta tělesné výchovy a sportu, Fyzioterapie. Vedoucí Nováková, Tereza.
115. SOULLIARD, Zachary A., Alicia A. KAUFFMAN, Hannah F. FITTERMAN-HARRIS, Joanne E. PERRY a Michael J. ROSS. Examining positive body image, sport confidence, flow state, and subjective performance among student athletes and non-athletes. *Body Image* [online]. 2019, 28, 93-100 [cit. 2023-08-30]. ISSN 1740-1445. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.bodyim.2018.12.009>.
116. *Soutěžní řád*. Český svaz aerobiku a fitness, FISAF.cz [online]. Praha, 2023a [cit. 2023-07-13]. Dostupné z: <https://fisaf.cz/wp-content/uploads/2023/01/Soutezni-rad-2023-1.pdf>.
117. *Sportovní kluby*. Český svaz aerobiku a fitness, FISAF.cz [online]. Praha, 2023b [cit. 2023-07-13]. Dostupné z: <https://fisaf.cz/souteze-fisaf-cz/sportovni-kluby/>.
118. St. Luke's Sports Medicine. *Y-Balance test – Score Sheet* [online]. 2023 [cit. 2023-08-19]. Dostupné z: [https://www.stlukesonline.org/health-services/specialties/programs/st-lukes-sports-medicine-program/~/\\_media/5f8cf5633c094c159cd15ea555528135.ashx](https://www.stlukesonline.org/health-services/specialties/programs/st-lukes-sports-medicine-program/~/_media/5f8cf5633c094c159cd15ea555528135.ashx).
119. STAAB, Jeffrey P. The influence of anxiety on ocular motor control and gaze. *Current Opinion in Neurology* [online]. 2014, 27(1), 118-124 [cit. 2023-08-15]. ISSN 1350-7540. Dostupné z: <https://doi.org/10.1097/WCO.0000000000000055>.
120. STACKEOVÁ, Daniela. Physical Self in the context of psychosomatics [online]. In LOUKOVÁ, T., HÁTLOVÁ, B., ADÁMKOVÁ-SÉGARD, M. (eds.). *Psychomotor therapy*. 1. vyd. Ústí nad Labem : Univerzita Jana Evangelisty Purkyně, 2015, 29-42 [cit. 2023-08-30]. ISBN 978-80-7414-907-8. Dostupné z:

[https://danielastackeova.webnode.cz/news/physical-self-in-the-context-of-  
psychosomatics-telesne-sebepojeti-v-kontextu-psychosomatiky/](https://danielastackeova.webnode.cz/news/physical-self-in-the-context-of-psychosomatics-telesne-sebepojeti-v-kontextu-psychosomatiky/).

121. STACKEOVÁ, Daniela. *Fitness programy – teorie a praxe : metodika cvičení ve fitness centrech*. 2. doplněné a přepracované vydání. Praha: Galén, 2008. ISBN: 978-80-7262-541-3.
122. STEINBERG, Nili; TENENBAUM, Shay; ZEEV, Aviva; PANTANOWITZ, Michal; WADDINGTON, Gordon et al. Generalized joint hypermobility, scoliosis, patellofemoral pain, and physical abilities in young dancers. Online. *BMC Musculoskeletal Disorders* [online]. 2021, 22(1) [cit. 2024-02-20]. ISSN 1471-2474. Dostupné z: <https://doi.org/10.1186/s12891-021-04023-z>.
123. STODDARD, Carissa A.; WANG-PRICE, Sharon a LAM, Satoko E. Limb Dominance Does Not Affect Y-Balance Test Performance in Non-Athlete Adolescents. *International Journal of Sports Physical Therapy* [online]. 2022, 17(2) [cit. 2024-02-18]. ISSN 2159-2896. Dostupné z: <https://doi.org/10.26603/001c.30996>.
124. STREŠKOVÁ, Elena. *Gymnastika vo fylogénéze a ontogenéze člověka*. 1. vydání. Bratislava: IGM Agency, 2008. ISBN 978-80-89257-09-6.
125. SUCHOMEL, Tomáš. Stabilita v pohybovém systému a hluboký stabilizační systém – podstata a klinická východiska. *Rehabilitace a fyzikální lékařství* [online]. Praha: Česká lékařská společnost Jana Evangelisty Purkyně 2006, 3, 112-125, ISSN 1211-2658. Dostupné z: <https://www.prolekare.cz/casopisy/rehabilitace-fyzikalni-lekarstvi/2006-3/stabilita-v-pohybovem-systemu-a-hluboky-stabilizacni-system-podstata-a-klinicka-vychodiska-4883>.
126. SUNDGOT-BORGEN, Jorunn a TORSTVEIT, Monica Klungland. Prevalence of Eating Disorders in Elite Athletes Is Higher Than in the General Population. *Clinical Journal of Sport Medicine* [online]. 2004, 14(1), 25-32 [cit. 2024-01-26]. ISSN 1050-642X. Dostupné z: <https://doi.org/10.1097/00042752-200401000-00005>.
127. ŠVESTKOVÁ, Olga, Yvona ANGEROVÁ, Rastislav DRUGA, Jan PFEIFFER a Jiří VOTAVA. *Rehabilitace motoriky člověka: fyziologie a léčebné postupy*. Praha: Grada Publishing, 2017. ISBN 978-80-271-0084-2.
128. TAPAJČÍKOVÁ, Taťána, Dávid LÍŠKA, Ladislav BATALIK, Clea P. TUCKER a Alena KOBESOVÁ. Levels of Gnostic Functions in Top Karate Athletes—A Pilot Study. *Motor Control* [online]. 2022, 26(2), 258-277 [cit. 2023-08-27]. ISSN 1087-1640. Dostupné z: <https://doi.org/10.1123/mc.2021-0127>.
129. TAYLOR, S., MCLEAN, B., FALKMER, T., CAREY, L., GIRDLER, S. et al. Does somatosensation change with age in children and adolescents? A systematic review. *Child: Care, Health and Development* [online]. 2016, 42(6), 809-824. ISSN 0305-1862. Dostupné z: <https://doi.org/10.1111/cch.12375>.
130. TICHÝ, J. Somatognózie, tělesné schéma, fenomén tělového a viscerálního fantomu a fantomové bolesti. *Časopis lékařů českých* [online]. 2003, (6), 331-334 [cit. 2023-08-25]. ISSN 1805-4421. Dostupné z: <https://www.prolekare.cz/casopisy/casopis->

lekaru-ceskych/2003-6/somatognozie-telesne-schema-fenomen-telovehoa-visceralniho-fantomu-a-fantomove-bolesti-25533.

131. VAŘEKA, Ivan. Posturální stabilita II. část – Řízení, zajištění, vývoj, vyšetření. *Rehabilitace a fyzikální lékařství* [online]. 2002, 9(4), 122-129. ISSN 1211-2658. Dostupné z: [https://www.researchgate.net/publication/280087508\\_Posturalni\\_stabilita\\_Cast\\_2](https://www.researchgate.net/publication/280087508_Posturalni_stabilita_Cast_2).
132. VAŘEKA, Ivan a Radmil DVOŘÁK. Ontogeneze lidské motoriky jako schopnosti řídit polohu těžiště. *Rehabilitace a fyzikální lékařství* [online]. 1999, 3, 84-85. ISSN 1803-5280. Dostupné z: [https://www.researchgate.net/publication/280087459\\_Ontogeneze\\_lidske\\_motoriky\\_jako\\_schopnosti\\_ridit\\_polohu\\_teziste](https://www.researchgate.net/publication/280087459_Ontogeneze_lidske_motoriky_jako_schopnosti_ridit_polohu_teziste).
133. VĚLE, František. *Kineziologie: přehled klinické kineziologie a patokineziologie pro diagnostiku a terapii poruch pohybové soustavy*. 2. vyd. Praha: Triton, 2006. ISBN 8072548379.
134. VOMÁČKOVÁ, Helena, Dagmar PAVLŮ a David PÁNEK. Hodnocení dynamické posturální stability – tvorba referenčních hodnot pro běžnou, mladou populaci v ČR. *Rehabilitace a fyzikální lékařství* [online]. 2020, 27(2), 99-107 [cit. 2023-08-18]. ISSN 1805-4552. Dostupné z: <https://www.prolekare.cz/casopisy/rehabilitace-fyzikalni-lekarstvi/2020-2-32/hodnoceni-dynamicke-posturalni-stability-tvorba-referencnich-hodnot-pro-beznou-mladou-populaci-v-cr-124348>.
135. WALKER, Owen. *Y BALANCE TEST*. In: Science for Sport [online]. 2023 [cit. 2023-08-18]. Dostupné z: <https://www.scienceforsport.com/y-balance-test/#toggleid-1>.
136. WESTCOTT, Sarah L, Linda Pax LOWES a Pamela K RICHARDSON. Evaluation of Postural Stability in Children: Current Theories and Assessment Tools. *Physical Therapy* [online]. 1997, 77(6), 629-645 [cit. 2023-08-23]. ISSN 0031-9023. Dostupné z: <https://doi.org/10.1093/ptj/77.6.629>.
137. WESTRICK, B. Richard, Joseph M. MILLER, Scott D. CAROW a J. Parry GERBER. Exploration of the Y-Balance Test for assessment of upper quarter closed kinetic chain performance. *International journal of sports physical therapy* [online]. 2012, 7(2), 139-147 [cit. 2023-08-18]. ISSN 2159-2896. Dostupné z: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22530188/>.
138. YASUDA, Kazuhiro et al. Immediate beneficial effects of self-monitoring body movements for upright postural stability in young healthy individuals. *Journal of Bodywork and Movement Therapies* [online]. 2012, 16(2), 244-250 [cit. 2023-08-15]. ISSN 1360-8592. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2011.06.004>.
139. *Závodní program ženských složek – sportovní gymnastika*. Česká gymnastická federace [online]. Praha, 2021 [cit. 2023-07-13]. Dostupné z: [https://www.gymfed.cz/data/prilohy/000/718/ZP\\_SGZ\\_2018\\_AG\\_v19.pdf](https://www.gymfed.cz/data/prilohy/000/718/ZP_SGZ_2018_AG_v19.pdf).
140. ZEMKOVÁ, Erika. Sport-Specific Balance. *Sports Medicine* [online]. 2014, 44(5), 579-590 [cit. 2023-08-22]. ISSN 0112-1642. Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/s40279-013-0130-1>.



## **Seznam příloh**

Příloha č. 1 – Vyjádření Etické komise UK FTVS

Příloha č. 2 – Vzor informovaného souhlasu

Příloha č. 3 – Pozvání k účasti na výzkumném projektu

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

Příloha č. 5 – Záznamový arch pro testování somatognozie

Příloha č. 6 – Záznamový arch pro Body attitude test

Příloha č. 7 – Záznamový arch pro Beighton skóre

Příloha č. 8 – Y-balance test – Score Sheet

# Příloha č. 1 – Vyjádření Etické komise UK FTVS

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:** Porovnání somatognozie a posturální stability mezi sportovními aerobickými a gymnastkami

**Forma projektu:** Výzkumná práce - diplomová práce

**Období realizace:** 3/2023-12/2023

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

**Předkladatel:** Klára Hlásková, Bc., UK FTVS, Katedra fyzioterapie

**Hlavní řešitel:** Klára Hlásková, Bc., UK FTVS, Katedra fyzioterapie

**Místo výzkumu (pracoviště):** Tělocvičny sportovních klubů, jógové studio

**Spoluřešitel(é):** /

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

**Finanční podpora:** Projekt není finančně podporován

**Popis projektu:** Výzkum bude typem observační studie. Celá diplomová práce bude teoreticko-empirického charakteru. V rámci empirické části budou použity kvalitativní i kvantitativní metody. Cílem výzkumu je zhodnotit somatognozii, konstituční hypermobilitu a posturální stabilitu u zkoumaných skupin (tedy skupiny sportovních aerobíček a skupiny sportovních gymnastek) a jejich následné porovnání mezi sebou. Dále je cílem zjistit, zda existuje korelace mezi zkoumanými modalitami (viz Sběr dat), tedy somatognozii, konstituční hypermobilitou, posturální stabilitou, schopností vyhodnocovat senzorní podněty a tělesným sebepojetím. Při sběru dat budou použity tyto metody: test dle Petrie (test hodnotící senzorní podněty, bez zrakové kontroly účastník ohmatá pravou rukou testovací blok, poté se snaží levou rukou nalézt na dalším testovacím bloku stejnou šíři jako má blok předchozí); vyplnění 20bodového dotazníku hodnotícího tělesné sebepojetí Body attitude test (v češtině), za využití Linkertovy škály přiřazení bodů 0-5 dle míry souhlasu účastníka s tvrzením v dotazníku; test délky chodidla, test šíře ramen a pánve (účastník bez zrakové kontroly ukáže mezi dlaněmi jím předpokládaný rozměr dané části těla, reálné i účastníkem ukazované rozměry budou změřeny a porovnány); vyšetření propriocepce horních a dolních končetin (bez zrakové kontroly bude končetina pasivně nastavena do určité polohy, ta poté bude změněna a účastník se pokusí znovu zaujmout polohu původní, rozdíl bude změřen, postupně budou změřeny všechny končetiny); 9bodové Beighton skóre hodnotící konstituční hypermobilitu (bude sledován rozsah pasivní apozice palců k předloktí, hyperextenze loktů nad 10°, kolen nad 10°, malíčků nad 90° a aktivní flexe trupu s propnutými koleny a s dlaněmi plně na zemi); hodnocení posturální stability dolních končetin Y balance testem. Sběr dat proběhne ve výše uvedeném pořadí. Mezi jednotlivými oblastmi testování (somatognozie, konstituční hypermobilita, posturální stabilita) bude krátká pauza, která bude určena jak odpočinku, tak vysvětlení průběhu následujícího testování. Pro každého účastníka proběhne sběr dat jednorázově. Předpokládaný čas pro provedení sběru dat u jednoho účastníka je přibližně 40 minut. Sběr dat proběhne vždy v podobnou denní dobu a v podobném prostředí.

**Charakteristika účastníků výzkumu:** Výběr účastníků zkoumaných skupin bude záměrný. Předpokládaný minimální počet účastníků je 60, 30 ve skupině sportovních aerobíček a 30 ve skupině sportovních gymnastek. Účastníky studie budou dívky, které se věnují závodně buď sportovnímu aerobiku, nebo sportovní gymnastice, a to na úrovni republikové soutěže. Věkové kategorie budou pro účely tohoto výzkumu rozděleny dle Pravidel sportovního aerobiku pro rok 2021-2023 a to 8-10 let, 11-13 let, 14-16 let, 17 let a více. Toto věkové rozdělení bude použito jak pro sportovní aerobičky, tak pro sportovní gymnastky. Probandky mají platnou zdravotní prohlídku bez omezení způsobilosti k vybraným sportovním aktivitám. V rámci anamnézy budou dívky dotazovány na věk, výšku a váhu, laterální horních končetin. Kontraindikacemi účasti ve výzkumu budou akutní infekční onemocnění, jakékoli jiné onemocnění či omezení pohybového aparátu, rekonvalescence po operaci, úrazu, onemocnění. Proband/zákonný zástupce probanda nepřítomnost kontraindikací stvrdí podpisem informovaného souhlasu před samotným započítáním výzkumu. Somatognostická vyšetření, Beighton skóre a Y balance test nepřináší další specifické kontraindikace. Probandka/zákonný zástupce probandky nepřítomnost kontraindikací stvrdí podpisem informovaného souhlasu před samotným započítáním výzkumu. Probandy do výzkumu bude vybírat Klára Hlásková, Bc. a PhDr. Tereza Nováková, Ph.D. Sportovní kluby budou osloveny e-mailem dopisem přiloženým níže, někteří trenéři a sportovkyně osobně.

**Zajištění bezpečnosti:** Výzkumu bude vždy přítomna předkladatelka a řešitelka projektu Bc. Klára Hlásková. Se všemi metodami sběru dat bude účastník seznámen v pro něj dostatečné míře, bude vysvětlen průběh měření, budou sděleny nejčastější chyby při měření, budou zodpovězeny dotazy účastníka.

Bezpečnost bude také zabezpečena standardním postupem provedení použitých metod sběru dat (Y balance test). Bude zabezpečen dostatečný klid při měření pro maximální soustředěnost účastníka a vyvarování se možných chyb.

Před provedením Y balance testu, se účastník krátce rozcvičí dle svého uvážení. Nebudou použity žádné invazivní metody. Budou zajištěny adekvátní podmínky prostředí a adekvátní příprava účastníků k provádění aktivit v rámci daného výzkumu. Rizika prováděného výzkumu nebudou vyšší než běžně očekávaná rizika u aktivit a testování prováděných v rámci tohoto typu výzkumu. Bezpečnost bude zajištěna standardním způsobem.

**Etické aspekty výzkumu:** Do výzkumu budou zahrnuti nezletilé osoby, jejichž organismus se v tomto věkovém období vyvíjí, mění se např. jejich tělesné proporce. V těchto věkových kategoriích je značný prostor pro včasný záchyt a nápravu některých možných patologií. Zkoumané oblasti, tedy somatognozie, konstituční hypermobilita a posturální stabilita, mohou pomoci odhalit rizika, která s sebou závodní provádění sportovního aerobiku a gymnastiky nese (úraz, přílišný tlak ze strany sportovního prostředí na vzhled), a stanovit potřebná opatření (úprava tréninku, dostatečná regenerace, podpora fyziologického psychomotorického vývoje).

**Potenciální střet zájmů:** Předkladatel a řešitel výzkum zpracovává za účelem sepsání diplomové práce, která je jedním z předpokladů úspěšného dokončení magisterského studia. Nemá osobní zájem na konkrétním výsledku výzkumu. Integrita a důvěryhodnost výzkumu bude zachována přesným a poctivým postupem sběru dat u každého účastníka studie. Výzkum není prováděn pro žádnou instituci či organizaci. Nejsem v pracovním právním (ani rodinném) vztahu k žádnému účastníkovi výzkumu. Neexistuje žádná skutečnost, která by mohla ovlivnit objektivitu výzkumu. Vedoucí práce bude dohlížet nad korektností a nestranností posuzování výsledků výzkumu mou osobou. S těmito gymnastickými disciplinami mě poji zájem z pohledu fyzioterapie, nejsem v současnosti aktivním účastníkem ani trenérem.

**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: pohlaví, e-mail, věk a data získaná měřením, které budou bezpečně uchovány na heslem zajištěném soukromém počítači řešitele, v této podobě budou uchovány do úspěšného obhájení diplomové práce, potom budou neodkladně smazány. Přístup k nim bude mít také vedoucí diplomové práce. Osobní údaje účastníků výzkumu nebudou předávány k dalšímu zpracování jinou osobou. Veškerá osobní data získaná od účastníků výzkumu budou anonymizována již při zápisu hodnot v průběhu měření, místo jména budou použity číslice, identifikace dat s osobou účastníka nebude možná. 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.

**Požítování fotografií/videí/audio nahrávek účastníků:**

Během výzkumu nebudou pořizovány žádné fotografie, videa ani audio nahrávky.

**Text informovaného souhlasu (IS):** Příložen.

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. Potvrzují, 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 : 13. 3. 2023

Podpis předkladatele: *Jela'sova!*

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. Mgr. Eva Prokešová, Ph.D.

prof. PhDr. Pavel Slepíčka, DrSc. Mgr. Tomáš Ruda, Ph.D.

PhDr. Pavel Hráský, Ph.D. MUDr. Simona Majorová

Projekt práce byl schválen Etickou komisí UK FTVS pod jednacím číslem: *148/2023*

dne: *15. 3. 2023*

Etická komise UK FTVS zhodnotila předložený projekt a **neshledala rozpory** s platnými zásadami, předpisy a mezinárodními směrnici 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  
razítko UK FTVS  
Josef Martího 31, 162 52, Praha 6

*PPM*  
podpis předsedkyně EK UK FTVS

## Příloha č. 2 – Vzor informovaného souhlasu

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

### INFORMOVANÝ SOUHLAS k žádosti 278/2022

Vážený pane, vážená paní,

v souladu se Všeobecnou deklarácí 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 deklaráce, 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 / účastí Vaší dcery ve výzkumném projektu Bc. Kláry Hláskové (řešitel) na UK FTVS v rámci diplomové práce s názvem „Porovnání somatognozie a posturální stability mezi sportovními aerobičkami a gymnastkami“. Výzkum bude prováděn v tělocvičnách klubů, v jógovém studiu.

Projekt bude probíhat v období 3/2023-12/2023.

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

**Cílem** projektu je zhodnocení somatognozie, konstituční hypermobility a posturální stability u zkoumaných skupin (tedy skupiny sportovních aerobiček a skupiny sportovních gymnastek) a jejich následné porovnání mezi sebou.

**Vaše účast / účast Vaší dcery bude spočívat** ve vyplnění 20bodového dotazníku hodnotícího tělesné sebepojetí *Body attitude test*, ohodnotíte body 0-5 dle míry Vašeho souhlasu s tvrzením v dotazníku. Dále v absolvování několika krátkých fyzioterapeutických testů hodnotících somatognozii (vnímání vlastního těla), a to *test dle Petrie* (hodnotí senzorké vnímání podnětů; bez zrakové kontroly ohmatáte pravou rukou testovací blok, poté se pokusíte levou rukou nalézt na dalším testovacím bloku stejnou šíři jako měl blok předchozí), *test délky chodidla*, *test šíře ramen a pánve* (bez zrakové kontroly ukážete mezi dlaněmi Vámi předpokládaný rozměr dané části těla, reálné i Vámi ukazované rozměry budou změřeny a porovnány), *vyšetření propriocepce horních a dolních končetin* (vnímání polohy, bez zrakové kontroly Vám bude končetina pasivně nastavena do určité polohy, ta bude následně změněna a Vy se pokusíte znovu zaujmout polohu původní, rozdíl bude změřen, postupně budou změřeny všechny končetiny). Nakonec podstoupíte *Beighton skóre* (které zjišťuje přítomnost konstituční hypermobility, zvýšený rozsah pohybu v kloubech vlivem zvýšené laxicity vaziva, např. v oblasti loktů či kolen) a *Y balance test* (zjišťuje posturální stabilitu dolních končetin). Mezi jednotlivými měřeními bude krátká pauza, která bude určena jak odpočinku, tak vysvětlení průběhu následujícího. Nebudou použity žádné invazivní metody. Během celého měření bude vhodný lehký sportovní oděv, obuv nebude nutná.

Měření proběhne jednorázově, nebude nutné opakování, bude trvat přibližně 40 minut. Při standardním postupu provedení měření, projekt nenesे významně vysoká rizika. Bezpečnost bude zajištěna přítomností řešitele diplomové práce, Vaším dostatečným seznámením a vysvětlením průběhu měření, sdělením nejčastějších chyb, zodpovězením Vašich dotazů a zabezpečení klidného prostředí pro průběh měření. Před provedením Y balance testu budete požádáni o krátké rozcvičení dle Vašeho uvážení, toto měření bude vyžadovat lehkou míru fyzické aktivity. Všechny testy jsou neinvazivní, nepůsobící bolest. Budou zajištěny adekvátní podmínky prostředí a adekvátní příprava účastníků k provádění aktivit v rámci daného výzkumu. Rizika prováděného výzkumu nebudou vyšší než běžně očekávaná rizika u aktivit a testování prováděných v rámci tohoto typu výzkumu. Bezpečnost bude zajištěna standardním způsobem.

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

Projektu není možné se účastnit při akutním infekčním onemocnění, onemocnění či omezení pohybového aparátu, rekonvalescenci po operaci, úrazu, onemocnění. Posouzení zdravotní způsobilosti pro účast v projektu lékařem není nutné.

Přínosem pro Vás / Vaši dceru bude zhodnocení somatognozie, posturální stability, konstituční hypermobility, tedy informace o zdravotním stavu, které Vám / Vaší dceři budou sděleny osobně již v průběhu měření. Také seznámení se s některými fyzioterapeutickými diagnostickými nástroji.

Vaše účast / účast Vaší dcery v projektu je dobrovolná a nebude finančně ohodnocena.

Získaná 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: *pohlaví, věk, výška, váha, dominance horní končetiny a data získaná měřením*, které budou bezpečně uchovány na heslem zajištěném soukromém počítači řešitele, v této podobě budou uchovány do úspěšného obhájení diplomové práce, potom budou neodkladně smazány. Přístup k nim bude mít mimo řešitele také vedoucí diplomové práce. Vaše osobní údaje nebudou předávány k dalšímu zpracování jinou osobou. Veškerá osobní data budou anonymizována již při zápisu hodnot v průběhu měření, místo jména budou použity číslice, identifikace dat s Vaší osobou / s osobou Vaší dcery nebude možná. 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. Během výzkumu nebudou pořizovány žádné fotografie, videa ani audio nahrávky.

S celkovými výsledky a závěry výzkumného projektu se můžete na vyžádání seznámit prostřednictvím e-mailové adresy [hlaskova.klara@seznam.cz](mailto:hlaskova.klara@seznam.cz).

V maximální možné míře bude zajištěno, aby získaná data nebyla zneužita.

Jméno a příjmení předkladatele a hlavního řešitele projektu: Bc. Klára Hlásková

Podpis: .....

Prohlašuji a svým níže uvedeným vlastnoručním podpisem potvrzuji, že dobrovolně souhlasím s účastí / s účastí své dcery ve výše uvedeném projektu, že se u mne / mé dcery neobjevují žádné kontraindikace, které by nedovolily účast v projektu, 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 / moje dcera má platnou zdravotní prohlídku bez omezení způsobilosti k vybraným sportovním aktivitám.** 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 ..... (v případě nezletilých)

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

### **Příloha č. 3 – Pozvání k účasti na výzkumném projektu**

#### **Pozvání k účasti organizacím, které budou pozváni předávat účastníkům výzkumu**

Vážený pane/Vážená paní,

jmenuji se Klára Hlásková a jsem studentkou oboru fyzioterapie na Fakultě tělesné výchovy a sportu Univerzity Karlovy (UK FTVS). Obracím se na Vás s žádostí o pomoc při oslovování účastníků mého výzkumu s názvem „Porovnání somatognozie a posturální stability mezi sportovními aerobičkami a gymnastkami“.

Cílem výzkumného práce je zhodnocení somatognozie, konstituční hypermobility a posturální stability u sportovních aerobiček a sportovních gymnastek a jejich následné porovnání mezi sebou.

Výzkum bude probíhat v průběhu roku 2023, v případě souhlasu přímo v prostorech účastnících se klubů, či prostorech jógového studia Hvězda, Křenova 11, Petřiny, 162 00 . Je určen všem dívkám, které se závodně zabývají sportovním aerobikem nebo gymnastikou na úrovni republikové soutěže, od 8 let věku až po dospělé, a mají zájem nahlédnout do fyzioterapeutické diagnostiky, či se dozvědět informace o svém zdravotním stavu.

Jména všech účastníků budou anonymizována. Názvy klubů budou anonymizovány v případě, kdy o anonymizování klubu výslovně požádá ať už klub, či sportovkyně. Získaná data budou zpracovávána, bezpečně uchována, publikována (ve výzkumných pracích, případně v odborných časopisech, monografiích), prezentována (na konferencích) a případně dále využita při další výzkumné práci na UK FTVS v anonymní podobě.

Tím, že výše uvedené informace v tomto e-mailu přepošlete trenérům, přímo sportovkyním, či jejich rodičům, potvrzujete, že dobrovolně souhlasíte s realizací výzkumu ve Vašem klubu, o kterém jste byl/a informován/a, jakož i o právu odmítnout účast nebo svůj souhlas kdykoli odvolat bez represí, a to písemně Etické komisi UK FTVS.

Prosím, aby mě zájemci kontaktovali na níže uvedeném e-mailu. Účast jednotlivců je zcela dobrovolná a každý z nich může účast odmítnout, případně z účasti kdykoliv během vyplňování odstoupit.

Výzkum byl schválen Etickou komisí UK FTVS pod číslem: 278/2022.

S výsledky výzkumu se poté můžete seznámit skrze emailovou adresu: hlaskova.klara@seznam.cz

Děkuji Vám za spolupráci

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

UNIVERZITA KÁRLOVA  
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 „*Porovnání somatotypie a posturální stability mezi sportovními aerobickými a gymnastkami*“, jemuž bylo Etickou komisí UK FTVS přiděleno j. č. 278/22 a jehož hlavním řešitelem je *Bc. Klára Hlásková*, 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/n souhlasím** (*nehodí 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. 5 – Záznamový arch pro testování somatognozie

**Zkoumaná skupina:** aerobičky X gymnastky  
**Proband č.:**  
**Věk:**  
**Výška (cm):**  
**Váha (kg):**  
**Lateralita:** PHK X LHK                      PDK X LDK

**Test dle Petrie:** nadhodnocuje X podhodnocuje

**Test šíře ramen (cm):**  
1/                      odchylka:  
2/                      odchylka:  
3/                      odchylka:  
\_\_\_\_\_  $\bar{\varnothing}$  odchylka: \_\_\_\_\_

Reálný rozměr:

**Test šíře pánve (cm):**  
1/                      odchylka:  
2/                      odchylka:  
3/                      odchylka:  
\_\_\_\_\_  $\bar{\varnothing}$  odchylka: \_\_\_\_\_

Reálný rozměr:

**Test délky chodidla (cm):**  
1/                      odchylka:  
2/                      odchylka:  
3/                      odchylka:  
\_\_\_\_\_  $\bar{\varnothing}$  odchylka: \_\_\_\_\_

Reálný rozměr:

**Propriocepce HKK (cm):**

PHK		LHK	
1/	odchylka:	1/	odchylka:
2/	odchylka:	2/	odchylka:
3/	odchylka:	3/	odchylka:
	$\bar{\varnothing}$ odchylka:		$\bar{\varnothing}$ odchylka:

**Propriocepce DKK (cm):**

PDK		LDK	
1/	odchylka:	1/	odchylka:
2/	odchylka:	2/	odchylka:
3/	odchylka:	3/	odchylka:
	$\bar{\varnothing}$ odchylka:		$\bar{\varnothing}$ odchylka:

(vytvořeno autorkou)



## Příloha č. 6 – Záznamový arch pro Body attitude test

Body attitude test (Papežová, 2010)

Č.	Otázka	0	1	2	3	4	5
1.	Jestliže se srovnám se stejně starými, necítím se spokojená se svým tělem.						
2.	Vlastní tělo mi připadá jako předmět bez citu.						
3.	Mé boky se mi zdají příliš široké.						
4.	Cítím se ve svém těle jako doma.						
5.	Velice si přeji být štíhlejší.						
6.	Moje prsa mi připadají příliš velká.						
7.	Mám sklon skrývat své tělo (například ve volném oblečení).						
8.	Když se pozoruji v zrcadle, nejsem se svým tělem spokojená.						
9.	Mohu se po tělesné stránce lehce uvolnit.						
10.	Myslím, že jsem moc tlustá.						
11.	Pocítuji své tělo jako břemeno.						
12.	Zdá se mi, jako by mi mé tělo nepatřilo.						
13.	Některé části mého těla vypadají jako oteklé.						
14.	Mé tělo pro mě představuje ohrožení.						
15.	Můj zevněšek je pro mě velice důležitý.						
16.	Mé břicho vypadá jako bych byla těhotná.						
17.	Ve svém těle se necítím dobře.						
18.	Závidím ostatním jejich zevněšek.						
19.	V mém těle se odhrává něco, co mě děsí.						
20.	Kontroluji svůj vzhled v zrcadle.						

0 - nikdy, 1 - zřídka, 2 - někdy, 3 - často, 4 - většinou, 5 - vždy

PAPEŽOVÁ, Hana. et al. *Spektrum poruch příjmu potravy: interdisciplinární přístup*. Praha: Grada, 2010. ISBN 978-80-247-2425-6.

## Příloha č. 7 – Záznamový arch pro Beighton skóre

### Beighton skóre

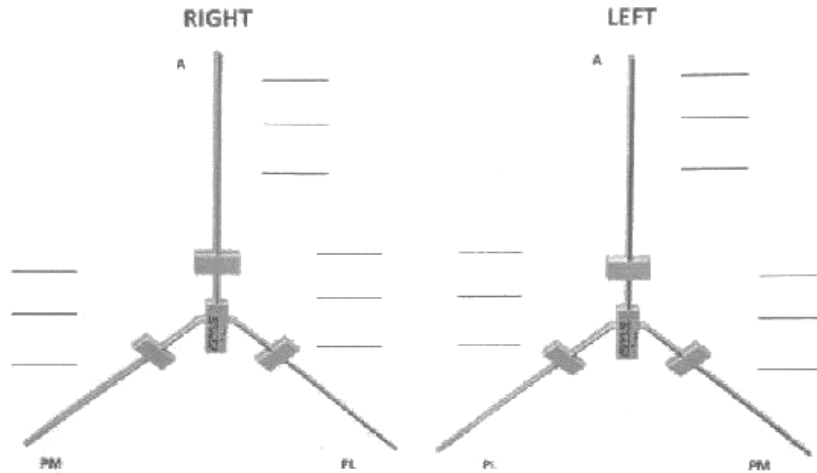
	P	L
Pasivní dorsiflexe a hyperextenze pátého MCP kloubu nad 90°		
Pasivní apozice palce k flexorovému aspektu předloktí		
Pasivní hyperextenze lokte nad 10°		
Pasivní hyperextenze kolena nad 10°		
Aktivní dopředná flexe trupu s koleny plně vysunutými tak, aby dlaně rukou spočívaly rovně na podlaze		
Celkové skóre		

(vytvořeno autorkou)

**Příloha č. 8 – Y-balance test – Score Sheet**

**Y-Balance Test – Score Sheet** 

Right limb length in centimeters: \_\_\_\_\_  
 (Measure from right ASIS to right medial malleolus in supine after performing bilateral bridge)



**Greatest Successful Reach**

	Right	Left	Difference
Anterior (A)			
Posteromedial (PM)			
Posterolateral (PL)			

**Composite Score**

Right	
Left	

$$\frac{(\text{Anterior} + \text{Posteromedial} + \text{Posterolateral})}{3 \times \text{Right limb Length}} \times 100$$

St. Luke's Sports Medicine. *Y-Balance test – Score Sheet* [online]. 2023 [cit. 2023-08-19]. Dostupné z: <https://www.stlukesonline.org/health-services/specialties/programs/st-lukes-sports-medicine-program/~-/media/5f8cf5633c094c159cd15ea555528135.ashx>.

## Seznam obrázků

Obrázek 1 – Test dle Petrie (Véle, 2006).....	40
Obrázek 2 – Test šíře pánve a délky chodidla .....	42
Obrázek 3 – Test šíře pánve a délky chodidla 2 .....	42
Obrázek 4 – Test šíře ramen .....	42
Obrázek 5 – Test šíře ramen 2 .....	42
Obrázek 6 – Polohocit HKK (archiv autorky) .....	44
Obrázek 7 – Polohocit DKK (archiv autorky) .....	44
Obrázek 8 – Příklad záznamu naměřených hodnot při testování polohocitu (archiv autorky).....	44
Obrázek 9 – Beighton skóre (Physiopedia, 2023) .....	45
Obrázek 10 – Y-balance test – anteriorní směr pro pravou DK (archiv autorky) .....	47
Obrázek 11 – Y-balance test – posteromediální směr pro pravou DK (archiv autorky)	47
Obrázek 12 – Y-balance test – posterolaterální směr pro pravou DK (archiv autorky) .	47

## Seznam tabulek

Tabulka 1 – Naměřené hodnoty – sportovní aerobik 1 .....	51
Tabulka 2 – Naměřené hodnoty – sportovní aerobik 2.....	52
Tabulka 3 – Naměřené hodnoty – sportovní gymnastika 1 .....	53
Tabulka 4 – Naměřené hodnoty – sportovní gymnastika 2 .....	54
Tabulka 5 – Somatognostické testy – sportovní aerobik vs sportovní gymnastika .....	55
Tabulka 6 – Průměr reálných tělesných rozměrů v cm – sportovní aerobičky vs sportovní gymnastky .....	56
Tabulka 7 – Test dle Petrie – sportovní aerobičky vs sportovní gymnastky .....	56
Tabulka 8 – Y-balance test – sportovní aerobičky vs sportovní gymnastky .....	57
Tabulka 9 – Korelace – Somatognostické testy a CS pro dominantní a nedominantní DK .....	59
Tabulka 10 – Korelace – BS a CS pro dominantní a nedominantní DK .....	60
Tabulka 11 – BS – sportovní aerobik vs sportovní gymnastika .....	61
Tabulka 12 – Test dle Petrie vs BAT a testy tělesných rozměrů .....	62
Tabulka 13 – BAT – sportovní aerobik vs sportovní gymnastika .....	63

## Seznam grafů

Graf 1 – Test šíře pánve vs věk.....	56
Graf 2 – Test dle Petrie – sportovní aerobičky .....	57
Graf 3 – Test dle Petrie – sportovní gymnastky .....	57
Graf 4 – CS vs věk – sportovní aerobičky .....	58
Graf 5 –CS vs věk – sportovní gymnastky .....	58
Graf 6 – CS nedominantní DK vs test šíře pánve .....	60
Graf 7 – CS nedominantní DK vs polohocit dominantní DK.....	60
Graf 8 – CS dominantní DK vs BS.....	61
Graf 9 – CS nedominantní DK vs BS .....	61
Graf 10 – Test dle Petrie vs BAT .....	62
Graf 11 – Test dle Petrie vs testy tělesných rozměrů .....	63
Graf 12 – BAT vs věk.....	64
Graf 13 – BAT – sportovní aerobik .....	64
Graf 14 – BAT – sportovní gymnastika.....	64