

Univerzita Palackého v Olomouci

Fakulta tělesné kultury

HODNOCENÍ POSTURÁLNÍ STABILITY A HYPERMOBILITY

U DĚTÍ VE VĚKU 6–11 LET

Diplomová práce

Autorka: Bc. Radka Habigerová, fyzioterapie

Vedoucí práce: Mgr. Martina Šlachtová, Ph.D.

Olomouc 2019

Jméno a příjmení autora: Radka Habigerová

Název diplomové práce: Hodnocení posturální stability a hypermobility u dětí

ve věku 6–11 let

Pracoviště: Katedra fyzioterapie

Vedoucí diplomové práce: Mgr. Martina Šlachtová, Ph.D.

Rok obhajoby diplomové práce: 2019

Abstrakt: Cílem této práce bylo zjistit, zda existuje vztah mezi konstituční hypermobilitou a kvalitou posturální stability u dětí ve věku 6–11 let. Posturální stabilita byla hodnocena pomůckou GymTop USB Professional a funkční zkouškou stoje na jedné dolní končetině. Hypermobilita byla hodnocena testem Beighton Score. Výzkumný soubor tvořilo 44 probandů, z toho 22 dívek a 22 chlapců. Experimentální skupinu vytvořilo 17 konstitučně hypermobilních dětí (Beighton Score ≥ 5 bodů), kontrolní skupinu tvořilo 27 probandů. Každý proband absolvoval dva pokusy o klidný vzpřímený stoj na kulové úseči GymTop USB Professional v diagnostickém režimu, s využitím vizuální zpětné vazby a bez ní. Každý pokus trval 30 vteřin. Testování stoje na jedné dolní končetině probíhalo ve dvou pokusech (po 30 vteřinách) pro obě dolní končetiny, se zrakovou kontrolou a bez ní. Bylo zjištěno, že v parametru směrodatná odchylka mediolaterálního náklonu plošiny vykazovala experimentální skupina vyšší hodnoty než kontrolní. Ve stoji na levé dolní končetině dosahovala experimentální skupina kratší výdrže než kontrolní. Porovnání skupin v ostatních testovaných parametrech nedosáhlo hladiny statistické významnosti ($p < 0,05$). Bylo zjištěno, že čím vyšší je bodový zisk v Beighton Score, tím klesá výdrž ve stoji na levé dolní končetině a roste výchylka v mediolaterálním směru na pomůcce GymTop USB Professional (v testu bez vizuální zpětné vazby). Nejčastějším hypermobilním segmentem v obou skupinách byl loketní kloub.

Klíčová slova: hypermobilita, posturální stabilita, GymTop USB Professional, Beighton Score, děti

Souhlasím s půjčováním diplomové práce v rámci knihovních služeb.

Author's first Name and Surname: Radka Habigerová

Title of the Diploma Thesis: Evaluation of the postural stability and hypermobility in children aged 6–11 years

Department: Department of Physiotherapy

Supervisor: Mgr. Martina Šlachťová, Ph.D.

The year of Diploma Thesis presentation: 2019

Abstract: The aim of this work was to find out whether there is a relationship between generalized hypermobility and the quality of postural stability in children aged 6–11. Postural stability was evaluated with the GymTop USB Professional and a single leg stance test. Hypermobility was assessed with Beighton Score. The research group consisted of 44 probands, including 22 girls and 22 boys. The experimental group comprised 17 children with generalized joint hypermobility (Beighton Score ≥ 5 points), the control group consisted of 27 probands. Each proband made two attempts for a quiet upright stance on the GymTop USB Professional spherical segment in the diagnostic mode, with and without visual feedback. Each attempt lasted 30 seconds. Single leg stance testing was carried out in two attempts (30 seconds each) for both legs, with and without visual control. It was discovered that the experimental group showed higher values than the control one in the parameter standard deviation of the mediolateral sway of the platform. As for single leg stance testing, the experimental group achieved shorter endurance than the control group. The comparison of the groups in the other parameters tested did not reach the level of statistical significance ($p < 0,05$). It has been found out that the higher is the point gained in Beighton Score, the lower is the endurance in the single left leg stance and the mediolateral deflection increases on the gymTop USB Professional (in the test without visual feedback). The most common hypermobile segment in both groups was the elbow joint.

Key words: hypermobility, postural stability, GymTop USB Professional, Beighton Score, children

I agree the thesis paper to be lent within the library service.

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracovala samostatně pod vedením Mgr. Marty Šlachtové, Ph.D., uvedla jsem všechny použité literární a odborné zdroje a dodržela jsem zásady vědecké etiky.

V Olomouci dne 17. 4. 2019

.....

Děkuji Mgr. Martině Šlachtové, Ph.D. za rady, podněty a připomínky, které mi během psaní diplomové práce poskytla. Děkuji Mgr. Lence Crhonkové, Mgr. Janě Buiové a ostatním pedagogům za pomoc při organizaci výzkumu a především všem zúčastněným dětem a jejich rodičům. V neposlední řadě děkuji mé rodině za podporu a toleranci během celého studia.

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

BJHS – benigní syndrom hypermobility

CNS – centrální nervová soustava

COG – center of gravity

COM – center of mass, těžiště

COP – center of pressure

HDCT – dědičné poruchy pojivových tkání

KH – konstituční hypermobilita

SH – syndrom hypermobility

OBSAH

1	ÚVOD.....	9
2	PŘEHLED POZNATKŮ.....	10
2.1	Definice hypermobility	10
2.1.1	Konstituční hypermobilita	10
2.1.2	Další typy hypermobility.....	12
2.1.3	Konstituční hypermobilita a syndrom hypermobility.....	13
2.1.4	Specifika konstituční hypermobility v dětském věku	15
2.1.5	Testování konstituční hypermobility	18
2.2	Posturální stabilita.....	21
2.2.1	Definice posturální stability a základní terminologie.....	21
2.2.2	Složky a mechanismy udržování posturální stability	26
2.2.3	Specifika posturální stability v dětském věku	34
2.2.4	Některé možnosti hodnocení posturální stability	35
3	CÍLE PRÁCE A VÝZKUMNÉ OTÁZKY	37
3.1	Cíle práce	37
3.2	Výzkumné otázky.....	38
4	METODIKA.....	39
4.1	Charakteristika výzkumného souboru.....	39
4.2	Organizace výzkumu.....	40
4.3	Informovaný souhlas a vyjádření etické komise.....	40
4.4	Výzkumná metoda	41
4.4.1	Kineziologický rozbor	41
4.4.2	Vyšetření hypermobility	41
4.4.3	Stoj na jedné dolní končetině	42
4.4.4	GymTop USB Professional	43

4.5	Statistické zpracování dat.....	48
5	VÝSLEDKY.....	50
5.1.1	Výzkumná otázka č. 1	50
5.1.2	Výzkumná otázka č. 2	53
5.1.3	Výzkumná otázka č. 3	57
5.1.4	Výzkumná otázka č. 4	59
5.1.5	Výzkumná otázka č. 5	65
5.1.6	Výzkumná otázka č. 6	68
5.1.7	Výzkumná otázka č. 7	71
6	DISKUZE.....	73
6.1	Diskuze k souhrnu poznatků.....	73
6.2	Diskuze k výzkumným otázkám.....	76
6.2.1	Diskuze k výzkumné otázce č. 1	76
6.2.2	Diskuze k výzkumné otázce č. 2	77
6.2.3	Diskuze k výzkumné otázce č. 3	79
6.2.4	Diskuze k výzkumné otázce č. 4	80
6.2.5	Diskuze k výzkumné otázce č. 5	81
6.2.6	Diskuze k výzkumné otázce č. 6	82
6.2.7	Diskuze k výzkumné otázce č. 7	83
7	ZÁVĚRY.....	84
8	SOUHRN.....	86
9	SUMMARY	87
10	REFERENČNÍ SEZNAM.....	88
11	PŘÍLOHY.....	95

1 ÚVOD

Přítomnost konstituční hypermobility v populaci je častým jevem. S jejím hlavním projevem, zvýšenou kloubní volností, je konfrontována i laická veřejnost. Rozdílný rozsah pohybu v kloubech mezi jedinci dává vyniknout zejména těm pohyblivějším, tedy hypermobilním. Pravděpodobně každý se v kulturní sféře setkal s nadměru pohyblivými tanečníky nebo představeními hadích žen či mužů. Efekt zvýšení laxicity vaziva dává vzniknout dojmu, že hypermobilní jedinec je dle překladu anglického pojmu *double jointed* „dvoukloubový“.

Ve vztahu k zvýšené kloubní pohyblivosti logicky přichází otázka, zda je konstituční hypermobilita (jako samostatný fenomén) neškodným jevem anebo vnějším projevem mnohem složitějšího a komplexního problému. Obrovský rozsah pohybu v kloubu totiž přímo odporuje požadavkům na dostatečnou stabilitu segmentu.

Cílem této diplomové práce je zjistit, zda se hypermobilita v kloubech může promítat do kvality posturální stability. Udržování vzpřímeného držení těla proti působení gravitace je složitým úkolem pro mnoho tělních systémů. Odpovídající fungování posturální kontroly klade silné nároky taktéž na koordinaci funkcí jednotlivých soustav v organismu.

Tato práce je zaměřená na dětskou populaci. Školní věk s sebou nese určitá specifika v posturální stabilitě i přítomnosti konstituční hypermobility. Vzpřímené držení těla prochází minimálně do desátého roku života mnoha značnými změnami a je tedy teprve v přípravě na rozvinutí její plné kvality. Pro hodnocení posturální stability existuje celá řada testovacích nástrojů. Pro tuto práci byla vybrána diagnostická a terapeutická pomůcka GymTop USB Professional. Vyšetření klidného stoje na ní probíhá proaktivně a je atraktivní a motivující možností spojenou s vizuální zpětnou vazbu náklonů na kulové úseči.

Děti jsou obecně flexibilnější než dospělí a je zřejmé, že v měřících pro konstituční zvýšenou kloubní volnost jsou častěji označeny za hypermobilní. Zároveň je ale právě dětský věk vhodnou dobou preventivního terapeutického zásahu. Pojí-li se s hypermobilitou jakékoliv obtíže lokalizované v pohybovém aparátu, je nezbytné řešit je ihned.

2 PŘEHLED POZNATKŮ

Přehled poznatků přináší definice pojmu hypermobilita, její dělení, možnosti testování a návaznost na další symptomatiku a kvalitu motorických schopností. Druhá část přehledu se věnuje terminologii a základní orientaci v problematice posturální stability.

2.1 DEFINICE HYPERMOBILITY

Hypermobilitu lze dle Koláře (2009, 414) charakterizovat jako „zvětšený rozsah kloubní pohyblivosti nad běžnou fyziologickou normu, a to jak ve smyslu joint play, tak v pasivním i aktivním pohybu“.

2.1.1 Konstituční hypermobilita

Kolář (2009) dělí hypermobilitu dle příčin na čtyři skupiny: konstituční, kompenzační, lokální patologickou (posttraumatickou) a přítomnou při neurologickém onemocnění. Konstituční hypermobilitě je věnována tato kapitola, ostatní varianty budou rozebrány v kapitole 2.1.2.

Konstituční hypermobilita (dále KH) je charakterizována jako zvětšení rozsahu pohybu ve všech kloubech (Kolář, 2009). Janda (2001) uvádí, že se jedná o nejčastější typ, který má zároveň největší vztah k funkčním poruchám pohybové soustavy.

Etiologie KH nebyla doposud uspokojivě objasněna. Pravděpodobně je multifaktoriální. KH je pravděpodobně podmíněna nedostatečnou kvalitou mesenchymu (Kolář, 2009). Beighton, Grahame a Bird (2012) poukazují (zejména ve vztahu k dědičným poruchám pojivových tkání, které budou charakterizovány v kapitole 2.1.4.1) na roli kolagenních vláken. Autoři uvádějí, že právě kolagenní vlákna navinutá kolem extracelulární matrix v kloubním pouzdře a okolních šlachách a vazech jsou nositelem elasticity. Tato vlákna mohou produkovat tuhost nebo zvýšení rozsahu v kloubu, proto jejich změna různými vlivy vede k hypermobilitě. Zvýšená kloubní volnost je podmíněna dědičně.

Pro diagnostiku je důležité zohlednit, že tíže nálezu nemusí být ve všech segmentech stejná. Vzhledem k pravděpodobné etiologii v insuficienci mezenchymu se KH projevuje nejen ve vyšší laxitě vaziva, ale také podpůrného nitrosvalového stromatu. U hypermobilních osob je proto také patrná lehká celková hypotonie a obecně mírně snížená svalová síla (Janda, 2001).

Právě konstituční hypermobilitu je žádoucí vyšetřit během kineziologického rozboru, neboť její přítomnost má vliv na vznik patologických pohybových syndromů (Janda, 1996). Ačkoliv KH nelze označit přímo jako poruchu, upozorňuje Lewit (2003, 48) že „hypermobilita sama o sobě je jen konstituční vlastnost, má však sklon k instabilitě, která je patologická“.

Epidemiologická data

Prevalence KH je vázána na specifika zkoumané populace. Její přítomnost je ovlivněna pohlavím, věkem i rasou. Ženy jsou hypermobilní až třikrát více než muži. Výskyt hypermobility klesá s rostoucím věkem a je přítomna častěji u mongoloidní a negroidní rasy, než u europoidní (Hakim & Grahame, 2003).

Epidemiologická data vyjadřující podíl hypermobilních osob v populaci jsou podle různých zdrojů velice rozdílná. Vysoká variabilita těchto dat je daná také výběrem zkoumaného vzorku (pohlaví, věk a rasa). Různé vědecké týmy provádějící screening také používají rozdílné diagnostické nástroje, což přináší další nepřesnosti (Simmonds & Keer, 2007).

Hakim a Grahame (2003) uvádějí, že zastoupení konstitučně hypermobilních osob v populaci se dle jednotlivých studií pohybuje mezi 2–35 % u mužů a 5–57 % u žen. Upozorňují však na zkreslení mnoha provedených studií pravidelnou vysokou účast mladých probandů. Celkové zastoupení osob splňující kritéria pro hypermobilitu uvádějí mezi 10–20 % populace.

Epidemiologická data v dětské populaci

Stejně jako u dospělé populace je prevalence hypermobility u dětí rozdílná v souvislosti pohlavím a etnikem. Její prevalence taktéž klesá s věkem. Tento pokles je patrný již mezi dětmi mladšího a staršího školního věku (Clinch et al., 2011). Platí, že

častěji je hypermobilita u dětí ve věku 4–17 let více vyjádřena na nedominantní polovině těla (Rikken-Bultman, Wellink, & van Dongen, 1997).

V dětské populaci (pětiletých) podle studie autorů de Boer, van Wlimmeren, Scheper, Nijhuis-van der Sanden a Engelbert (2015) platí, že u konstitučně hypermobilních osob je nacházen vyšší Body Mass Index. Ke stejnému výsledku došli i Sohrbeck-Nøhr, Kristensen, Boyle, Remvig a Juul-Kristensen (2014) při dlouhodobém sledování hypermobilních adolescentů ve věku 14 let. Oproti tomu Bout-Tabaku et al. (2014) uvádějí, že žádná souvislost mezi KH a obezitou u dětí ve starším školním věku neexistuje.

Studie autorů Janssona, Saartoka, Wenera a Renströma (2004) hodnotila vzorek (1845 probandů) švédských školáků ve věku 9, 12 a 15 let pomocí Beighton Score. Hypermobilních (tedy splňujících kritérium získání 5 a více bodů ve stupnici Beighton Score) bylo 20,2 % devítiletých chlapců a 26,4 % dívek ve stejném věku. U chlapců se navíc prokázalo snižování zastoupení hypermobilních osob s rostoucím věkem – 20,2 % devítiletých chlapců bylo označeno jako hypermobilní, zatímco zastoupení patnáctiletých bylo jen 7,9 %. Ve studii Clinche et al. (2011), jenž hodnotila zastoupení konstitučně hypermobilních čtrnáctiletých dánských dětí je udáváno, že hypermobilních děvčat bylo zjištěno 27,5 % a chlapců 10,6 %.

Rikken-Bultman, Wellink a van Dongen (1997) popisují, že v jimi zkoumané skupině dánských školáků ve věku 4–13 lety bylo 15,5 % označeno jako konstitučně hypermobilních (dle Beighton Score). Oproti tomu ve skupině starších dětí (12–17 let) již bylo hypermobilních méně – 13,4 %, což koreluje s poznatky o snižování prevalence hypermobility s věkem.

2.1.2 Další typy hypermobility

V této kapitole budou přiblíženy další typy hypermobility kromě konstituční, která již byla rozebrána v kapitole 2. 1. 1.

2.1.2.1 Kompenzační hypermobilita

Kompenzační hypermobilita je lokální patologická zvýšená kloubní laxicita, jež vznikla jako následek omezení rozsahu pohybu v jiném segmentu nebo kloubu. Obnovením pohyblivosti v zablokovaném segmentu se zruší i hypermobilita v segmentu, jež blokádu kompenzoval (Kolář, 2009). Janda (1996) uvádí, že nejčastěji vzniká kompenzační hypermobilita na páteři mezi obratli.

2.1.2.2 Lokální hypermobilita (posttraumatická)

Lokální posttraumatická hypermobilita, pro niž lze použít také častější označení *nestabilita* vzniká jako následek traumatu. Zvýšený rozsah pohybu je následkem poškození statických stabilizátorů postiženého segmentu (vazy a kloubní pouzdro) (Kolář, 2009).

2.1.2.3 Hypermobilita při neurologickém onemocnění

Hypermobilita při neurologickém onemocnění je typ hypermobility svázaný s klinickými projevy neurologických onemocnění, zejména těch s poruchami aference. Mezi nejčastější diagnózy spjaté s tímto typem zvýšením kloubního rozsahu patří tabes dorsalis, postižení mozečku, některé formy dětské mozkové obrny (dyskinetická a mozečková forma), Downův syndrom, některé poruchy centrálního svalového tonu (např. oligofrenie) nebo některé extrapyramidové syndromy (Janda, 1996; Kolář, 2009).

V české literatuře byl dříve tento typ zvýšení kloubní volnosti označován jako tzv. generalizovaná hypermobilita. Zmíněný pojem však nekoresponduje se zahraničním užíváním pojmu *generalized hypermobility*, který je synonymem pro konstituční hypermobilitu.

2.1.3 Konstituční hypermobilita a syndrom hypermobility

Pojmy hypermobilita a syndrom hypermobility (z anglického pojmu *Benign Joint Hypermobility Syndrom* (benigní syndrom hypermobility, dále BJHS) nebo také *Joint*

Hypermobility Syndrom jsou označení pro klinické projevy související s nadměrnou kloubní volností. Velmi často jsou používána chybně jako synonyma, ačkoliv je nutno jejich striktní odlišování (Beighton, Grahame, & Bird, 2012). Pojem hypermobilita je obecné označení pro zvýšenou kloubní pohyblivost jako samostatný fenomén, který nemusí být doprovázen žádnými dalšími symptomy (Murray, 2006). Syndrom hypermobility (dále SH) je vlastní diagnózou, která je vedena v mezinárodní klasifikaci nemocí (MKN-10) pod kódem M35.7.

SH je poruchou pojivové tkáně. Prevalence v celé populaci se pohybuje kolem 3 % postižených. Tato diagnóza je charakterizována kloubními instabilitami (jako následek zvětšení kloubního rozsahu vlivem insuficience vaziva), chronickými bolestmi muskuloskeletárního systému (zejména artralgiemi) a změnami na kůži (Kumar & Lenert, 2017). Beighton, Grahame a Bird (2012) uvádějí, že klinické projevy syndromu hypermobility jsou široké. Poruchy vaziva se objevují ve všech strukturách s vysokým obsahem kolagenu – kůži, vazech, chrupavkách, kostech, cévách, svalech a fasciích. Mimo pohybový systém jsou přítomny také projevy anatomických abnormalit trávicího ústrojí, autonomní dysfunkce (bolesti hlavy, ortostatické synkopy, tachykardie, palpitace) a únava (Cattalini & Cimaz, 2017). Nejedná se tedy jen o nález zvýšené kloubní pohyblivosti (konstituční hypermobility), která sama o sobě nemusí být původcem obtíží, ale o soubor klinických vyjádření i mimo pohybový systém. Nález konstituční hypermobility je však pravidelnou součástí obrazu SH a důležitým vodítkem pro diagnostiku (Murray, 2006).

Diagnostickým nástrojem pro stanovením syndromu hypermobility jsou Brightonova kritéria (z původního *The Brighton criteria for joint hypermobility syndrome*) z roku 1998. Kritéria jsou rozdělena na hlavní a vedlejší a kromě sledování různých projevů vad pojiva v organismu obsahují i hodnocení hypermobility podle Beighton Score (Kumar & Lenert, 2017).

Brightonova hlavní kritéria

- získá 4/9 bodů nebo více v Beighton Score
- artralgie trvající déle než 3 měsíce a postihující 4 nebo více kloubů

Brightonova vedlejší kritéria

- získá 1–3/9 bodů v Beighton Score

- artralgie trvající déle než 3 měsíce v 1–3 kloubech nebo bolesti zad trvající déle než 3 měsíce, spondylóza/spondylolýza/spondylolistéza
- luxace/subluxace více než jednoho kloubu nebo jednoho kloubu opakovaně
- revmatismus měkkých tkání – více než 3 léze (např. epikondylitidy, bursitidy)
- marfanoidní konstituce (vysoká hubená postava, arachnodaktylie)
- kožní abnormality (striae, tenká kůže, hyperextenzibilita, pergamenová kůže)
- oční projevy (myopie, antimongoloidní sklon očí, pokleslá víčka)
- hernie, prolaps dělohy nebo recta, žilní varikozity ((Beighton, Grahame, & Bird, 2012).

První kritéria z hlavních a vedlejších (body v Beighton Score) se vzájemně vylučují, stejně jako druhé kritérium z hlavních a vedlejších (artralgie). Pokud jsou u probanda na základě vyšetření potvrzena dvě hlavní kritéria nebo jedno hlavní a dvě vedlejší nebo čtyři vedlejší kritéria, je potvrzen syndrom hypermobility. Tato diagnóza ale nemůže být přidělena pacientovi, který zároveň trpí Marfanovým syndromem nebo syndromem Ehlers–Danlos (Beighton, Grahame, & Bird, 2012).

2.1.4 Specifika konstituční hypermobility v dětském věku

Přítomnost konstituční hypermobility v dětském věku je častější než v dospělém, jak již bylo rozebráno v kapitole 2.1.1. Murray (2006) uvádí, že ne každý hypermobilní jedinec trpí (nebo bude trpět v dospělosti) příznaky spojenými se zvýšenou laxitou vaziva. Upozorňuje však na nutnost rozpoznat a správně diagnostikovat symptomy spojené s hypermobilitou, které ukazují na přítomnost závažnějšího deficitu pojivových tkání.

2.1.4.1 Dědičné poruchy pojivových tkání a hypermobilita v dětském věku

Hypermobilita nemusí být jen samostatně existujícím fenoménem, ale může být součástí některých syndromů. Tato kapitola se bude zabývat chorobami, které je v rámci

diferenciální diagnostiky nutné zvažovat u dětí se zvýšenou kloubní laxicitou. Vynechán bude syndrom hypermobility, který již byl popsán v kapitole 2.1.3.

Syndromy spojené s hypermobilitou lze většinou zařadit do skupiny onemocnění označovaných jako dědičné poruchy pojivových tkání (*Heritable Disorders of Connective Tissues*, dále HDCT). Tyto geneticky podmíněné choroby jsou nejčastěji reprezentovány jako syndrom Ehlers–Danlos, některé typy osteogenesis imperfecta (typ I a IV), Marfanův syndrom. Dále to mohou být různé typy skeletárních dysplazií (Tofts, Elliott, Munns, Pacey, & Sillence, 2009).

Dědičné poruchy pojivových tkání postihují proteiny matrixu těchto struktur. Následkem jsou projevy poškození pojiva, společné pro výše jmenované syndromy: chronické bolesti muskuloskeletárního aparátu, léze měkkých tkání a viscerálních orgánů, abnormality na kůži, únava, patologie kardiovaskulárního systému a neurogenní obtíže (Hakim & Grahame, 2003).

Tofts, Elliott, Munns, Pacey a Sillence (2009) upozorňují, že včasné stanovení diagnózy a management terapie HDCT u dětí je velmi důležitý. Z jejich schématu pro vyšetřování konstitučně hypermobilních dětí (tedy s body 4/9 nebo více v Beighton Score) vyplývá, že je třeba vyloučit přítomnost syndromu hypermobility nebo HDCT. Včasná diagnostika a terapie syndromu hypermobility u dětí je zaměřena na ověření přítomnosti a nastavení terapie pro následující symptomy: kloubní nestability, úrazy měkkých tkání, muskuloskeletární bolesti, osteopenie, únava, případně úzkosti. Pokud existuje podezření na HDCT je doporučeno podrobit konstitučně hypermobilního dětského pacienta dalšímu vyšetření pro stanovení konkrétní diagnózy. Schéma autorů upozorňuje na vhodnost provedení oftalmologického a kardiologického vyšetření v souvislosti se syndromem Ehlers–Danlos nebo Marfanovým syndromem a vyšetření kostní hmoty (nutné pro prokázání osteogenesis imperfecta, ale i syndromu Ehlers–Danlos).

Castori et al. (2017) ve své práci vytvořili model, který znázorňuje hypermobilitu jako příčinu dvou skupin obtíží. Pomyslně rozdělují hypermobilitu na projevující se pouze jako fenomén konstitučně zvýšené kloubní volnosti nebo jako součást HDCT. Následkem hypermobility (ve smyslu konstituční) jsou především sekundární manifestace v muskuloskeletárním systému (mikrotraumata a makrotraumata, degenerativní poškození kloubů a kostí, snížená svalová síla a zhoršená propriocepce a

fyzikální vlastnosti pohybového aparátu). Oproti tomu HDCT zahrnují projevy hypermobility spíše v ostatních tělních systémech (poruchy kardiovaskulárního aparátu, primární dysmorfismy, poruchy kůže, žláz a fascií a poruchy nervového systému).

2.1.4.2 *Propriocepce a konstituční hypermobilita*

Pripriocepce z dolních končetin může být u konstitučně hypermobilních jedinců snížena, což může být predispozičním faktorem pro úrazy (Marulli, Harmon-Matthews, Davis-Coen, Wilingeburg, & Hewett, 2017). Toto tvrzení koreluje s poznatky systematické review Smith et al. (2013). Jejich výsledky jasně potvrzují snížení propriocepce na dolních končetinách u diagnózy syndrom hypermobility, ale i při samostatné konstituční hypermobilitě. Sníženou propriocepci na horních končetinách se nepodařilo jasně prokázat (na vzorku probandů trpících syndromem hypermobility). Smith et al. (2013) také upozorňují na konkrétní následky snížené propriocepce na dolních končetinách: muskuloskeletární obtíže, úrazy ligament a menisků, podíl na vzniku osteoartrózy a další.

V ojedinělé studii studii testující propriocepci u dětí (8–15 let) trpících syndromem hypermobility bylo zjištěno, že proprioceptivní funkce, důležitá složka pro udržování posturální stability, jsou oproti kontrolní skupině poškozeny (Fatoye, Palmer, Macmillan, Rowe, & van der Linden, 2009).

2.1.4.3 *Motorické schopnosti a svalová síla konstitučně hypermobilních dětí*

Výsledky hodnocení kvality motorických schopností u hypermobilních dětí se studii od studie liší. Problémem v dostupných výzkumech je také časté zúžení zájmu pouze na hodnocení dětí s diagnózou syndrom hypermobility, nikoliv pouze zvýšenou kloubní pohyblivost nebo hodnocení pouze dospělé populace.

Studie zkoumající osmileté konstitučně hypermobilní děti ve třech motorických testech zaměřených na testování statické rovnováhy, obratnosti a rychlosti reakce horní končetinou (*Nelson hand reaction test*) neprokázala rozdíly mezi hypermobilními a kontrolní skupinou (Juul-Kristensen et al., 2009). V kontrastu s tím Falkerslev et al. (2013) uvádí, že výsledky jejich studie udržování dynamické stability během chůze u

hypermobilních dětí ukazují na snížení trupové stability (v laterálním směru) a horší stabilizaci hlavy. Autoři udávají, že na základě zjištěných výsledků lze pravděpodobně říci, že i motorická kontrola je u hypermobilních horší.

Konstitučně hypermobilní dívky vyšetřované na silových plošinách během statického stoje vykazovaly větší výchylky (*postural sway*) při stoji se zavřenýma očima (Juul-Kristensen et al., 2015).

Konstitučně hypermobilní adolescenti a mladí dospělí mají sníženou svalovou sílu ve všech svalových skupinách a tendenci preferovat pohybové aktivity nevyžadující rychlou dynamiku (Scheper et al., 2014). Stejně tak u dětí (8–15 let) trpících syndromem hypermobility byla zjištěna nižší svalová síla extenzorů a flexorů kolenního kloubu oproti kontrolní skupině (Fatoye, Palmer, Macmillan, Rowe, & van der Linden, 2009).

2.1.5 Testování konstituční hypermobility

2.1.5.1 Beighton Score

Hodnocení hypermobility pomocí Beighton Score je uznáváno jako velmi jednoduchá metoda umožňující rychlé zhodnocení přítomnosti hypermobility. Jedná se o modifikaci původního hodnotícího systému dle Cartera a Wilkinsona. Bodovací systém pro hodnocení hypermobility dle Cartera a Wilkinsona byl poprvé použit v roce 1964 ve studii hodnotící generalizovanou hypermobilitu ve spojitosti s kongenitální luxací kyčelního kloubu (Beighton, Grahame, & Bird, 2012).

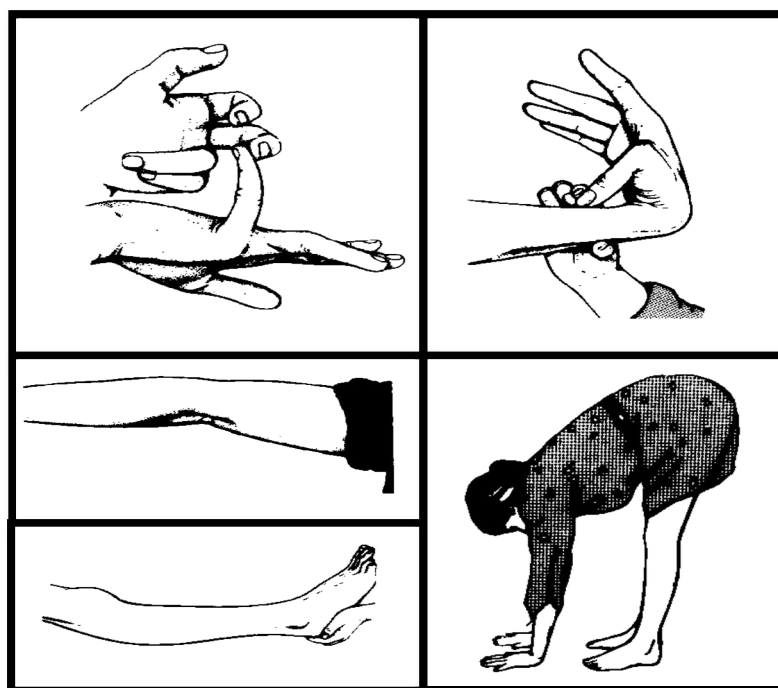
Původní škála dle Cartera a Wilkinsona obsahovala pět testů, pokud byly pozitivní více než tři, byl jedinec označen jako hypermobilní. Testování zahrnovalo zkoušky na dolní i horní polovině těla (Carter & Wilkinson, 1964). Zkoušky pro testování hypermobility dle Cartera a Wilkinsona jsou:

- pasivní flexe palce k flexorové straně předloktí,
- pasivní hyperextenze prstů tak, aby ležely paralelně s extenzorovou stranou předloktí,
- schopnost provést hyperextenzi loketního kloubů více než 10°,

- schopnost provést hyperextenzi kolenního kloubu více než 10°,
- přílišný rozsah pohybu v hlezenním kloubu do pasivní dorsální flexe a everze nohy (Beighton, Grahame, & Bird, 2012).

Škála Beighton score v podobě, v jaké se používá dodnes, od první verze dle Cartera a Wilsona prošla několika revizemi. V současné době se používá úprava z roku 1969, která obsahuje následující zkoušky (graficky jsou znázorněny v Obrázku 1):

- pasivní dorsální flexe malíku nad 90° (hodnoceno zvlášť na každé horní končetině),
- dotyk palce na flexorové straně předloktí při pasivní flexi (hodnoceno zvlášť na každé horní končetině),
- hyperextenze loketního kloubu nad 10° (hodnoceno zvlášť na každé horní končetině),
- hyperextenze kolenního kloubu nad 10° (hodnoceno zvlášť na každé horní končetině),
- flexe trupu (s propnutými dolními končetinami) s položením celé plochy dlaní na zem (Beighton, Grahame, & Bird, 2012).



Obrázek 1. Pohyby v kloubech vyšetřované v Beighton Score (Beighton, Grahame, & Bird, 2012, 13)

Pokud je zkouška pozitivní, je ohodnocena jedním bodem. Tak vzniká škála 0–9 bodů, s rostoucím číslem roste kloubní volnost (Beighton, Grahame, & Bird, 2012). Pro současnou modifikaci škály neexistuje pevná hranice pro definici KH. Beighton, Grahame a Bird (2012) udávají, že nejčastěji jsou dospělí jedinci definováni jako hypermobilní pokud získají v Beighton score 4, 5 nebo 6 bodů a více (z celkových devíti). Absence jednotného hodnocení je podle autorů Remviga, Jensen a Warda (2007) způsobena snahou reflektovat odlišné zastoupení hypermobilních osob v konkrétních testovaných populacích (v závislosti na věku, pohlaví a rase). Pravděpodobně nejčastěji se za hranici pro přítomnost KH získá $\geq 4/9$ bodů, protože toto kritérium se objevuje v Brightonových kritériích pro stanovení syndromu hypermobility (Grahame, Bird, & Child, 2000).

2.1.5.2 Testování dle Jandy

Testování hypermobility podle Vladimíra Jandy je nástrojem pro hodnocení kloubní pohyblivosti v návaznosti na vyšetření svalového testu a zkrácených svalů (dle téhož autora). Testování obsahuje celkem samostatných 13 zkoušek. Každá zkouška obsahuje normu rozsahu pohybu. Překročení této normy svědčí o hypermobilitě v dané oblasti. Zkoušky jsou rozloženy rovnoměrně tak, aby bylo možno hodnotit zvlášť horní a dolní polovinu těla. Každá zkouška se však hodnotí zvlášť, nevzniká žádná škála (Janda, 1996).

2.1.5.3 Testování dle Sachseho

Testování konstituční hypermobility dle Sachseho zahrnuje testování páteře (pět zkoušek na bederní páteř, zkoušky rotace v krční a hrudní páteři, zkoušky na horní končetiny (pět testů) a dvě zkoušky na dolní končetiny. Sachse (1992) pro každou zkoušku stanovil normu rozsahu pohybu tak, že lze výsledek zařadit do kategorií:

- A – hypomobilní až normální rozsah pohybu,
- B – lehce hypermobilní,
- C – výrazná hypermobilita.

Jednotlivé testy pracují s kategoriemi A, B nebo C zejména kvůli předpokladu, že hypermobilita je svými projevy rozdílná ve vztahu k pohlaví, věku nebo specifiku jedince (Lewit, 2003).

2.1.5.4 Testování hypermobility u dětí

Pro testování dětí lze využít všechny škály popsané výše v této kapitole (2.1.5). Mezinárodně používané Beighton Score je cenným diagnostickým nástrojem pro hodnocení konstituční hypermobility. Podobně jako u vyšetřování dospělých pomocí této škály, chybí jasné nastavení stupnice pro stanovení KH u dětí. Zisk $\geq 5/9$ bodů v Beighton Score bylo potvrzeno jako validní instrument (za použití goniometru) pro hodnocení hypermobility dětí ve věku 6–12 let ve studii autorek Smith-Engelsman, Klerks a Kirby (2011). Úpravu bodové hranice na $\geq 5/9$ bodů pro hodnocení dětí ve věku 7–12 let doporučují i Junge, Jespersen, Wedderkopp a Juul–Kristensen (2013), a to jako vhodnou hranici pro testování v praxi i srovnávání v rámci vědeckých studií.

2.2 POSTURÁLNÍ STABILITA

Kapitola 2.2. o posturální stabilitě kromě definice a vysvětlení základní terminologie obsahuje přehled mechanismů udržující vzpřímený stoj a věnuje se taktéž specifickým posturálních schopností v dětství.

2.2.1 Definice posturální stability a základní terminologie

2.2.1.1 Postura a posturální stabilita

Předpokladem pro definici posturální stability je vymezení samotného pojmu postura. Postura je „aktivní držení pohybových segmentů těla proti působení zevních sil“ (Kolář, 2009, 38). Nejvýznamnější zevní silou, proti níž se postura formuje je síla tíhová (Kolář, 2009; Vařeka, 2002a). Kolář (2009) i Vařeka (2002a) upozorňují na častou chybu pochopení postury jako konkrétního typu držení. Postura je neopomenutelnou součástí vzpřímení v jakékoliv poloze těla a je tedy zároveň nutným

předpokladem lokomoce. Její odpovídající zaujetí je podmínkou pro vykonání pohybu a vždy pohybu předchází (Véle, 1995).

Véle (2006) označuje posturu jako „klidovou polohu těla vyznačující se určitým upořádáním (konfigurací) pohyblivých segmentů“. Jako klidová poloha se ale postura pouze jeví, neboť udržování statické polohy je dynamickým dějem reagujícím na změny podmínek v okolním prostředí (Véle, 1995).

S pojmem postura úzce souvisí označení atituda. Atitudu lze charakterizovat jako orientovanou posturu, která nastavuje tělo do pozice předcházející naplánovaný pohyb (Véle, 2006).

Véle (2006) ve vztahu k udržování postury a lokomoci charakterizuje dva mezi sebou spolupracující systémy: posturální a lokomoční. Úlohou posturálního systému je udržování zaujaté polohy. Naproti tomu lokomoční systém zajišťuje pohyb ve smyslu změny polohy těla. Lokomoční systém je tvořen převážně fázickými svaly, posturální více svaly tonickými. Oba systémy však zahrnují oba typy svalů. Tyto systémy nepracují v těle odděleně, ale v součinnosti. Ani během výkonu pohybu, a tedy převaze lokomočního systému, totiž nemůže být posturální systém zcela eliminován, ale je pouze potlačen. Vliv posturálního systému na probíhající lokomoci zlepšuje plynulé provedení pohybu a koordinaci.

Odpovědí na zamýšlení pohybu je postupná převaha aktivace fázických svalů vykonávajících pohyb v rámci lokomočního systému nad udržováním postury (zajišťované převahou tonického svalstva). Po splnění plánovaného pohybu opět převládne tonické svalstvo zajišťující novou posturu (Véle, 1995).

Počátek pohybu vychází z kvalitně zaujaté postury, která se změní nejprve v pohotovostní polohu (*stand-by*) Na ni navazuje atituda vedoucí k samotnému provedení konkrétního pohybu. Pohyb z klidové postury do lokomoční aktivity tedy prochází dvěma fázemi: přípravnou (logistická příprava, změny v dráždivosti motoneuronů) a aktivní (Véle, 2006).

Pojem posturální stabilita definuje Vařeka (2002a, 116) jako „schopnost zajistit vzpřímené držení těla a reagovat na změny zevních a vnitřních sil tak, aby nedošlo k nezamýšlenému a/nebo neřízenému pádu“. Kolář (2009) upozorňuje, že posturální stabilita je dynamickým dějem udržující statickou pozici neustálými reakcemi na změny

v okolním prostředí (pohybové soustavě). Udržování navenek statické pozice je z tohoto pohledu dynamickým procesem s neustálými změnami.

2.2.1.2 Základní terminologie

Pro základní orientaci v problematice udržování vzpřímeného držení těla je nutné vysvětlit hned několik pojmů, které s tématem úzce souvisí. Terminologie často naráží na nejednotnost nebo mírně rozdílný výklad významu.

Těžiště, opěrná plocha, opěrná báze

Opěrná plocha (anglický ekvivalent *area of support*) je „částí podložky, která je v přímém kontaktu s částmi těla, kde je realizována opora“ (Bizovská, Janura, Míková, & Svoboda, 2017, 20). Vařeka (2002a) upozorňuje, že opěrná plocha není rovna celé ploše kontaktu (*area of contact*) dané části těla, ale pouze té části plochy kontaktu, která spoluvytváří opěrnou bázi. V některých případech není plocha kontaktu na vzniku opěrné báze aktivní vůbec, hovoříme tedy o úložné ploše (*area of load*). Úložná plocha neobsahuje aktivně drženou posturu ani oporu (např. osoba v bezvědomí nebo novorozenec) (Bizovská, Janura, Míková, & Svoboda, 2017; Vařeka, 2002a).

Opěrná báze (*base of support*) je charakterizována jako plocha, která vzniká spojením vnějších (nejvzdálenějších) okrajů opěrné plochy (Bizovská, Janura, Míková, & Svoboda, 2017; Vařeka, 2002a).

Kolář (2009) uvádí, že s rostoucí opěrnou bází roste i stabilita. Bizovská, Janura, Míková a Svoboda (2017) naopak upozorňují, že tento vztah jednoznačně platí pouze u tuhých těles. Zvyšování opěrné báze v lidském těle může totiž redukovat naprosto strategický vliv pohybu v kloubech, který s udržováním stability úzce souvisí. Vyčerpání rozsahu pohybu v kloubech zaujetím větší opěrné báze tak může snižovat možnosti kloubních pohybů při udržování statické pozice.

Bizovská, Janura, Míková a Svoboda (2017) uvádějí, že pro charakteristiku většiny posturálních situací lze používat pouze pojmy opěrná plocha a opěrná báze. Vařeka (2002a) pracuje navíc s pojmem plocha kontaktu. Pro vztah těchto parametrů Vařeka (2002a) uvádí, že platí vzorec opěrná báze \geq plocha kontaktu \geq opěrná plocha.

Těžiště (anglický ekvivalent *center of mass*, dále COM) je bodem působíště tíhové síly. S těžištěm souvisí pojem *center of gravity* (COG). COG označuje projekci COM (těla jako celku) svislou těžnicí do opěrné báze (Bizovská, Janura, Míková, & Svoboda, 2017). Vařeka (2002a) upozorňuje, že COG má význam pouze v souvislosti s opěrnou bází. Neexistuje-li opěrná báze (např. ve stavu kdy se nedotýká tělo podložky), nemá COG žádný význam.

Center of pressure (COP) je „působíště vektoru reakční síly podložky“ (Vařeka, 2002a, 117). Nesprávně může být COP považován za totožné s COG. Tato situace může nastávat jen v případě tuhých těles, jejichž ekvivalentem ale lidské tělo rozhodně není (Vařeka, 2002a). Winter (1995) uvádí, že COP je naprosto nezávislé na těžišti (COM). Vařeka (2002a) ve své práci však tento názor vyvrací a poukazuje na to, že vztah COP a COM byl již v minulosti bezpečně prokázán.

Kolář (2009) poukazuje na fakt, že neopomenutelnou podmínkou stability ve statické pozici je průmět COG do opěrné báze. Vařeka (2002a) udává, že statickou polohu podmiňuje přítomnost COG i COP v opěrné bázi. Zároveň odkazuje na nutnost stálé velikosti opěrné báze a opěrné plochy. Jejich velikost se mění jen minimálně – změnou tuhosti skloubení (působením centrální nervové soustavy) a elasticitou tkání.

Jak již bylo zmíněno v kapitole 2.2.1.1, navenek statická pozice těla nemůže být držena bez drobných kompenzačních pohybů. Kromě vzájemných pohybů mezi segmenty se mění i poloha těžiště (a tedy i COG) a COP. Změny COP jsou označovány jako výsledek neustálé činnosti centrální nervové soustavy (CNS). Pojem statická činnost se tedy jeví jako zavádějící a je vhodnější jej nahradit pojmem kvazistatická (Vařeka, 2002a).

Posturální stabilizace a reaktivita, posturální kontrola

Posturální stabilizace je pojem označující dynamickou změnu pevnosti kloubních spojení jednotlivých segmentů těla pomocí řízení CNS. Tyto změny probíhají za účelem odolávání působení zevních sil, zejména tíhové. Posturální stabilizace pomocí koordinované aktivity agonistů a antagonistů umožňuje zpevnění tělních segmentů a tím nejen pracuje proti tíhové síle, ale udržuje vzpřímené držení. To je zároveň předpokladem k lokomoci celého těla. Vzpřímené držení nemůže existovat bez posturální stabilizace (Bizovská, Janura, Míková, & Svoboda; Kolář, 2009).

Posturální reaktivita označuje schopnost těla vytvářet co nejpevnější punctum fixum pomocí zpevnění kloubních segmentů svalstvem. Pevné punctum fixum je nutným předpokladem pro optimální provedení zamýšleného pohybu a brání nežádoucímu působení zevních sil daný segment. Posturální reaktivita je odpovědí pohybového systému na kontrakční sílu vyvíjenou při náročném silovém pohybu. Kontrakční síla je převedena na momenty sil jednotlivých tělních segmentů, čímž vznikají v celém těle reakční síly. Kontrakční síla nutná k provedení náročného pohybu přenosem přes tělní segmenty zajišťuje vznik odpovídající stability svalstva v úponových oblastech a vznik punctum fixum (Kolář, 2009)

Véle (2006) pracuje s pojmem posturální motorika. Funkcí posturální motoriky je udržování takového nastavení segmentů, aby bylo možné rychle přecházet z klidové pozice do pohybu a také naopak. Nastavení segmentů je udržováno pomocí neustálých drobných vyvažovacích pohybů. Tato připravenost posturální motoriky k rychlé změně je zajišťuje ochranu těla před možným poškozením.

Posturální kontrola je mechanismem nervové soustavy, který zajišťuje udržování polohy a provádění pohybu těla v gravitačním poli. Nervová soustava má svou důležitou roli v detekci a vyhodnocení instability. Součástí mechanismu posturální kontroly je zjištění a vyhodnocení instability nervovým systémem a následný vznik motorického programu umožňující udržení polohy těla (Bizovská, Janura, Míková, & Svoboda, 2017).

Rovnováha, stabilita, balance

Často používanými pojmy spojenými s udržováním statické pozice jsou rovnováha, stabilita a balance. Pojem rovnováha z fyzikálního hlediska znamená stav, kdy je těleso v klidu a síly na něj působící jsou vyrovnané. Ve vztahu k lidskému tělu lze pojem rovnováha používat i pro jednotlivé segmenty. Rovnováha v živém organismu je zajišťována neustálou svalovou činností a lze ji proto označit jako dynamickou rovnováhu (Véle, 1995).

Pojem stabilita Véle (1995) charakterizuje jako úsilí, které je nutné, aby došlo k narušení rovnováhy tělesa, které se nachází v gravitačním poli. Bizovská, Janura, Míková a Svoboda (2017) naopak vnímají pojem stabilita jako úsilí nutné k okamžitému znovuzískání rovnováhy poté, co byla narušena.

Balance (z anglického pojmu *balance*) označuje dynamické změny postury tak, aby nedocházelo k pádům (Winter, 1995). Vařeka (2002) pojmy rovnováha a balance vnímá jako synonyma pro strategie těla (dynamické i statické) potřebné k udržování posturální stability. Bizovská, Janura, Míková a Svoboda (2017) anglický výraz *balance* označují jako synonymum pojmu posturální stabilita.

2.2.2 Složky a mechanismy udržování posturální stability

Posturální stabilita je udržována na základě činnosti CNS, pohybového systému a informací přijímaných z rozličných senzorů v lidském těle (Vařeka, 2002b).

2.2.2.1 Ovlivnění stability – fyzikální vlivy

Véle (1995) popisuje dva druhy faktorů, které mají vliv na stabilitu – fyzikální a neurofyzilogické. Ke vztahu k terminologii uváděné v kapitole 2.2.1.2 jsou důležité především fyzikální vlivy.

Véle (1995) jmenuje fyzikální vlivy následovně:

- velikost a vlastnosti opěrné plochy,
- těžiště (COM) – jeho poloha a hmotnost tělesa,
- kontakt těla s opěrnou plochou,
- hybné segmenty těla.

Plocha opěrné plochy přímo úměrou souvisí se stabilitou (Véle, 1995). Jak již bylo rozebráno v kapitole 2.2.1.2, zvětšování opěrné báze nemusí být přímo úměrné s rostoucí stabilitou, protože zvětšováním opěrné báze se může vyčerpat rozsah pohybu v kloubu nutný pro dynamické pohyby pro udržování statické pozice (Bizovská, Janura, Míková, & Svoboda, 2017). Véle (1995) upozorňuje na důležité aspekty zvyšování stability stoje zvětšováním pomocí rostoucí opěrné báze (uváděno na příkladu rozkročení se v jedoucí tramvaji). Zvětšování opěrné báze musí probíhat ve směru působící zevní síly. Dále uvádí, že stabilitu zvyšuje dostatečné tření mezi částí těla a podložkou.

Hmotnost jedince je dle Véleho (1995) pro stabilitu výhodná. Tento předpoklad vychází z fyzikálního zákona setrvačnosti. S tímto tvrzením však částečně nesouhlasí Bizovská, Janura, Míková a Svoboda (2017). Rostoucí hmotnost jedince může být podle jejich práce výhodná při snaze vychýlit jedince ze statické polohy. Při snaze navrátit tělo z vychýlené pozice do původní však vyšší hmotnost může obnovení rovnováhy narušit. Současně ale upozorňují na vliv složení těla. Pokud je v daném organismu převaha aktivní složky váhy nad pasivní, pak nemusí být obnovování rovnováhy těla s vyšší hmotností zpomaleno. Studie Sona (2016) potvrdila zhoršení posturální stability u obézních jedinců ve věku 20–26 let při stožení se zavřenými očima (ve stožení s otevřenými očima nebyl vliv obezity prokázán). Oproti tomu práce Hue et al. (2007) uvádí, že bez ohledu na vliv vizuální kontroly je pokles stability silně koreluje s rostoucí tělesnou hmotností.

Kolář (2009) uvádí, že během statických pozic je výška těžiště nad opěrnou bází nepřímo úměrná stabilitě. Dále také platí nepřímá úměra mezi průmětem těžiště do opěrné báze a středovým bodem opěrné báze. Véle (1995) uvádí, že maximální stabilita ve stožení je možná, pokud průmět těžiště dopadá do středu opěrné báze. Čím více je naopak průměr těžiště blíže k okrajům opěrné báze, tím je stabilita nižší.

Véle (1995, 77) uvádí, že „segmentované těleso je staticky stabilní tehdy, jestliže těžnice prochází středy jednotlivých segmentů“. Z jeho práce také vyplývá, že držení těla ovlivňuje posturální funkce. Čím symetričtější je držení segmentů, tím lépe se rozkládá na ně působící zátěž a je tak minimalizováno riziko vzniku mikrotraumat z místního přetěžování.

2.2.2.2 Neurofyziologické vlivy stabilizace

Podle Véleho (1995) k ovlivnění stabilizace kromě fyzikálních faktorů přispívá také druhá skupina vlivů – neurofyziologické. Autor je dále dělí následovně:

- psychické procesy,
- excitabilita systému,
- pohybové programy a
- procesy zpětné vazby.

Psychické procesy mají vliv na kvalitu držení těla, které souvisí se stabilitou. Typickým příkladem je flekční držení těla při psychické zátěži. Excitabilita systému k aktivitě nebo naopak odpočinku reflektuje stav vnitřního prostředí organismu i stav prostředí vnějšího. Proces spuštění pohybového programu je úzce svázán s výchozí pozicí, ze které má být plánovaný pohyb proveden. Samotný výběr programů a doba spuštění programu je kromě zaujaté výchozí pozice závislý i na vnějším prostředí. Procesy zpětné vazby upravují posturu na základě informací přijímaných z proprioceptorů a exteroceptorů (Véle, 1995).

2.2.2.3 Posturální stabilita a vzpřímený stoj

Vzpřímený stoj je závislý na aktivitě svalstva i fyzikálních vlivech (Véle, 2006), jak již bylo rozepsáno výše v kapitole 2.2.2. Udržování vzpřímeného držení těla ve vertikále je dynamickým dějem (Véle, 2006). Vařeka (2002a) uvádí, že vzpřímený stoj na dvou dolních končetinách je z pohledu biomechaniky nestabilním systémem. Winter (1995) biomechanickou nestabilitu ve stoji a neustálou činnost CNS spatřuje v rozložení tělesné hmoty. Udává, že nestabilitu způsobuje uložení 2/3 tělesné hmotnosti ve výšce 2/3 celkové tělesné výšky nad zemí. Maurer a Peterka (2005) popisují, že pro udržování stoje jsou důležité drobné kontinuální spontánní titubace (*spontaneous sway*), které pracují proti působení destabilizujících sil (gravitací vyvolaných) a tím jim čelí.

Chování lidského těla ve vzpřímeném bipedním stoji je popisováno na modelu obráceného kyvadla (*inverted pendulum*). Tento model používá pro celé tělo pouze dva segmenty. Segmenty spojuje hlezenní kloub. Model zahrnuje pouze pohyb v sagitální rovině (Vařeka, 2002a). Kromě jednoduchého modelu obráceného kyvadla je popisován také model dvojitého obráceného kyvadla (*double inverted pendulum*). Tento model kromě kloubního spojení v hlezenním kloubu pracuje s kyčelním kloubem. Kyčelní kloub spojuje dva segmenty, horní a dolní. Horním segmentem je celý trup, hlava a horní končetiny, dolní segment je tvořen dolními končetinami mimo nohy (ty jsou samostatným segmentem) (Hettich, Fennel, & Mergner, 2011).

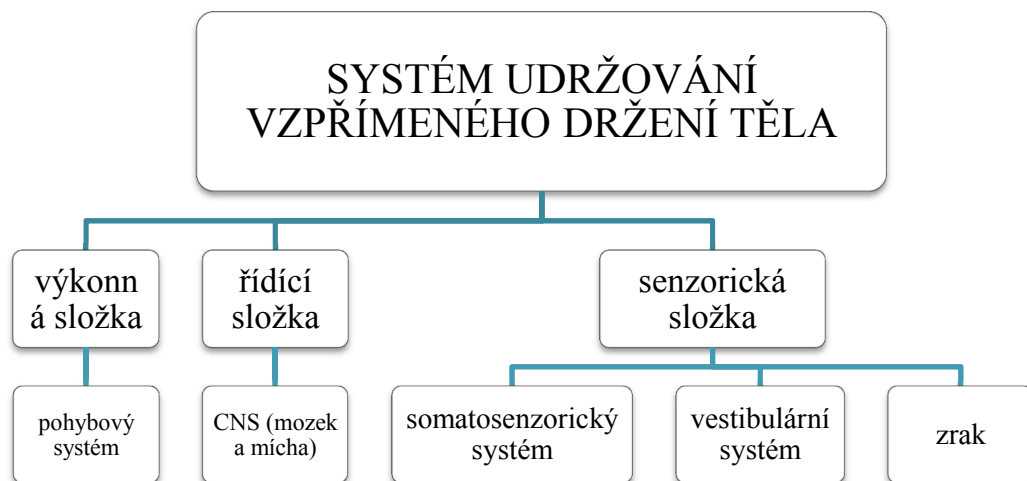
Véle (2006) uvádí, že udržování vzpřímeného stoje je tím obtížnější, čím se COG přibližuje k hranicím opěrné báze.

Véle (1995) vzpřímené držení těla ve stoji charakterizuje jako výsledek převahy extenzorů páteře a kyčelních a kolenních kloubů. Toto postavení vyžaduje lepší koordinaci z CNS i práci extendujícího svalstva než jiné polohy. Ve vzpřímeném stoji jsou také kladeny vyšší nároky na dýchací svaly, protože pohyb hrudníku je náročnější oproti pohybu probíhajícím při horizontální poloze těla. Véleho práce z roku 2006 poukazuje na fakt, že drobné pohyby ve stoji nejsou způsobeny pouze udržováním statické postury, ale jsou zároveň reakcí na dýchací pohyby.

Véle (2006) uvádí, že ve vzpřímené poloze mají velký vliv svaly stabilizující trup. Tyto svaly dělí na dvě skupiny – krátké hluboké tonické svaly a povrchové dlouhé fázičné svaly. Krátké hluboké svaly nazývané *shunt muscles* jsou uloženy v blízkosti kloubů. Jejich hlavní funkcí je stabilizace kloubu. Delší povrchové svaly (*spurt muscles*) působí více kolmo k ose pohyblivého segmentu. Pro je výsledkem jejich činnosti zejména korekce polohy segmentu a jeho pohyb. Kolář (2009) uvádí, že pro posturální aktivitu (a také jako předpoklad jakéhokoliv pohybu) je nutná synchronní aktivace bránice, musculus transversus abdominis, svalů pánevního dna a musculi multifidi.

2.2.2.4 Složky vzpřímeného držení těla

Vařeka (2002a, 115) uvádí, že „systém vzpřímeného držení má tři hlavní složky: senzoryckou, řídicí a výkonnou“. Tyto složky lze dále dělit (Obrázek 2).



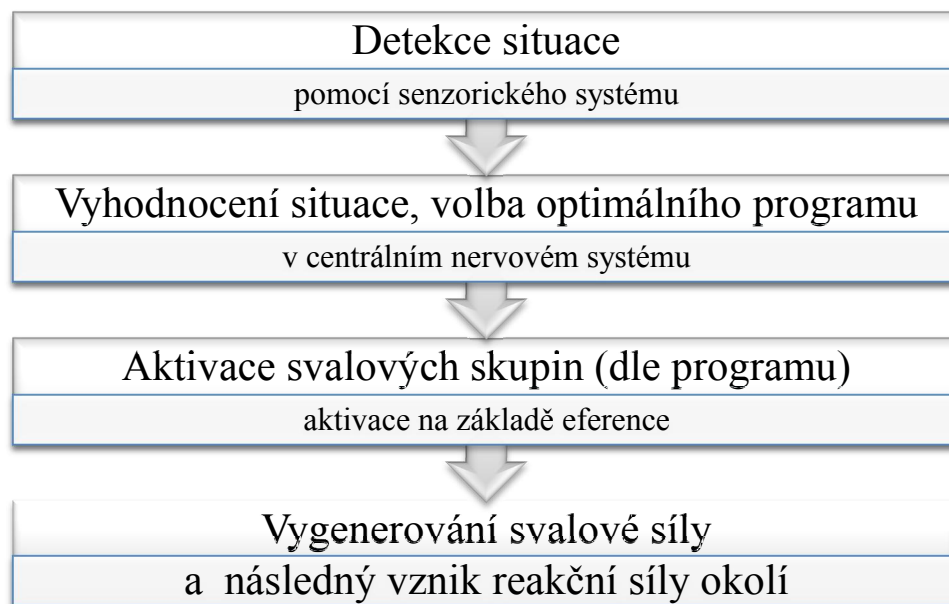
Obrázek 2. Systém vzpřímeného držení těla (vytvořeno podle Vařeky 2002a, 115)

Chiba, Takakusaki, Ota, Yozu a Haga (2016) v jejich review rozdělují senzoryckou složku na čtyři části: vestibulární systém, zrak, propioceptivní somatosenzorický vstup a taktilní somatosenzorický vstup. Taktilní somatosenzorický vstup je zdrojem podnětů z chodidel (přesněji ze zatížení chodidla). Ve většině prací jsou taktilní vstupy zařazeny v somatosenzorickém systému spolu s propiocepcí.

Peterka (2002) popisuje, že vestibulární systém detekuje odchylky polohy hlavy od vertikální osy (směru gravitační síly), zrak orientuje hlavu podle získaných zrakových informací a propioceptory detekují polohy dolní končetiny vzhledem k podložce.

Horak (2006) uvádí, že vjemy získávané ze somatosenzorického, vestibulárního a vizuálního systému musí být sjednoceny, aby přinášely komplexní obraz prostředí.

Vařeka (2002b) popisuje, že posturální stabilita je udržována souhrou několika systémů v za sebou jdoucích fázích. Dále udává, že mezi sebou přecházející fáze vždy nabírají zpoždění, které má původ ve funkčním i strukturálním stavu systémů. Popisované fáze systému udržování posturální stability jsou čtyři (Obrázek 3).



Obrázek 3. Průběh procesu udržování posturální stability (vytvořeno podle Vařeka (2002b, 123))

Horak (2006) uvádí, že udržování rovnováhy (ve smyslu posturální stability) není jen získání konkrétní pozice, ale je výsledkem kombinace velikosti prostoru opěrné báze, velikosti (a limitů) kloubního rozsahu, síly svalstva a dostupných informací ze senzorických systémů a řízení centrální nervovou soustavou.

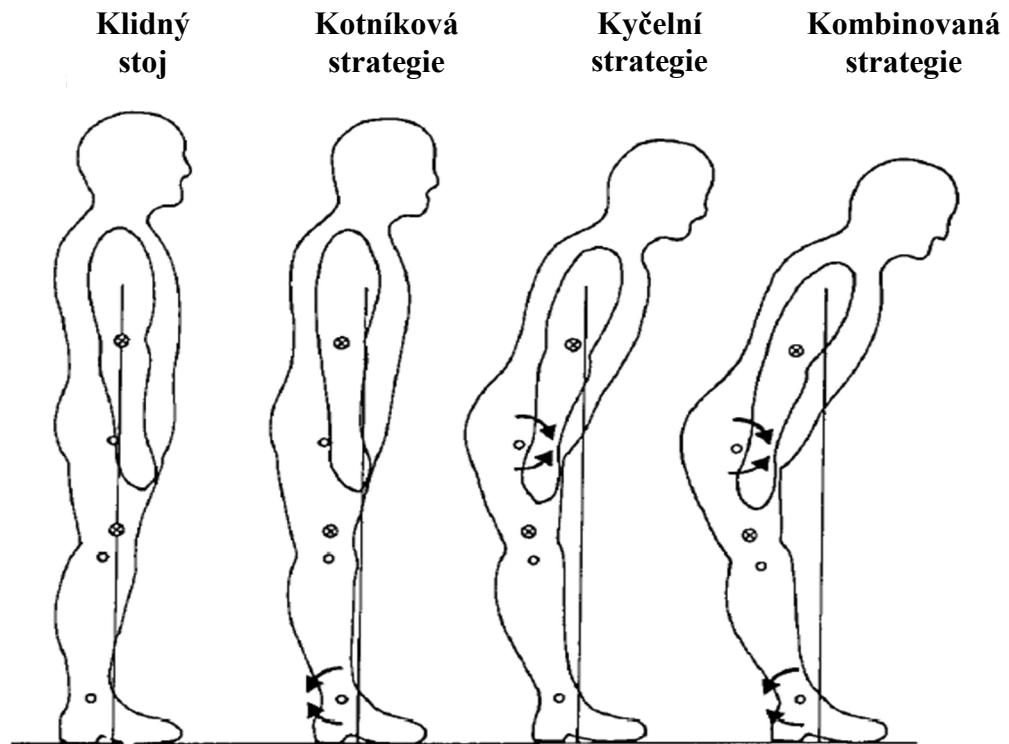
2.2.2.5 Zajišťování posturální stability – strategie

Strategie zajištění posturální stability lze základně rozdělit na statické a dynamické. Za statickou strategii je považována ta, u které nedochází ke změně opěrné báze. Dynamická strategie je naopak na změně opěrné báze založena. Příkladem dynamické strategie pro udržení stability je pohyb do úkroku. Pokud ani volba dynamické strategie nestačí pro návrat do rovnováhy, je systém přenastaven na přípravu k pádu (snahy o udržování posturální stability je zanecháno) (Vařeka, 2002b).

Statická strategie se dále dělí na kotníkovou a kyčelní strategii (Vařeka, 2002b). Toto dělení vychází z původní práce Horaka a Nashnera (1986). Kotníkovou strategii autoři charakterizují jako vzorec odpovědi probandů ve vzpřímeném stoji na pohyby podložky. Pokud je při krátkých předozadních pohybech podložky jako první zaregistrována aktivita svalstva v oblasti kotníku, která se pak postupně rozšiřuje přes oblast stehna k trupu, jde o kotníkovou strategii. Návrat rovnováhy je totiž způsoben pohybem těla (a tedy i těžiště) primárně v hlezenních kloubech. Kyčelní strategii Horak a Nashner charakterizovali jako reakci na stejné posuny podložky pohybem primárně vznikajícím v oblasti kyčelních kloubů. Třetím typem je pak strategie kombinující kotníkovou a kyčelní variantu (Winter, 1995). Grafické zpracování jednotlivých strategií nabízí Obrázek 4.

Runge, Shupert, Horak a Zajac (1999) poukazují na podobnost kotníkové strategie s modelem jednoduchého obráceného kyvadla a kyčelní strategie analogické k modelu dvojitě obráceného kyvadla.

Volba kotníkové nebo kyčelní strategie je spjata s velikostí podnětu narušujícího rovnováhu. Drobné výchyly během stoje jsou korigovány častěji kotníkovou strategií, tedy prací plantární a dorsální flexorů hlezenního kloubu. V obtížnější situaci, kde již aktivita svalů kolem hlezenního kloubu nestačí, je volena kyčelní strategie. Ta spočívá v pohybu do flexe kyčelních kloubů, čímž je těžiště těla posouváno vzad, nebo naopak v extenzi kyčelního kloubu sunoucí těžiště vpřed (Winter, 1995).



Obrázek 4. Grafické znázornění jednotlivých strategií zajištění posturální stability (Winter, 1995, 199)

2.2.2.6 Udržování vzpřímené polohy těla z pohledu neurofyzologie

Tato kapitola bude věnována neurofyzilogickému pojetí udržování postury. Reflexní mechanismy je třeba zmínit, ačkoliv jak uvádí Horak (2006), posturální kontrolu v současné době již nemůžeme chápat jako pouhou sumaci reflexů, ale ucelenou interakci dynamických senzomotorických procesů, která ústí v motorickou odpověď.

Z pohledu neurofyzologie je udržování vzpřímeného bipedního stoje výsledkem souhry reflexních mechanismů. Jednu z hlavních rolí sehrává udržování svalového tonu pomocí zpětnovazebné regulace tak, aby byl správně rozložen. Vzpřímený postoj zajišťuje rozložení svalového tonu s cílem udržovat COG v opěrné bázi a odolávat působení gravitační síly (Králíček, 2011). Řízení této opěrné (reflexní) motoriky probíhá v mozkovém kmeni (zejména ve vestibulárních jádrech a retikulární formaci). Z těchto kmenových center jdou k míšním segmentům sestupné dráhy, z nich nejvýznamnější je dráha vestibulospinální a retikulospinální (Trojan, Druga, Pfeiffer, & Votava, 2005).

Králíček (2011) uvádí, že specifický systém pro detekci výchylek těla od vertikální osy (a vektoru gravitační síly) neexistuje. Proto jsou informace o udržování pohybu do CNS přiváděny z propioceptivního, vestibulárního a zrakového systému.

Podle Králíčka (2011) jsou hlavními reflexními ději postojové reflexy, vzpřimovací reflexy a umíst'ovací reakce. Tyto tři skupiny lze dále dělit na konkrétní reflexy nebo reakce. Trojan, Druga, Pfeiffer a Votava (2005) uvádějí, že zdrojem aference jsou propioceptory a statokinetické čidlo.

Postojové reflexy (také posturální reflexy) zajišťují vzpřímenou polohu těla. Jejich základem je svalový tonus. Postojové reflexy se mohou odehrávat na části těla (lokální statické reakce), na více končetinách (segmentální statické reakce nebo také segmentální celkové reakce) nebo na všech končetinách i trupu (celkové statické reakce) (Králíček, 2011; Trojan, Druga, Pfeiffer, & Votava, 2005).

Lokální statické reakce mají význam ve zpevnění určitého segmentu těla zvýšením svalového tonu tak, aby tyto segmenty dokázaly odolávat tíze těla při daném pohybu. Tento reflex je vyvoláván drážděním taktilních čidel a propioceptorů v příslušné lokalitě. Segmentální statické reakce působí vždy na více končetinách, nejčastěji mění tonus svalstva končetiny v reakci na pohyb končetiny druhostranné. Hlavním významem této reakce je zachovávání vzpřímené postury a udržování rovnováhy. Celkové statické reakce regulují tonus celého těla a ovládají i podřízené reakce lokální a segmentální. Pojem celkové statické reakce zahrnuje tonické šíjové reflexy, tonické labyrintové reflexy a fyzické labyrintové reflexy (Králíček, 2011).

Hlavní funkcí vzpřimovacích reflexů je obnovování vzpřímeného stoje. V hierarchii jsou tyto reflexy nadřazeny postojovým reflexům. Vzpřimovací reflexy pracují tak, aby tělo bylo uloženo v souladu se směrem gravitace, který je stálý. Při návratu do vzpřímené pozice platí, že jako první je srovnávána hlava a až po ní trup (Králíček, 2011; Trojan, Druga, Pfeiffer, & Votava, 2005).

Hlavními vzpřimovacími reflexy jsou labyrintový vzpřimovací reflex (udržuje vzpřímenou polohu hlavy), tělový vzpřimovací reflex, šíjový vzpřimovací reflex (napřimuje páteř v hrudních a bederních segmentech v reakci na podráždění šíjových svalů) a zrakové vzpřimovací reflexy (Králíček, 2011).

Trojan, Druga, Pfeiffer a Votava (2005) uvádějí, že optimální fungování reflexních dějů realizuje mozeček.

2.2.3 Specifika posturální stability v dětském věku

Posturální funkce v dětském věku jistě nejsou srovnatelné s dospělými jedinci. Vlivem probíhajícího zrání CNS a osvojování si posturálních strategií v konkrétních situacích (Vařeka, 2002b) je kvalita posturální stability u dětí rostoucí s věkem až do dospělosti.

Rival, Ceyte a Olivier (2005) zkoumali změny v udržování rovnováhy ve stoji na silových plošinách v souvislosti s věkem. Z výsledků vyplývá, že s rostoucím věkem probandů se snižovaly výchylky COP a klesala se jejich rychlost. Nelze však říci, že by se rovnovážné schopnosti s věkem zlepšovaly lineárně. Jejich vývoj stále není dostatečně prozkoumán. Za hranici tohoto vývoje udržování statické postury je dle autorů považován desátý rok života, během kterého již má posturální stabilizace má odpovídat schopnostem dospělého jedince. Tato hranice je však velmi orientační, protože posturální stabilita rozhodně není plně vyvrálá.

Verbecque, Vereck a Hallemans (2016) na základě provedení systematické review uvádějí, že posturální výchylky (*postural sway*) během klidného stoje se snižují s rostoucím věkem, ať již s vizuální kontrolou (otevřené oči) nebo bez ní (zavřené oči). Oproti tomu autorky Mickle, Munro a Steele (2011) lineární trend zlepšování posturálních funkcí vyvrací. Z jejich studie vyplývá (stejně jako ze studie Rival, Ceyte,

& Olivier, 2005), že kolem osmého roku věku dochází ke značně větším posturálním výchylkám a vykazují také horší výsledky ve stoji na jedné dolní končetině.

Posturální stabilita je ovlivněna také pohlavím. Při testování dětí (navštěvujících první stupeň základní školy) vykazují chlapci mírně horší výsledky klidného stoje než dívky a signifikantně horší parametry stoje na jedné dolní končetině než dívky (Verbecque, Vereeck, & Hallemans, 2016). Smith, Ulmer a Wong (2012) popisují, že dívky ve věku 8–12 let vykazovaly silnější korelaci kvality posturální stability s věkem, tělesnou hmotností, délkou chodidla a stupněm fyzické aktivity než chlapci stejného věku. Upozorňují také na fakt, že ačkoliv posturální stabilita je dívek lepší než u chlapců, reagují dívky na změnu senzorických vstupů hůře než chlapci.

2.2.4 Některé možnosti hodnocení posturální stability

Nástrojů pro testování posturální stability je hned několik. Testování může být prováděno jak pomocí málo citlivých zkoušek, které jsou jednoduché na administraci a nenáročné na pomůcky, tak přesnými přístroji v kineziologických laboratořích.

Pro jednoduché testování posturální stability s minimem pomůcek mohou být voleny funkční testy. Pro svoji jednoduchost je lze využívat i v klinické praxi. Základním funkčním testem je stoj na jedné dolní končetině (anglický ekvivalent *single leg stance*) který lze modifikovat zavřením očí, případně uložením horních končetin. Ty mohou být uloženy volně podél těla, zkřížené na hrudi nebo založeny. Další často využívanou funkční zkouškou určující kvalitu rovnováhy je funkční zkouška dosahu (v originále *functional reach test*). Hodnotícím parametrem je maximální dosah horní končetinou (uloženou v pěst) před sebe. Proband dosahuje vpřed pouze náklonem těla a nesmí ztratit rovnováhu. Dosah je odečítán na páskové míře vodorovně umístěné ve výšce akromionu probanda. Pro komplexnější hodnocení jsou využívány také škály (například *Berg balance scale*) a baterie testů (kupříkladu *Balance evaluation systems test*), ve kterých vyšetřovaná osoba je v testování podrobena hned několika dílčím funkčním zkouškám. (Bizovská, Janura, Míková, & Svoboda, 2017).

Pro měření posturální stability s využitím přístrojů jsou často používány silové plošiny. Principem měření je zachycení reakční síly podložky (plošiny) pomocí 3–4 snímačů. Záznam těchto sil umožňuje vypočtení COP a určení jeho polohy. Dalším

využívaným nástrojem jsou plošiny tlakové. Sensory detekující velikost tlaku vyvíjeného na podložku jsou umístěny v celé ploše přístroje. Primárním výstupem je kromě trajektorie COP i grafické zobrazení rozložení tlaku na chodidle probanda (Bizovská, Janura, Míková, & Svoboda, 2017; Vařeka, 2002b).

K měření posturální stability lze využít také balanční úseče. Tento typ přístrojů je složen z úseče různého tvaru (např. kulová), která je spojena se softwarem pro hodnocení výsledků. Měřeným parametrem bývá náklon této plošiny ve stupních, který zachycují senzory skryté uvnitř úseče. Pokud může polohu úseče proband během testování kontrolovat pomocí zpětné vazby (například vizuální zpětné vazby zajištěné připojením úseče k monitoru s odpovídajícím programem), jedná se o proaktivní způsob testování. Proaktivní testování zahrnuje plnění úkolu probandem, a to například náklony balanční úseče nebo změnou polohy těžiště. Úkol může mít podobu virtuální reality nebo úlohy zpracované pro vizuální zpětnou vazbu (Bizovská, Janura, Míková, & Svoboda, 2017). Příkladem proaktivního testování realizovaného na balanční úseči může být i hodnocení posturální stability na pomůcce GymTop USB Professional, která bude blíže rozebrána v kapitole 4.4.4.

3 CÍLE PRÁCE A VÝZKUMNÉ OTÁZKY

3.1 CÍLE PRÁCE

Hlavním cílem této diplomové práce je zjistit, zda konstituční hypermobilita u dětí ve věku 6–11 let ovlivňuje kvalitu posturální stability.

Vedlejší cíle:

- Porovnání sledovaných parametrů posturální stability mezi experimentální a kontrolní skupinou
- Zjistit, zda se liší posturální stabilita v závislosti na pohlaví
- Zjistit, zda se liší hypermobilita v závislosti na pohlaví
- Zhodnotit zastoupení hypermobilních kloubů v rámci hodnocení Beighton Score

3.2 VÝZKUMNÉ OTÁZKY

1. Lze očekávat rozdíly v hodnocení rovnováhy funkčním testem stoje na jedné dolní končetině (s vizuální kontrolou nebo bez ní) v experimentální a kontrolní skupině?
2. Ovlivní konstituční hypermobilita výsledky v testování posturální stability na pomůcce GymTop USB Professional?
3. Existuje vztah mezi konstituční hypermobilitou a kvalitou posturální stability v parametrech zjišťovaných na pomůcce GymTop USB Professional (směrodatné odchylky mediolaterálního a anteroposteriorního náklonu plošiny) a zkoušce stoje na jedné dolní končetině?
4. Bude se posturální stabilita hodnocená zkouškou stoje na jedné dolní končetině lišit v závislosti na pohlaví?
5. Bude se posturální stabilita hodnocená pomocí přístroje GymTop USB Professional lišit v závislosti na pohlaví?
6. Liší se zastoupení hypermobilních kloubů v hodnocení Beighton Score mezi experimentální a kontrolní skupinou?
7. Bude se lišit hypermobilita hodnocená pomocí Beighton Score mezi pohlavími?

4 METODIKA

4.1 CHARAKTERISTIKA VÝZKUMNÉHO SOUBORU

Výzkumný soubor byl tvořen 44 žáky prvního stupně základní školy. Věkové rozpětí dětí bylo 6–11 let. Výzkum probíhal na Základní a Mateřské škole Hrabšín (38 dětí) a na Základní škole Šumperk, Vrchlického 22 (6 dětí).

Podmínkami pro zařazení do výzkumu bylo souhlasné stanovisko rodičů s účastí jejich dětí vyjádřené prostřednictvím Informovaného souhlasu, ochota žáka podrobit se samotnému měření dat a vyloučení přítomnosti kritérií pro vyřazení z výzkumu. Těmito kritérii byla rozdílná délka dolních končetin (více než 1 cm), asymetrie v oblasti pánve, asymetrie v oblasti páteře a skoliózy, postižení smyslových ústrojí a obecně stavy a onemocnění spojené s rovnovážnými dysfunkcemi. Informovaný souhlas potvrdilo 47 zákonných zástupců probandů. Do výzkumného souboru nebyly zařazeny 3 děti z této skupiny, neboť u nich bylo nalezeno jedno z kritérií pro vyloučení z výzkumu, výsledky byly proto zpracovány pouze u 44 žáků.

Účastníci výzkumného souboru byli podrobeni stejnému odebírání dat a měření. Poté byli pro potřeby zpracování výsledků rozděleni do dvou skupin – experimentální a kontrolní. Kritériem pro zařazení do experimentální skupiny bylo získání minimálně 5 bodů (z maximálně 9 bodů) ve vyšetření hypermobility pomocí Beighton Score. Tím vznikla experimentální skupina obsahující 17 probandů a kontrolní skupina s 27 probandy.

Průměrný věk všech probandů byl 9,16 let. Celý výzkumný soubor byl z hlediska pohlaví rovnoměrně rozložen, 22 dívek a 22 chlapců. Průměrná hodnota Beighton Score v celé skupině tvořila 3,96 bodů. Průměrná hodnota Beighton Score u chlapců ve skupině byla 3,95 bodů a u dívek také 3,95 bodů. Sledována byla také tělesná výška a hmotnost, průměrná hodnota Body Mass Indexu (BMI) byla 18,32.

Experimentální skupina byla tvořena 17 probandy. Zastoupení pohlaví bylo téměř rovnoměrné – 8 dívek a 9 chlapců. Průměrný věk ve skupině byl 8,71 let. Průměrná hodnota bodů získaných v Beighton Score činila 6,36. Průměrný bodový zisk

v Beighton Score u chlapců byl 6,56 bodů a u 6,13 bodů u dívek. Průměrná hodnota BMI byla 16,76.

Kontrolní skupina byla tvořena 27 žáky. Ve skupině bylo zařazeno 14 dívek a 13 chlapců. Průměrný věk ve skupině byl 9,44 let. Průměrná hodnota Beighton Score byla 2,44 body. U chlapců byl průměr získaných bodů v Beighton Score 2,15 a u dívek 2,71 bodů. Průměrná hodnota BMI činila 19,31.

4.2 ORGANIZACE VÝZKUMU

Organizační zajišťování realizace měření a samotné provedení výzkumu proběhlo v říjnu a listopadu roku 2018. Všem rodičům byly prostřednictvím pedagogů školy rozdány Informované souhlasy a leták s informacemi pro rodiče.

Samotné testování probíhalo v oddělené místnosti pouze za přítomnosti jednoho terapeuta. Měření bylo časováno tak, aby co nejméně narušovalo výuku. Využívána byla především doba pobytu dětí v odpolední družině a v hodinách tělesné a výtvarné výchovy. Celé měření proběhlo u každého probanda jednorázově.

Každý proband byl před začátkem testování seznámen s terapeutem a slovně seznámen s postupem a obsahem testování. Všechny děti byly obeznámeny s právem odmítnout podstoupení testování již před začátkem nebo kdykoliv v jeho průběhu a odejít.

Výsledky jednotlivých částí testování každého probanda byly shromažďovány v papírové podobě do samostatné složky, která byla místo jména označena číslem. S výsledky již bylo dále nakládáno pouze pod číselným označením, aby byla zachována anonymita probanda.

4.3 INFORMOVANÝ SOUHLAS A VYJÁDŘENÍ ETICKÉ KOMISE

Podmínkou pro realizaci výzkumu bylo získání Informovaného souhlasu zákonného zástupce s účastí dítěte a následné zpracování dat (anonymně). Součástí Informovaného souhlasu (Příloha 2) byly také informace pro rodiče (Příloha 3). Cílem

této přílohy bylo přiblížit rodičům záměr výzkumu a popsat realizaci vyšetření dítěte. Součástí byla stručná charakteristika jednotlivých částí testování. Dalším cílem bylo také (společně s Informovaným souhlasem) ujistit rodiče o nakládání s naměřenými daty dle zákonů České republiky a zachováním anonymity probandů. Zaručeno bylo také respektování nesouhlasu dětí s kteroukoliv součástí testování. Rodiče získali na terapeuta kontakt a možnost vznést doplňující dotazy k průběhu vyšetření nebo jeho závěrům u vlastních dětí.

Během vyšetření nebyly pořizovány žádné obrazové materiály nebo video.

Podrobení probandů testování podléhá souhlasu Etické komise Fakulty tělesné kultury Univerzity Palackého v Olomouci. Kladné stanovisko této komise, které zajišťuje etickou korektnost průběhu výzkumu k zúčastněným probandům, bylo získáno (Příloha 1).

4.4 VÝZKUMNÁ METODA

4.4.1 Kineziologický rozbor

Součástí výzkumu byl částečný kineziologický rozbor zaměřený na detekci patologií a asymetrií, které by mohly ovlivnit výsledky probanda v dalším testování. Poznámky z nálezu byly zaznamenány do formuláře, který sloužil také jako podklad pro další práci s některými znaky ve výsledcích práce.

4.4.2 Vyšetření hypermobility

Pro hodnocení hypermobility bylo zvoleno vyšetření podle Beightona – Beighton Score. Tento hodnotící systém byl vybrán především díky jednoduchému provedení testování a bodovacímu systému, který umožňuje další práci s kvantitativními daty. Beighton Score je v zahraničí standardně používanou stupnicí a naprostá většina zahraničních studií používá právě tento systém hodnocení hypermobility. Jak již bylo uvedeno v kapitole 2.1.5.1 o Beighton Score, zahraniční autoři nejsou jednotní v bodové hranici přítomnosti konstituční hypermobility. V rámci testování byla zvolena hranice

≥5/9 bodů, kterou považují autorky Smith-Engelsman, Klerks a Kirby (2011) za validní pro vyšetření dětí ve věku 6–12 let.

Před testováním hypermobility byli probandi poučeni o průběhu vyšetření, byli dotázáni na potíže nebo poúrazové stavy vyšetřovaných segmentů a upozorněni, že během vyšetření nesmí být provokována bolest. Pro vyšetřování rozsahu pohybu v kolenních kloubech, loketních kloubech a metakarpofalangeálních kloubech pátého prstu byl používán goniometr. Přítomnost či absence hypermobility v každém z vyšetřovaných kloubů byla zaznamenávána do připravené tabulky.

4.4.3 Stoj na jedné dolní končetině

Stoj na jedné dolní končetině je jedním z nejjednodušších nástrojů pro testování rovnováhy. Je jednoduchý na provedení a vyžaduje minimální administraci. Nutností pro realizaci jsou stopky. Tento test lze provádět buď izolovaně nebo jako součást rozsáhlejší baterie testů. Má dvě varianty – s otevřenými nebo zavřenými očima (Bizovská, Janura, Míková, & Svoboda, 2017).

Probandi byli instruováni ke stoji na jedné dolní končetině. Pozice stoje na jedné dolní končetině byla dětem přirovnána k „stoji čápa“, tedy flexi 90° v kyčelním a flexi 90° kolenním kloubu zvednuté dolní končetiny. Postavení horních končetin bylo před zahájením pokusu instruováno jako volné. Pozici (kterou bylo třeba udržovat během testování) si probandi mohli předem krátce vyzkoušet. Byli taktéž upozorněni, že především musí dbát na prevenci pádu.

Testování mělo dvě části. První částí bylo testování stoje na jedné dolní končetině s otevřenými očima. Testování probíhalo ve dvou pokusech pro každou stojnou dolní končetinu. Probandům bylo umožněno vybrat si preferovanou dolní končetinu a začít pokusem na ní. Po celkem čtyřech pokusech (dva pro každou dolní končetinu) s otevřenými očima byl testován stoj na jedné dolní končetině se zavřenými očima. Probandi byli instruováni o nutnosti mít oči zavřené po celou dobu průběhu platného pokusu.

Každý pokus stoje na dolní končetině (v obou variantách) trval maximálně 30 vteřin. Pro stopování byly využity stopky, čas měřil terapeut. Pokus byl buď přerušen

po 30 vteřinách (dosažení maximální doby) od odlepení dolní končetiny od podložky nebo zastaven, pokud došlo ke kontaktu jakékoliv jiné části těla kromě stojné dolní končetiny s podložkou. Změny pozice horních končetin, výchylky trupu a titubace nebyly důvodem pro neuznání pokusu. Jediným důvodem k ukončení pokusu bylo obnovení bipedního stoje, případně pád.

4.4.4 GymTop USB Professional

4.4.4.1 Popis pomůcky GymTop USB Professional

Přístroj GymTop USB Professional (dále v textu GymTop) je interaktivní terapeutická pomůcka, která se skládá ze dvou částí. První částí je pracovní plošina – plastová čočka ve tvaru kulové úseče, která je pomocí kabelu s USB konektorem připojena k počítači. Plastová kulová úseč má průměr nástupní plochy 40 cm, výška je 8 cm. Pracovní plošina váží 1370 gramů a její nosnost je 120 kg (Anonymous, 2006). Druhá část, připojený monitor počítače (notebook), obsahuje program, který vizuálně zpracovává různé situace, které pak cvičící jedinec řeší řízenými náklony plošiny. Pracovní plošina pomůcky je zobrazena na Obrázku 5.



Obrázek 5. Kulová úseč pomůcky GymTop USB Profesional (vlastní fotografie)

Software pomůcky GymTop nabízí hned několik cvičení, které může proband plnit. Většina vyžaduje aktivní práci na čočce, tedy změnu náklonu čočky (náklony a přesuny váhy těla) tak, aby byl splněn cíl cvičení na monitoru.

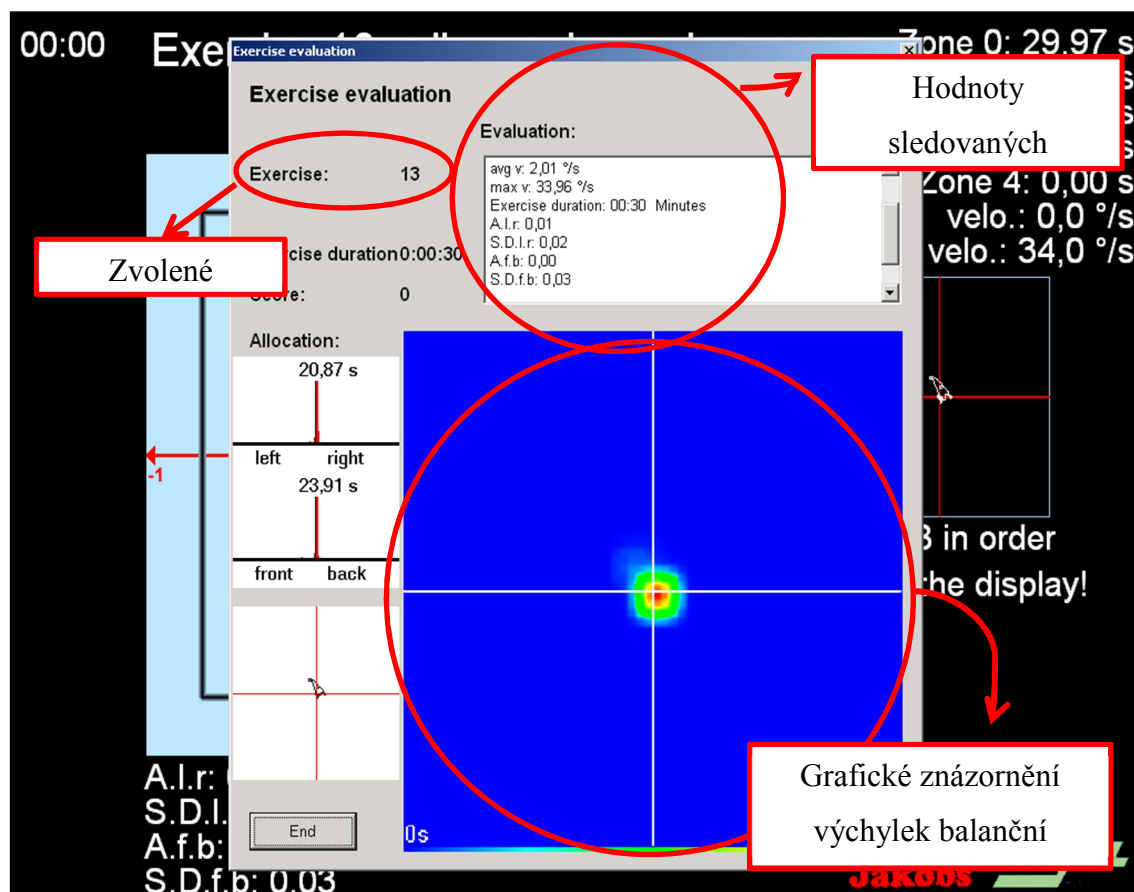
Náklony plošiny software pomůcky vyhodnocuje hned v několika parametrech, které jsou postupně vyjmenovány v kapitole 4.4.4.2. Tyto parametry jsou zaznamenávány pomocí akcelerometru umístěného uvnitř kulové úseče.

4.4.4.2 Sledované parametry

Během cvičení na pomůcce GymTop jsou změny polohy plošiny (reagující na pohyby nebo výchylky těla probanda pro udržení rovnováhy) zaznamenávány pomocí softwaru zařízení. Sledovány jsou následující parametry:

- A.l.r. (dále v textu Alr) – parametr vyjadřuje průměrný náklon plošiny v mediolaterálním směru v jednotce stupeň ($^{\circ}$),
- S.D.l.r. (dále v textu SDlr) – parametr vyjadřuje směrodatnou odchylku parametru Alr v jednotce stupeň ($^{\circ}$),
- A.f.b. (dále v textu Afb) – parametr vyjadřuje průměrný náklon plošiny v anteroposteriorním směru v jednotce stupeň ($^{\circ}$),
- S.D.f.b. (dále v textu SDfb) – parametr vyjadřuje směrodatnou odchylku parametru Afb v jednotce stupeň ($^{\circ}$),
- max v (*maximal velocity*, dále v textu max_v) – parametr vyjadřuje maximální rychlost náklonu plošiny v jednotce stupeň za sekundu ($^{\circ}/s$)
- avg v (*average velocity*, dále v textu avg_v) – parametr vyjadřuje průměrnou rychlost náklonu plošiny v jednotce stupeň za sekundu ($^{\circ}/s$).

Jmenované parametry jsou po skončení cvičení (zde cvičení 13) zaznamenány v přehledu výsledků a doplněny grafickým zpracováním náklonů plošiny, jak ukazuje Obrázek 6.

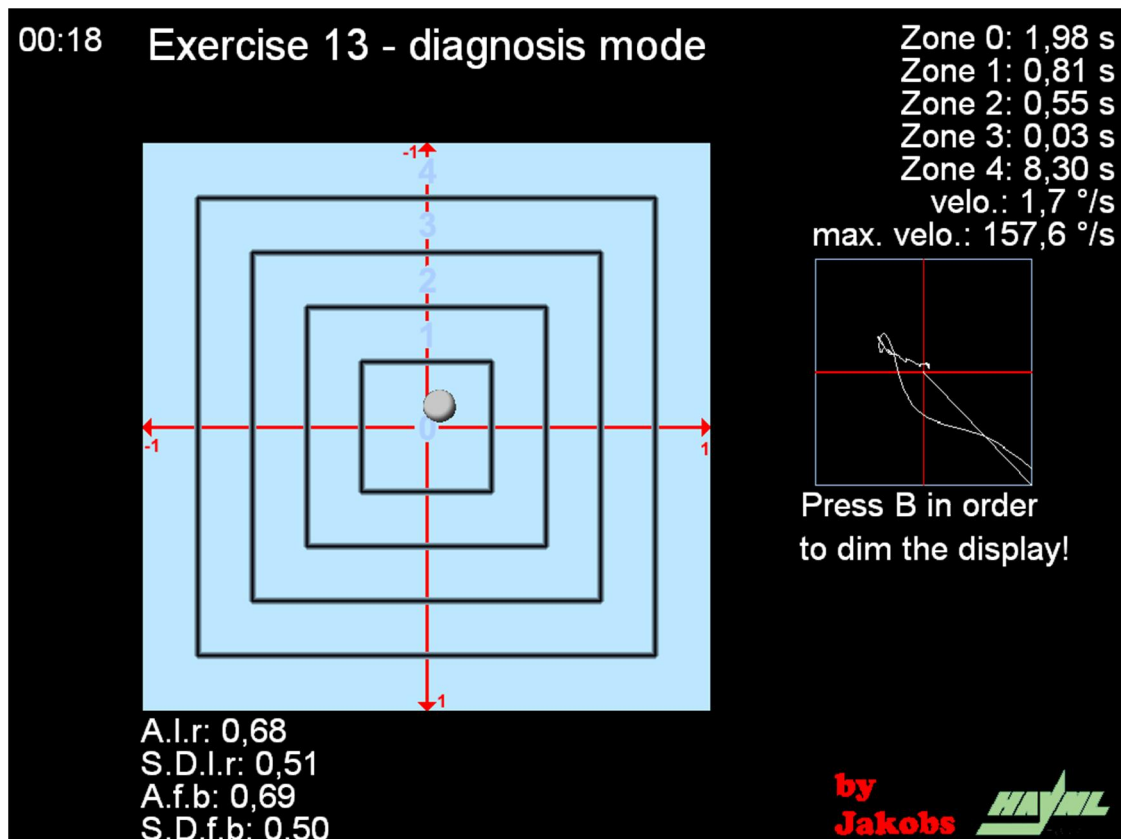


Obrázek 6. Výsledky diagnostického režimu (cvičení 13) přístroje GymTop USB Professional

4.4.4.3 Cvičení 13 – diagnostický režim

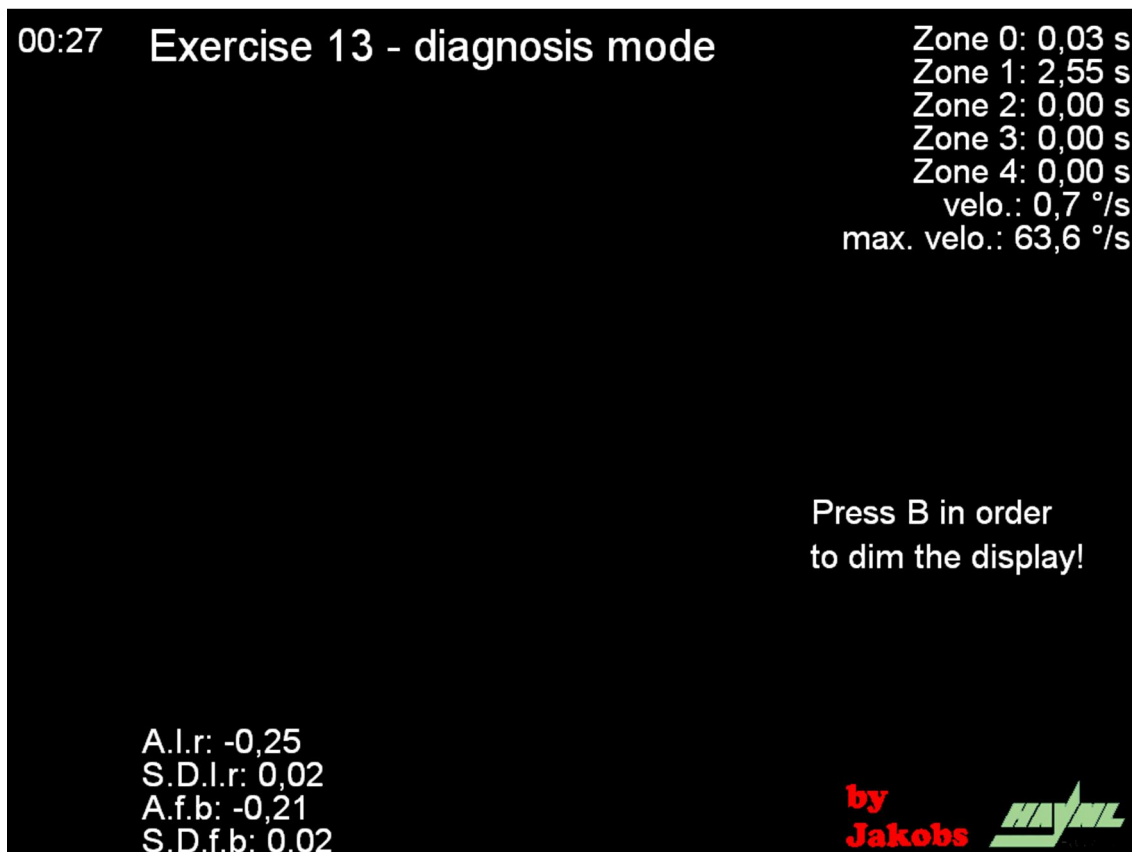
Jelikož pro účely této diplomové práce bylo žádoucí vyšetřovat posturální aktivitu během klidného stoje, byly schopnosti probandů hodnoceny na základě výsledků cvičení 13, které je tzv. diagnostickým režimem přístroje GymTop. Cvičení 13 vyžaduje od probanda, aby sledoval obrazovku, na které je vyznačen čtverec s výrazným středem (Obrázek 7). Po čtverci se pohybuje malá kulička, jejíž pohyb znázorňuje v reálném čase náklony plošiny, na které probanda stojí v korigovaném stoji. Úkolem probanda je zastavit kuličku ve středu čtverce a udržet ji v daném místě nehnutě po celou dobu

pokusu (30 vteřin). Je-li pohyblivá kulička na monitoru bez hnutí uprostřed čtverce, je balanční plocha v neutrální pozici. Software během pokusů zaznamenává náklony plošiny v mediolaterálním (parametr Alr) a anteroposteriorním směru (parametr Afb), včetně směrodatných odchylek těchto náklonů (parametry SDlr a SDfb). Dále je zaznamenávána průměrná rychlost náklonu plošiny (avg_v) a maximální rychlost náklonu plošiny (max_v).



Obrázek 7. Cvičení 13 – diagnostický režim pomůcky GymTop USB Professional

Cvičení 13 lze kromě klasického režimu provádět také ve variantě bez vizuální kontroly. Vizuální kontrola je (po stisknutí klávesy terapeutem) omezena zakrytím obrázku na monitoru (Obrázek 8). Místo úpravy pozice kuličky a jejich výchylek zpětnou vazbou dle dění na monitoru si musí proband neutrální pozici plošiny představit a vyvarovat se odchýlení. Pro prvotní stabilizaci bylo probandům po dobu 2 vteřin dovoleno sledovat pozici plošiny sledováním kuličky na obrazovce, poté byl stlačením klávesy nastaven režim bez vizuální kontroly. Celý pokus trval rovněž 30 vteřin. Sledovány byly stejné parametry jako u cvičení 13 s možností vizuální kontroly pozice plošiny na monitoru.



Obrázek 8. Cvičení 13 – diagnostický režim, varianta bez vizuální kontroly na pomůcce GymTop USB Professional

4.4.4.4 *Vlastní měření na pomůcce GymTop USB Professional*

Měření na pomůcce GymTop následovalo po kineziologickém rozboru, hodnocení hypermobility a testování stoje na jedné dolní končetině. Počítač (notebook) byl umístěn na pracovním stole (případně vypodložen). Dle pravidel pro práci s pomůckou GymTop byl počítač umístěn tak, aby byl monitor ve výši očí probanda stojícího na pomůcce.

Měření probíhalo podle zásad práce s pomůckou GymTop. Probandi byli bosí, neboť hladký plastový povrch čochky z bezpečnostních důvodů neumožňuje použití ponožek. Pro dodržení hygienických pravidel byla balanční čochka po každém měření ošetřena desinfekčním roztokem určeným na ošetření povrchů. V místnosti vyhrazené pro testování byla hladká podlaha, plastová balanční čochka proto byla podložena tenkou

protiskluzovou podložkou, aby bylo zabráněno podklouznutí plošiny a pádu na ní stojícího probanda.

Před měřením na přístroji GymTop bylo proběhlo vysvětlení úkolu ve cvičení 13, popis korigovaného stoje a pravidla nastupování na plošinu a její opouštění po skončení testování. Děti byly poučeny, že při nastupování na plošinu je vhodné se chytit stolu nebo terapeuta, položit na pomůcku nejprve jednu dolní končetinu a přenést na ni většinu váhy tak, aby se zatížená strana čocky dotkla podložky. Poté děti měly postupně umístit na plošinu i druhou nohu a rovnoměrně rozložit váhu. Až poté byli probandi instruováni k opatrnému uvolnění horních končetin a zaujetí korigovaného stoje.

Děti byly předem poučeny o korigovaném stoji. Před nástupem na plošinu byly terapeutem vysvětleny pravidla korigovaného stoje a děti si jej vyzkoušely. Základními body zaujetí korigovaného stoje bylo rozkročení nohou zhruba na šíři pánve a srovnání směru nohou do rovnoběžné nebo mírně zevněrotační pozice. Kolenní klouby byly odemknuté a blízko svislé ose (minimalizace valgizace nebo varotizace). Celý trup byl veden do napřímeného postavení (pocitu vytažení se ke stropu), ramenní klouby a horní končetiny volně drženy. Pokud bylo postavení hlavy neoptimální (předsun), byla lehce zkorigována.

Každý proband plnil cvičení 13 (diagnostický režim) ve dvou po sobě bezprostředně jdoucích pokusech a následně cvičení 13 (diagnostický režim) bez vizuální kontroly, opět ve dvou po sobě jdoucích pokusech.

Po skončení pokusu děti za pomoci terapeuta opouštěly plošinu. Opět byly předem instruovány o nejvhodnějším způsobu provedení. Děti se nejprve chytily stolu rukama, následně pomalu přenesly váhu na jednu stranu, až se plošina dotkla země. Poté pomalu odstoupily jednou a druhou dolní končetinou.

4.5 STATISTICKÉ ZPRACOVÁNÍ DAT

Statistické zpracování dat proběhlo v programu Statistica 12 CZ. Hrubé zpracování hodnot (aritmetické průměry apod.) proběhlo v programu Microsoft Excel 2010.

Pro srovnání dat byl použit Wilcoxonův test. Pro hodnocení statistické významnosti mezi experimentální a kontrolní skupinou byl použit Mann–Whitney U test. Pro hodnocení závislosti mezi škálou Beighton Score a parametry posturálních funkcí byly využity Spearmanovy korelace.

5 VÝSLEDKY

5.1.1 Výzkumná otázka č. 1

Lze očekávat rozdíly v hodnocení rovnováhy funkčním testem stoje na jedné dolní končetině (s vizuální kontrolou nebo bez ní) v experimentální a kontrolní skupině?

První výzkumná otázka zpracovává data získaná testováním stoje na jedné dolní končetině. Postupně jsou srovnávány první a druhé pokusy na téže končetině s otevřenými očima a zavřenými očima v celém výzkumném souboru pomocí Wilcoxonova párového testu. V druhé části otázky je provedeno srovnání experimentální a kontrolní skupiny pomocí Mann–Whitney U testu. Zjištěné statistické údaje jsou doplněny průměry naměřených hodnot.

Porovnání prvního a druhého pokusu stoje na jedné dolní končetině v celém výzkumném souboru

Tabulka 1 zpracovává srovnání prvního a druhého pokusu stoje na jedné dolní končetině s otevřenými a následně i zavřenými očima. V žádném z parametrů nebyla zjištěna statistická významnost ($p < 0,05$), což svědčí pro minimální vliv opakování na výkon v daném testu.

Tabulka 1. Porovnání prvního a druhého pokusu stoje na jedné dolní končetině (Wilcoxonův párový test)

proměnné	n	T	Z	p
PDK_1 x PDK_2	12	30	0,706	0,480
LDK_1 x LDK_2	14	51,5	0,063	0,950
PDK_Z_1 x PDK_Z_2	39	267,5	1,709	0,088
LDK_Z_1 x LDK_Z_2	39	389	0,014	0,989

Vysvětlivky: Statisticky významné hodnoty $p < 0,05$ jsou označeny tučně*. n – počet platných, T – T skóre, Z – Z skóre, p – statistická signifikace, PDK_1 – stoj na pravé dolní končetině 1. pokus, PDK_2 – stoj na pravé dolní končetině 2. pokus, LDK_1 – stoj na levé dolní končetině 1. pokus, LDK_2 – stoj na

levé dolní končetině, 2. pokus, PDK_Z_1 – stoj na pravé dolní končetině se zavřenými očima 1. pokus, PDK_Z_2 – stoj na pravé dolní končetině 2. pokus, LDK_Z_1 – stoj na levé dolní končetině 1. pokus, LDK_Z_2 – stoj na levé dolní končetině 2. pokus.

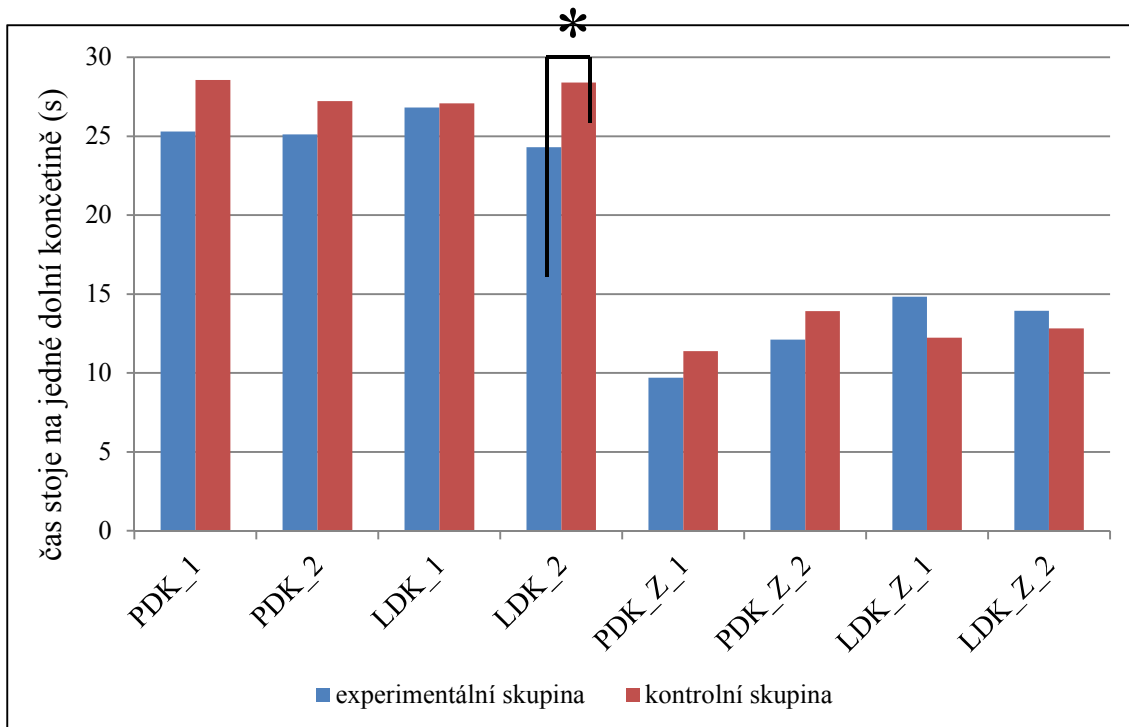
Porovnání stoje na jedné dolní končetině u experimentální a kontrolní skupiny

Tabulka 2 srovnává experimentální a kontrolní skupinu v proměnných stoje na jedné dolní končetině s otevřenými a následně zavřenými očima. Statisticky významné ($p < 0,05$) je srovnání proměnné LDK_2 (stoj na levé dolní končetině, 2. pokus). Obrázek 9 znázorňuje průměrné doby (s) stoje na jedné dolní končetině u experimentální a kontrolní skupiny.

Tabulka 2. Srovnání doby stoje na jedné DK (s) v experimentální a kontrolní skupině (Mann–Whitney U test)

proměnná	součet pořadí sk. 1 (n = 17)	součet pořadí sk. 2 (n = 27)	U	Z	p	Z (upravené)	p (s upraveným Z)
PDK_1	638,000	352,000	199,000	0,723	0,470	1,136	0,256
PDK_2	650,000	340,000	187,000	1,012	0,311	1,379	0,168
LDK_1	618,000	372,000	219,000	0,241	0,810	0,342	0,732
LDK_2	678,000	312,000	159,000	1,687	0,092	2,299*	0,021*
PDK_Z_1	650,000	340,000	187,000	1,012	0,311	1,016	0,310
PDK_Z_2	642,000	348,000	195,000	0,820	0,412	0,822	0,411
LDK_Z_1	574,500	415,500	196,500	-0,783	0,433	-0,787	0,431
LDK_Z_2	597,500	392,500	219,500	-0,229	0,819	-0,229	0,819

Vysvětlivky: Statisticky významné hodnoty $p < 0,05$ jsou označeny tučně*. Součet pořadí sk. 1 – experimentální skupina, součet pořadí sk. 2 – kontrolní skupina, U – testovací kritérium, Z – Z skóre, p – statistická signifikace, PDK_1 – stoj na pravé dolní končetině 1. pokus, PDK_2 – stoj na pravé dolní končetině 2. pokus, LDK_1 – stoj na levé dolní končetině 1. pokus, LDK_2 – stoj na levé dolní končetině, 2. pokus, PDK_Z_1 – stoj na pravé dolní končetině se zavřenými očima 1. pokus, PDK_Z_2 – stoj na pravé dolní končetině 2. pokus, LDK_Z_1 – stoj na levé dolní končetině 1. pokus, LDK_Z_2 – stoj na levé dolní končetině 2. pokus.



Obrázek 9. Grafické znázornění rozdílu doby stoje na jedné dolní končetině (s) v experimentální a kontrolní skupině.

Vysvětlivky: Statisticky významný rozdíl ($p < 0,05$) je označen symbolem (*). PDK_1 – stoj na pravé dolní končetině 1. pokus, PDK_2 – stoj na pravé dolní končetině 2. pokus, LDK_1 – stoj na levé dolní končetině 1. pokus, LDK_2 – stoj na levé dolní končetině, 2. pokus, PDK_Z_1 – stoj na pravé dolní končetině se zavřenýma očima 1. pokus, PDK_Z_2 – stoj na pravé dolní končetině 2. pokus, LDK_Z_1 – stoj na levé dolní končetině 1. pokus, LDK_Z_2 – stoj na levé dolní končetině 2. pokus.

5.1.2 Výzkumná otázka č. 2

Ovlivní konstituční hypermobilita výsledky v testování posturální stability na pomůcce GymTop USB Professional?

Porovnání prvního a druhého pokusu stoje na pomůcce GymTop USB Professional v experimentální i kontrolní skupině (Wilcoxonův párový test)

Wilcoxonův párový test byl použit pro srovnání prvního a druhého pokusu stoje na pomůcce GymTop v každé skupině probandů zvlášť. Na pomůcce bylo nastaveno cvičení 13, tedy diagnostický režim. První a druhý pokusy na sebe navazovaly téměř bezprostředně. Srovnání prvního a druhého pokusu přináší poznatky o schopnostech autokorekce probandů po úvodním pokusu.

Jak ukazuje Tabulka 3, statisticky významná změna ($p < 0,05$) proběhla v experimentální skupině mezi prvním a druhým pokusem parametru Afb (předozadní výchylky) a parametru SDlr (směrodatná odchylka mediolaterálních výchylek). Oba tyto parametry mají nižší hodnoty aritmetických průměrů výchylek (ve stupních) v druhém pokusu. U kontrolní skupiny (Tabulka 4) je statisticky významnou opět změna v parametru Afb a SDlr. Navíc je statisticky významnou změna hodnoty parametru SDfb (směrodatná odchylka předozadních výchylek, opět je patrná lepší stabilita (nižší průměrná hodnota výchylek).

Tabulka 3. Srovnání náklonu balanční plošiny GymTop USB Professional (°) v prvním a druhém pokusu (Wilcoxonův test) v experimentální skupině

proměnné	n	T	Z	M proměnné_1	M proměnné_2	p
Alr_1 x Alr_2	14	31,500	1,318	0,020	0,080	0,187
Afb_1 x Afb_2	15	0	3,408	0,035	0,011	0,001*
SDlr_1 x SDlr_2	13	0	3,180	0,042	0,028	0,001*
SDfb_1 x SDfb_2	17	36,500	1,894	0,076	0,054	0,058

Vysvětlivky: Statisticky významné hodnoty $p < 0,05$ jsou označeny tučně*. n – počet platných, T – T skóre, Z – Z skóre, M proměnné_1 – aritmetický průměr parametru v prvním pokusu, M – proměnné_2 –

aritmetický parametru v druhém pokusu. Alr_1 –mediolaterální výchylky plošiny (stupeň, °) první pokus, Alr_2 – mediolaterální výchylky plošiny (stupeň, °) druhý pokus, Afb_1 – předozadní výchylky plošiny (stupeň, °) první pokus, Afb_2 – předozadní výchylky plošiny (stupeň, °) druhý pokus, SDlr_1 – směrodatná odchylka laterolaterálních výchylek plošiny (stupeň, °) první pokus, SDlr_2 – směrodatná odchylka mediolaterálních výchylek plošiny (stupeň, °) druhý pokus, SDfb_1 – směrodatná odchylka předozadních výchylek plošiny (stupeň, °) první pokus, SDfb_2 – směrodatná odchylka předozadních výchylek plošiny (stupeň, °) druhý pokus.

Tabulka 4. Srovnání náklonu balanční plošiny GymTop USB Professional (°) v prvním a druhém pokusu (Wilcoxonův test) v kontrolní skupině

proměnné	<i>n</i>	<i>T</i>	<i>Z</i>	<i>M</i> proměnné_1	<i>M</i> proměnné_2	<i>p</i>
Alr1 x Alr2	23	135	0,091	0,070	0,060	0,927
Afb1 x Afb 2	22	58,500	2,208	0,027	0,015	0,027*
SDlr_1 x SDlr_2	21	26	3,111	0,036	0,021	0,002*
SDfb_1 x SDfb_2	24	55	2,714	0,067	0,051	0,007*

Vysvětlivky: Statisticky významné hodnoty $p < 0,05$ jsou označeny tučně*. *n* – počet platných, *T* – *T* skóre, *Z* – *Z* skóre, *M* proměnné_1 – aritmetický průměr parametru v prvním pokusu, *M* proměnné_2 – aritmetický parametru v druhém pokusu. Alr_1 – mediolaterální výchylky plošiny (stupeň, °) první pokus, Alr_2 – mediolaterální výchylky plošiny (stupeň, °) druhý pokus, Afb_1 – předozadní výchylky plošiny (stupeň, °) první pokus, Afb_2 – předozadní výchylky plošiny (stupeň, °) druhý pokus, SDlr_1 – směrodatná odchylka laterolaterálních výchylek plošiny (stupeň, °) první pokus, SDlr_2 – směrodatná odchylka laterolaterálních výchylek plošiny (stupeň, °) druhý pokus, SDfb_1 – směrodatná odchylka předozadních výchylek plošiny (stupeň, °) první pokus, SDfb_2 – směrodatná odchylka předozadních výchylek plošiny (stupeň, °) druhý pokus.

Porovnání parametrů získaných testováním stoje na pomůcce GymTop USB Professional mezi experimentální a kontrolní skupinou (Mann–Whitney U test)

Z Tabulky 5 je zřejmé, že jediným statisticky významným rozdílem ($p < 0,05$) mezi experimentální a kontrolní skupinou během testování na GymTop USB Professional (diagnostický režim, cvičení 13) v Mann–Whitney U testu je parametr SDlr_2 – směrodatná odchylka laterolaterální výchylky, druhý pokus.

Tabulka 5. Srovnání výchylek ve stoji na plošině GymTop USB Professional v experimentální a kontrolní skupině (Mann–Whitney U test)

proměnná	součet pořadí sk. 1	součet pořadí sk. 2	U	Z	p	Z (upravené)	p (s upraveným Z)
SDlr_1	554,500	435,500	176,500	-1,265	0,206	-1,286	0,198
SDlr_2	528,000	462,000	150,000	-1,904	0,057	-2,015	0,044*
SDfb_1	588,000	402,000	210,000	-0,458	0,647	-0,461	0,645
SDfb_2	593,500	396,500	215,500	-0,325	0,745	-0,329	0,742
Alr_1	643,000	357,000	194,000	0,844	0,399	0,860	0,390
Alr_2	587,500	402,500	209,500	-0,470	0,638	-0,492	0,623
Afb_1	558,500	431,500	180,500	-1,169	0,242	-1,191	0,234
Afb_2	607,000	383,000	229,000	0,000	1,000	0,000	1,000

Výsledlivky: Statisticky významné hodnoty $p < 0,05$ jsou označeny tučně*. Skupina 1 – experimentální, skupina 2 – kontrolní skupina, U – testovací kritérium, Z – Z skóre, p – statistická signifikace.. Alr_1 – latero-laterální výchylky plošiny (stupeň, °) první pokus, Alr_2 – latero-laterální výchylky plošiny (stupeň, °) druhý pokus, Afb_1 – předozadní výchylky plošiny (stupeň, °) první pokus, Afb_2 – předozadní výchylky plošiny (stupeň, °) druhý pokus, SDlr_1 – směrodatná odchylka laterolaterálních výchylek plošiny (stupeň, °) první pokus, SDlr_2 – směrodatná odchylka laterolaterálních výchylek plošiny (stupeň, °) druhý pokus, SDfb_1 – směrodatná odchylka předozadních výchylek plošiny (stupeň, °) první pokus, SDfb_2 – směrodatná odchylka předozadních výchylek plošiny (stupeň, °) druhý pokus.

Tabulka 6 vyjadřuje reálné hodnoty aritmetických průměrů jednotlivých parametrů naměřených na přístroji GymTop USB Professional v jednotce stupeň (°) pro každou skupinu (experimentální a kontrolní) zvlášť. Tučně jsou zvýrazněny hodnoty parametru SDlr_2, které byly v Mann–Whitneyho U testu statisticky významné. Experimentální skupina vykazovala vyšší mediolaterální směrodatnou odchylku, tedy i menší stabilitu v mediolaterálním směru.

Tabulka 6. Srovnání aritmetických průměrů výchylek plošiny GymTop USB Professional v experimentální a kontrolní skupině

parametr	experimentální skupina (n=17)		kontrolní skupina (n=27)	
	<i>M</i> hodnot parametru (°)	<i>SD</i>	<i>M</i> hodnot parametru (°)	<i>SD</i>
Alr_1	0,002	0,015	0,007	0,021
Alr_2	0,008	0,011	0,006	0,010
Afb_1	0,035	0,023	0,027	0,027
Afb_2	0,011	0,016	0,015	0,020
SDlr_1	0,042	0,018	0,036	0,024
SDlr_2	0,028	0,014	0,021	0,018
SDfb_1	0,076	0,040	0,067	0,029
SDfb_2	0,054	0,026	0,051	0,026

Vysvětlivky: Tučně je zvýrazněn statisticky významný rozdíl z Tabulky 6. *M* – aritmetický průměr hodnot parametru ve skupině, *SD* – směrodatná odchylka parametru. Alr_1 – latero-laterální výchylky plošiny (stupeň, °) první pokus, Alr_2 – latero-laterální výchylky plošiny (stupeň, °) druhý pokus, Afb_1 – předozadní výchylky plošiny (stupeň, °) první pokus, Afb_2 – předozadní výchylky plošiny (stupeň, °) druhý pokus, SDlr_1 – směrodatná odchylka laterolaterálních výchylek plošiny (stupeň, °) první pokus, SDlr_2 – směrodatná odchylka laterolaterálních výchylek plošiny (stupeň, °) druhý pokus, SDfb_1 – směrodatná odchylka předozadních výchylek plošiny (stupeň, °) první pokus, SDfb_2 – směrodatná odchylka předozadních výchylek plošiny (stupeň, °) druhý pokus.

5.1.3 Výzkumná otázka č. 3

Existuje vztah mezi konstituční hypermobilitou a kvalitou posturální stability v parametrech zjišťovaných na pomůcce GymTop USB Professional (směrodatné odchylky mediolaterálního a anteroposteriorního náklonu plošiny) a zkoušce stoje na jedné dolní končetině?

Pro hodnocení této výzkumné otázky byly použity Spearmanovy korelace. Interpretací hodnoty korelačního koeficientu je síla asociace. Ta bude uváděna v pásmech podle Hendla (2004). Pásma zobrazuje Tabulka 7.

Tabulka 7. Hodnoty korelačního koeficientu určující míru závislosti (vytvořeno podle Hendla, 2004, 256)

hodnota korelačního koeficientu	síla asociace
0,1–0,3	malá závislost
0,3–0,7	střední závislost
0,7–1,0	velká závislost

Korelace Beighton Score a posturální stability – stoj na jedné dolní končetině

Korelace hodnoty Beighton Score a doby stoje (sekundy) na jedné dolní končetině (s vizuální kontrolou nebo bez ní) zpracovává Tabulka 8. Ve stoji s možností vizuální kontroly byla zjištěna střední záporná korelace s druhým pokusem stoje na levé dolní končetině. S rostoucí hodnotou Beighton Score je tedy kratší průměrná doba stoje na levé dolní končetině (ve druhém pokusu). V testování stoje na jedné dolní končetině se zavřenými očima byla nalezena pouze nevýznamná korelace.

Tabulka 8. Spearmanovy korelace – Beighton Score a doba stoje na jedné DK

pokus (pořadí)	pravá DK		levá DK		pravá DK zavřené oči		levá DK zavřené oči	
	1	2	1	2	1	2	1	2
Beighton Score	-0,230	-0,271	-0,128	-0,388*	-0,148	-0,189	0,003	-0,042

Vysvětlivky: Statisticky významná korelace je označena tučně*. DK – dolní končetina.

Korelace Beighton Score a posturální stability – parametry získané měřením na pomůcce GymTop USB Professional

Závislost mezi hypermobilitou a kvalitou posturální stability ve stoji je vyjádřena pomocí Spearmanových korelací. Hodnocena je korelace mezi hodnotami Beighton Score a směrodatnými odchylkami anteroposteriorních (SDfb) a mediolaterálních (SDlr) výchylek zjištěných během cvičení č. 13 (diagnostický režim) na pomůcce GymTop. Kromě klasického provedení cvičení č. 13 je hodnocena taktéž korelace v tomtéž cvičení bez zrakové kontroly. Toto cvičení vyžaduje zvýšený nárok na vnímání neutrální pozice při stoji na nestabilní úseči.

Z výsledků Spearmanových korelací (Tabulka 9) je zřejmé, že jediný (středně silný) vztah existuje mezi Beighton Score a směrodatnou odchylkou mediolaterálních výchylek během prvního cvičení č. 13 bez vizuální kontroly. Lze tedy pracovat se zjištěním, že s rostoucím Beighton Score jsou hypermobilní jedinci méně schopni odhadovat a korigovat mediolaterální pohyby na balanční úseči přístroje GymTop.

Tabulka 9. Spearmanovy korelace – Beighton Score a parametry výchylek plošiny GymTop

parametr	cvičení č. 13				cvičení č. 13 bez vizuální kontroly			
	SDlr_1	SDlr_2	Sdfb_1	Sdfb_2	SDlr_1	SDlr_2	Sdfb_1	Sdfb_2
Beighton Score	0,2	0,256	0,146	0,134	0,368*	0,292	0,291	0,276

Vysvětlivky: Statisticky významná korelace je označena tučně*. SDlr_1 – směrodatná odchylka mediolaterálních výchylek plošiny (stupeň, °) první pokus, SDlr_2 – směrodatná odchylka mediolaterálních výchylek plošiny (stupeň, °) druhý pokus, Sdfb_1 – směrodatná odchylka předozadních výchylek plošiny (stupeň, °) první pokus, Sdfb_2 – směrodatná odchylka předozadních výchylek plošiny (stupeň, °) druhý pokus.

5.1.4 Výzkumná otázka č. 4

Bude se posturální stabilita hodnocená zkouškou stoje na jedné dolní končetině lišit v závislosti na pohlaví?

Porovnání stoje na jedné dolní končetině dle parametru pohlaví v celém výzkumném souboru

Srovnání stoje na jedné dolní končetině Mann–Whitney U testem podle pohlaví (nezávisle na přítomnosti hypermobility) v celém výzkumném souboru ukázalo statisticky významný rozdíl ($p < 0,05$) mezi děvčaty a chlapci v druhém pokusu stoje na levé dolní končetině se zavřenými očima. Kromě toho byl statisticky významný rozdíl ($p < 0,05$) i v parametru stoje na levé dolní končetině se zavřenými očima – průměrná hodnota všech pokusů (Tabulka 10). Následné srovnání se statisticky významnými rozdíly ukázalo, že v parametrech stoj na levé dolní končetině se zavřenými očima (druhý pokus a průměr pokusů) vykazovali chlapci lepší výkon. Přesné hodnoty aritmetických průměrů rozdílů pokusů ve stoji na jedné noze shrnuje Tabulka 11 (včetně hodnot stoje s otevřenými očima), ve které jsou tučně označeny hodnoty parametru, jehož rozdíl byl v Mann–Whitney U testu statisticky významný.

Tabulka 10. Mann–Whitney U test dle proměnné pohlaví

parametr	součet pořadí sk. 1	součet pořadí sk. 2	U	Z	p	Z (upravené)	p (s upraveným Z)
PDK_Z_1	446,000	544,000	193,000	-1,138	0,255	-1,142	0,253
PDK_Z_2	498,000	492,000	239,000	0,059	0,953	0,059	0,953
LDK_Z_1	442,000	548,000	189,000	-1,232	0,218	-1,238	0,216
LDK_Z_2	379,500	610,500	126,500	-2,699	0,007	-2,705	0,007*
průměr PDK	479,000	511,000	226,000	-0,364	0,716	-0,464	0,643
průměr LDK	467,000	523,000	214,000	-0,645	0,519	-0,781	0,435
průměr PDK_Z	468,000	522,000	215,000	-0,622	0,534	-0,622	0,534
průměr LDK_Z	379,500	610,500	126,500	-2,699	0,007	-2,702	0,007*

Vysvětlivky: Statisticky významný rozdíl ($p < 0,05$) je označen tučně*. Skupina 1 – experimentální ($n = 22$), skupina 2 – kontrolní skupina ($n = 22$), U – testovací kritérium, $Z = Z$ skóre, p – statistická signifikace. PDK_Z_1 – stoj na pravé dolní končetině se zavřenými očima 1. pokus, PDK_Z_2 – stoj na pravé dolní končetině 2. pokus, LDK_Z_1 – stoj na levé dolní končetině se zavřenými očima 1. pokus, LDK_Z_2 – stoj na levé dolní končetině se zavřenými očima 2. pokus, průměr PDK – průměr obou pokusů stoje na pravé dolní končetině s otevřenými očima, průměr LDK – průměr obou pokusů stoje na levé dolní končetině s otevřenými očima, průměr PDK_Z – průměr obou pokusů stoje na pravé dolní končetině se zavřenými očima, průměr LDK_Z – průměr obou pokusů stoje na levé dolní končetině se zavřenými očima.

Tabulka 11. Aritmetické průměry proměnných stoje na jedné dolní končetině a p hodnoty (Mann–Whitney U test)

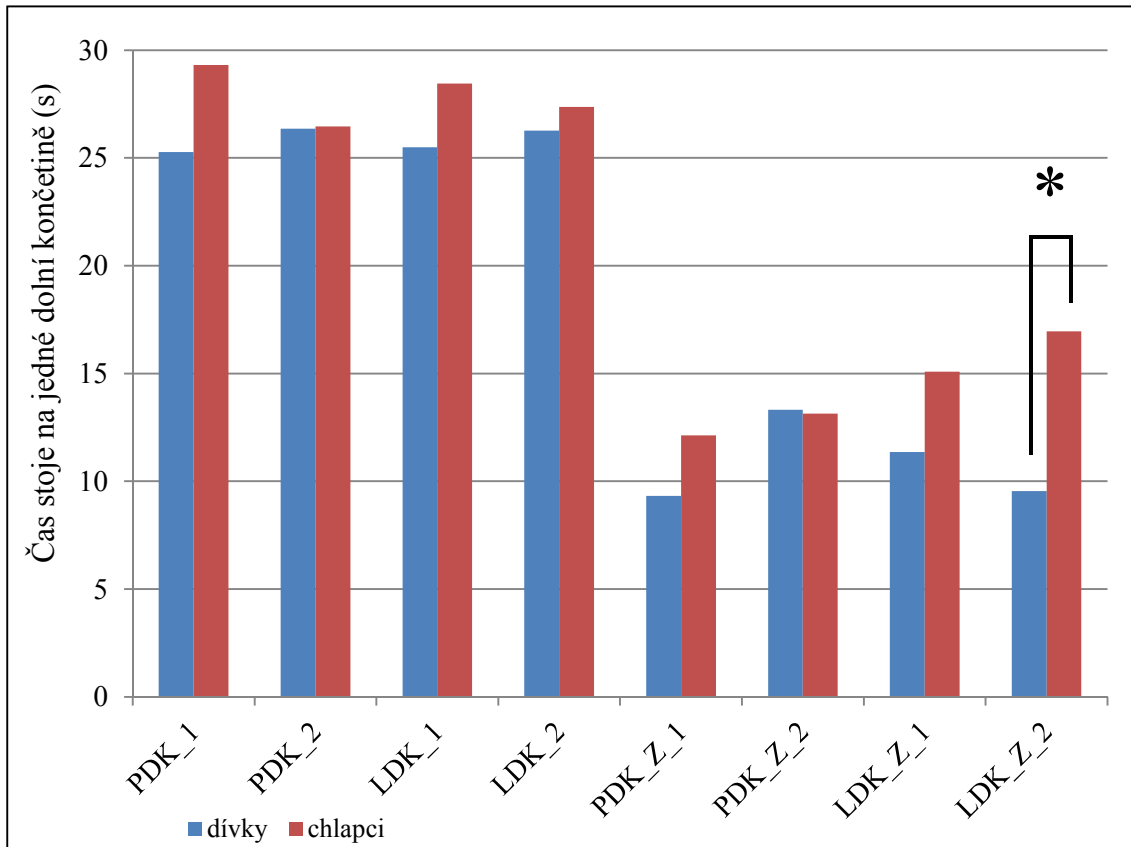
parametr	M		p
	dívky (n=22)	chlapci (n=22)	
PDK_1	25,273	29,318	0,178
PDK_2	26,364	26,455	1,000
LDK_1	25,500	28,455	0,231
LDK_2	26,273	27,364	0,543
PDK_Z_1	9,318	12,136	0,253
PDK_Z_2	13,318	13,136	0,953
LDK_Z_1	11,364	15,091	0,216
LDK_Z_2	9,545	16,955	0,007*

Vysvětlivky: Statisticky významný rozdíl ($p < 0,05$) je označen tučně*. M – aritmetický průměr délky pokusu (sekunda), p – statistický signifikace. PDK_1 – stoj na pravé dolní končetině 1. pokus, PDK_2 – stoj na pravé dolní končetině 2. pokus, LDK_1 – stoj na levé dolní končetině 1. pokus, LDK_2 – stoj na levé dolní končetině, 2. pokus, PDK_Z_1 – stoj na pravé dolní končetině se zavřenými očima 1. pokus, PDK_Z_2 – stoj na pravé dolní končetině se zavřenými očima 2. pokus, LDK_Z_1 – stoj na levé dolní končetině se zavřenými očima 1. pokus, LDK_Z_2 – stoj na levé dolní končetině se zavřenými očima 2. pokus.

Obrázek 10 graficky zpracovává dobu stoje na jedné dolní končetině se zavřenými očima u dívek a chlapců (bez ohledu na přítomnost konstituční hypermobility). Ačkoliv v pokusech stoje na jedné dolní končetině s otevřenými očima

nebyly zachyceny žádné statisticky významné rozdíly mezi pohlavími, je výkon dívek a chlapců v tomto parametru taktéž zaznamenán.

Obrázek 10. Grafické znázornění průměrných časů stoje na jedné dolní končetině (v sekundách) u dívek a chlapců



Vysvětlivky: Statisticky významný rozdíl ($p < 0,05$) je označen symbolem (*). Dívky ($n = 22$), chlapci ($n = 22$), PDK_1 = stoj na pravé dolní končetině 1. pokus, PDK_2 = stoj na pravé dolní končetině 2. pokus, LDK_1 = stoj na levé dolní končetině 1. pokus, LDK_2 = stoj na levé dolní končetině, 2. pokus, PDK_Z_1 = stoj na pravé dolní končetině se zavřenýma očima 1. pokus, PDK_Z_2 = stoj na pravé dolní končetině se zavřenýma očima 2. pokus, LDK_Z_1 = stoj na levé dolní končetině se zavřenýma očima 1. pokus, LDK_Z_2 = stoj na levé dolní končetině se zavřenýma očima 2. pokus.

Porovnání stoje na jedné dolní končetině dle parametru pohlaví v experimentální skupině

Při porovnání posturální stability ve stoji na jedné dolní končetině mezi dívkami a chlapci v experimentální skupině zachytil Mann–Whitney U test statisticky významný rozdíl ($p < 0,05$) v parametru LDK_Z_2 (stoj na levé dolní končetině, druhý pokus) a v parametru vyjadřujícím průměrnou délku stoje na levé dolní končetině ve všech

pokusech (průměr LDK_Z). Všechny sledované parametry pro komparaci pohlaví v experimentální skupině shrnuje Tabulka 12. Porovnáme-li hodnoty dívek a chlapců ve statisticky významně rozdílných parametrech je zřejmé, že chlapci vykazují delší výdrž v tomto funkčním testu. Průměrné hodnoty výdrže stoje na jedné dolní končetině v experimentální i kontrolní skupině shrnuje Tabulka 14.

Tabulka 12. Mann–Whitney U test dle parametru pohlaví v experimentální skupině

parametr	součet pořadí sk. 1	součet pořadí sk. 2	U	Z	p	Z (upravené)	p (s upraveným Z)
PDK_Z_1	63,500	89,500	27,500	-0,770	0,441	-0,775	0,439
PDK_Z_2	65,000	88,000	29,000	-0,625	0,532	-0,627	0,531
LDK_Z_1	51,000	102,000	15,000	-1,973	0,049	-1,990	0,047
LDK_Z_2	59,000	94,000	23,000	-1,203	0,229	-1,210	0,226*
průměr PDK	68,500	84,500	32,500	-0,289	0,773	-0,323	0,747
průměr LDK	68,500	84,500	32,500	-0,289	0,773	-0,313	0,754
průměr DK_Z	65,000	88,000	29,000	-0,625	0,532	-0,627	0,531
průměr LDK_Z	49,000	104,000	13,000	-2,165	0,030	-2,166	0,030*

Vysvětlivky: Statisticky významný rozdíl ($p < 0,05$) je označen tučně*. M – aritmetický průměr délky pokusu (sekunda), p – statistická signifikace. PDK_1 – stoj na pravé dolní končetině 1. pokus, PDK_2 – stoj na pravé dolní končetině 2. pokus, LDK_1 – stoj na levé dolní končetině 1. pokus, LDK_2 – stoj na levé dolní končetině, 2. pokus, PDK_Z_1 – stoj na pravé dolní končetině se zavřenýma očima 1. pokus, PDK_Z_2 – stoj na pravé dolní končetině se zavřenýma očima 2. pokus, LDK_Z_1 – stoj na levé dolní končetině se zavřenýma očima 1. pokus, LDK_Z_2 – stoj na levé dolní končetině se zavřenýma očima 2. pokus.

Porovnání stoje na jedné dolní končetině dle parametru pohlaví v kontrolní skupině

Srovnání výkonu ve funkční zkoušce stoj na jedné dolní končetině dle parametru pohlavní v Mann–Whitney U testu provedeného v kontrolní skupině ukázalo statisticky

významný rozdíl ($p < 0,05$) pouze v jednom parametru. Statisticky významný rozdíl mezi dívkami a chlapci v kontrolní skupině je v parametru LDK_Z_2 – stoj na levé dolní končetině se zavřenými očima, druhý pokus. Následné srovnání průměrných hodnot délky stoje na levé dolní končetině se zavřenými očima ukazuje, že lepších výsledků dosahovali chlapci. Statisticky zpracovávané parametry shrnuje Tabulka 13. Porovnání průměrných výkonů dívek a chlapců v kontrolní (i experimentální) skupině ve stoji na jedné dolní končetině shrnuje Tabulka 14.

Tabulka 13. Mann–Whitney U test dle parametru pohlaví v kontrolní skupině

parametr	součet pořadí sk. 1	součet pořadí sk. 2	U	Z	p	Z (upravené)	p (s upraveným Z)
PDK_Z_1	181,000	197,000	76,000	-0,704	0,482	-0,706	0,480
PDK_Z_2	207,000	171,000	80,000	0,510	0,610	0,511	0,609
LDK_Z_1	198,000	180,000	89,000	0,073	0,942	0,073	0,942
LDK_Z_2	142,500	235,500	37,500	-2,572	0,010	-2,578	0,010*
průměr PDK	188,500	189,500	83,500	-0,340	0,734	-0,501	0,616
průměr LDK	183,000	195,000	78,000	-0,607	0,544	-0,833	0,405
průměr PDK_Z	190,500	187,500	85,500	-0,243	0,808	-0,243	0,808
průměr LDK_Z	159,500	218,500	54,500	-1,747	0,081	-1,749	0,080

Vysvětlivky: Statisticky významný rozdíl ($p < 0,05$) je označen tučně*. M – aritmetický průměr délky pokusu (sekunda), p – statistický signifikace. PDK_1 – stoj na pravé dolní končetině 1. pokus, PDK_2 – stoj na pravé dolní končetině 2. pokus, LDK_1 – stoj na levé dolní končetině 1. pokus, LDK_2 – stoj na levé dolní končetině, 2. pokus, PDK_Z_1 – stoj na pravé dolní končetině se zavřenými očima 1. pokus, PDK_Z_2 – stoj na pravé dolní končetině se zavřenými očima 2. pokus, LDK_Z_1 – stoj na levé dolní končetině se zavřenými očima 1. pokus, LDK_Z_2 – stoj na levé dolní končetině se zavřenými očima 2. pokus

Tabulka 14. Průměrné hodnoty doby stoje na jedné dolní dolní končetině u dívek a chlapců v experimentální a kontrolní skupině

parametr	Experimentální skupina			Kontrolní skupina		
	aritmetický průměr M hodnot parametru (s)			aritmetický průměr M hodnot parametru (s)		
	<i>dívky (n = 8)</i>	<i>chlapci (n = 9)</i>	<i>p</i>	<i>dívky (n = 14)</i>	<i>chlapci (n = 13)</i>	<i>p</i>
PDK_1	21,250	28,889	0,175	27,571	29,615	0,563
PDK_2	25,625	24,667	0,955	26,786	27,692	0,969
LDK_1	25,875	27,667	0,897	25,286	29,000	0,185
LDK_2	24,125	24,444	0,829	27,500	29,385	0,625
PDK_Z_1	7,375	11,778	0,439	10,429	12,385	0,480
PDK_Z_2	10,250	13,778	0,531	15,071	12,692	0,609
LDK_Z_1	9,625	19,444	0,047*	12,357	12,077	0,942
LDK_Z_2	10,75	16,778	0,226	8,857	17,077	0,010*

Vysvětlivky: Statisticky významný rozdíl ($p < 0,05$) je označen tučně*. M – aritmetický průměr délky pokusu (sekunda), p – statistická signifikace. PDK_1 – stoj na pravé dolní končetině 1. pokus, PDK_2 – stoj na pravé dolní končetině 2. pokus, LDK_1 – stoj na levé dolní končetině 1. pokus, LDK_2 – stoj na levé dolní končetině, 2. pokus, PDK_Z_1 – stoj na pravé dolní končetině se zavřenýma očima 1. pokus, PDK_Z_2 – stoj na pravé dolní končetině se zavřenýma očima 2. pokus, LDK_Z_1 – stoj na levé dolní končetině se zavřenýma očima 1. pokus, LDK_Z_2 – stoj na levé dolní končetině se zavřenýma očima 2. pokus.

5.1.5 Výzkumná otázka č. 5

Bude se posturální stabilita hodnocená pomocí přístroje GymTop USB Professional lišit v závislosti na pohlaví?

Závislost posturální stability hodnocené pomocí přístroje GymTop USB Professional na pohlaví v experimentální skupině

Posturální stabilitu hodnocenou parametrem směrodatná odchylka mediolaterální a anteroposteriorní výchylky plošiny získaným testováním na pomůcce GymTop USB Professional v experimentální skupině zpracovává Tabulka 15. Ve cvičení č. 13, diagnostickém programu, ve variantě s možností vizuální zpětné vazby nebo bez ní nebyl v Mann–Whitney U testu v žádném sledovaném parametru zachycen statisticky významný rozdíl ($p < 0,05$). Mezi výkony dívek a chlapců v experimentální skupině nebyl nalezen žádný statisticky významný rozdíl.

Tabulka 15. Mann–Whitney U test dle parametru pohlaví v experimentální skupině

parametr	součet pořadí sk. 1	součet pořadí sk. 2	U	Z	p	Z (upravené)	p (s upraveným Z)
SDlr_1	58,500	94,500	22,500	-1,251	0,211	-1,274	0,203
SDlr_2	53,000	100,000	17,000	-1,780	0,075	-1,859	0,063
SDfb_1	76,500	76,500	31,500	0,385	0,700	0,387	0,699
SDfb_2	66,000	87,000	30,000	-0,529	0,597	-0,535	0,593
BV_SDlr_1	74,500	78,500	33,500	0,192	0,847	0,195	0,845
BV_SDlr_2	59,500	93,500	23,500	-1,155	0,248	-1,174	0,241
BV_SDfb_1	65,000	88,000	29,000	-0,625	0,532	-0,631	0,528
BV_SDfb_2	63,500	89,500	27,500	-0,770	0,441	-0,775	0,438

Vysvětlivky: Statisticky významné hodnoty $p < 0,05$ jsou označeny tučně*. Skupina 1 – dívky ($n = 8$), skupina 2 – chlapci ($n = 9$), U – testovací kritérium, $Z = Z$ skóre, p – statistická signifikace. SDlr_1 – směrodatná odchylka mediolaterálních výchylek plošiny (stupeň, °), první pokus, SDlr_2 – směrodatná odchylka mediolaterálních výchylek plošiny (stupeň, °), druhý pokus, SDfb_1 – směrodatná odchylka

předozadních výchylek plošiny (stupeň, °), první pokus, SDfb_2 – směrodatná odchylka předozadních výchylek plošiny (stupeň, °), druhý pokus. BV_SDLr_1 – směrodatná odchylka mediolaterálních výchylek plošiny (stupeň, °) bez vizuální zpětné vazby, první pokus, BV_SDLr_2 – směrodatná odchylka mediolaterálních výchylek plošiny (stupeň, °) bez vizuální zpětné vazby, druhý pokus, BV_SDfb_1 – směrodatná odchylka předozadních výchylek plošiny (stupeň, °) bez vizuální zpětné vazby, první pokus, BV_SDfb_2 – směrodatná odchylka předozadních výchylek plošiny (stupeň, °) bez vizuální zpětné vazby, druhý pokus.

Závislost posturální stability hodnocené pomocí přístroje GymTop USB Professional na pohlaví v kontrolní skupině

Mann–Whitney U test dle proměnné pohlaví v kontrolní skupině neukázal v žádném sledovaném parametru statisticky významný rozdíl mezi dívkami a chlapci. Hodnoceny byly parametry získané během měření na přístroji GymTop – směrodatná odchylka mediolaterální a anteroposteriorní výchylky plošiny během cvičení č. 13 (diagnostický režim) ve variantě s vizuální zpětnou vazbou a bez ní. Statistické zpracování neukázalo žádný statisticky významný rozdíl ($p < 0,05$) mezi výkony dívek a chlapců v kontrolní skupině, jak ukazuje Tabulka 16.

Tabulka 16. Mann–Whitney U test dle proměnné pohlaví v kontrolní skupině

parametr	součet pořadí sk. 1	součet pořadí sk. 2	U	Z	p	Z (upravené)	p (s upraveným Z)
SDLr_1	209,500	168,500	77,500	0,631	0,528	0,641	0,522
SDLr_2	200,500	177,500	86,500	0,194	0,846	0,209	0,834
SDfb_1	193,000	185,000	88,000	-0,121	0,903	-0,122	0,903
SDfb_2	211,000	167,000	76,000	0,704	0,482	0,720	0,472
BV_SDLr_1	233,000	145,000	54,000	1,771	0,077	1,794	0,073
BV_SDLr_2	216,000	162,000	71,000	0,946	0,344	0,965	0,335
BV_SDfb_1	205,000	173,000	82,000	0,412	0,680	0,416	0,678
BV_SDfb_2	207,000	171,000	80,000	0,510	0,610	0,520	0,603

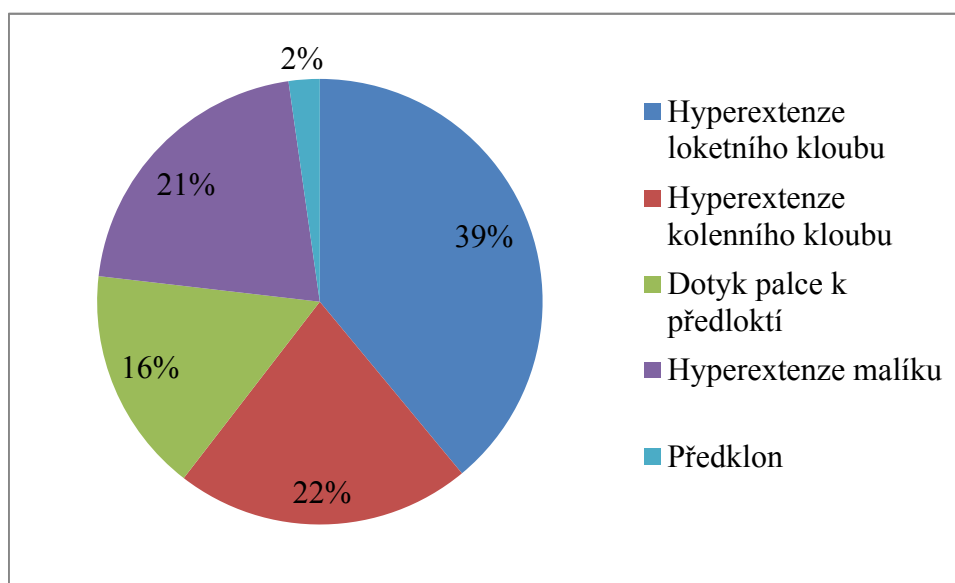
Vysvětlivky: Statisticky významné hodnoty $p < 0,05$ jsou označeny tučně*. Skupina 1 – dívky ($n = 14$), skupina 2 – chlapci ($n = 13$), U – testovací kritérium, $Z = Z$ skóre, p – statistická signifikace. $SDlr_1$ – směrodatná odchylka mediolaterálních výchylek plošiny (stupeň, °), první pokus, $SDlr_2$ – směrodatná odchylka mediolaterálních výchylek plošiny (stupeň, °), druhý pokus, $SDfb_1$ – směrodatná odchylka předozadních výchylek plošiny (stupeň, °), první pokus, $SDfb_2$ – směrodatná odchylka předozadních výchylek plošiny (stupeň, °), druhý pokus. BV_SDlr_1 – směrodatná odchylka mediolaterálních výchylek plošiny (stupeň, °) bez vizuální zpětné vazby, první pokus, BV_SDlr_2 – směrodatná odchylka mediolaterálních výchylek plošiny (stupeň, °) bez vizuální zpětné vazby, druhý pokus, BV_SDfb_1 – směrodatná odchylka předozadních výchylek plošiny (stupeň, °) bez vizuální zpětné vazby, první pokus, BV_SDfb_2 – směrodatná odchylka předozadních výchylek plošiny (stupeň, °) bez vizuální zpětné vazby, druhý pokus.

5.1.6 Výzkumná otázka č. 6

Liší se zastoupení hypermobilních kloubů v hodnocení Beighton Score mezi experimentální a kontrolní skupinou

Jak již bylo popsáno v kapitole 4.1 o charakteristikách výzkumného souboru, z náhodného výběru 44 probandů ve věku 6–11 let bylo 17 hypermobilních. Procento konstitučně hypermobilních ve vzorku je tedy 38,64 %. Jelikož nebyli probandi pro studii předem vybíráni dle kritérií hypermobility, je tento údaj porovnatelný s epidemiologickými daty.

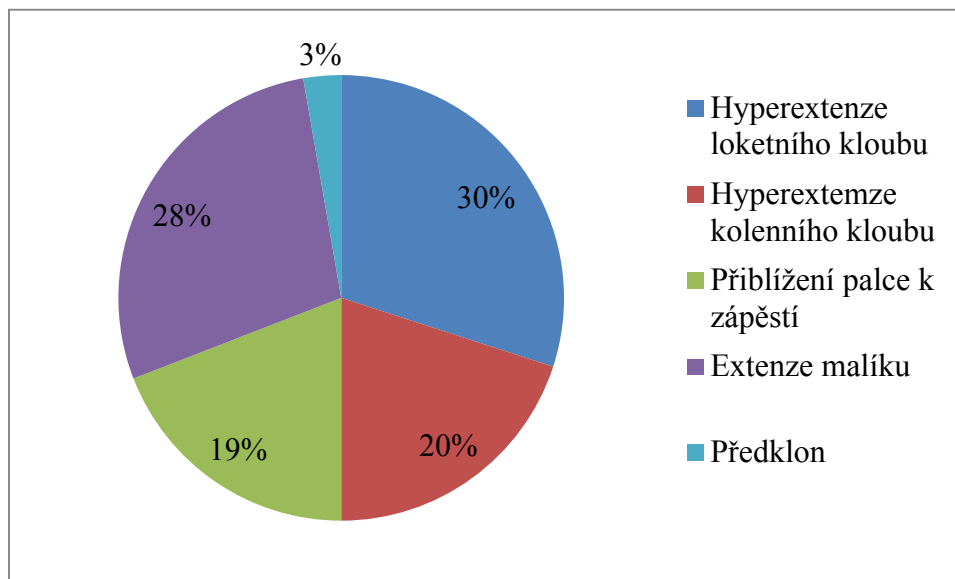
Při testování hypermobility pomocí Beighton Score byly výsledky měření zaznamenávány do předem připraveného archu. Tento záznam po zhodnocení celého výzkumného souboru ukazuje rozložení hypermobility mezi jednotlivými klouby (sledovanými v Beighton Score), grafické zpracování procentuálního zastoupení zobrazuje Obrázek 11. Data jsou výsledkem zpracování celého výzkumného souboru.



Obrázek 11. Koláčový graf procentuálního zastoupení bodů v jednotlivých zkouškách v Beighton Score v celém výzkumném souboru

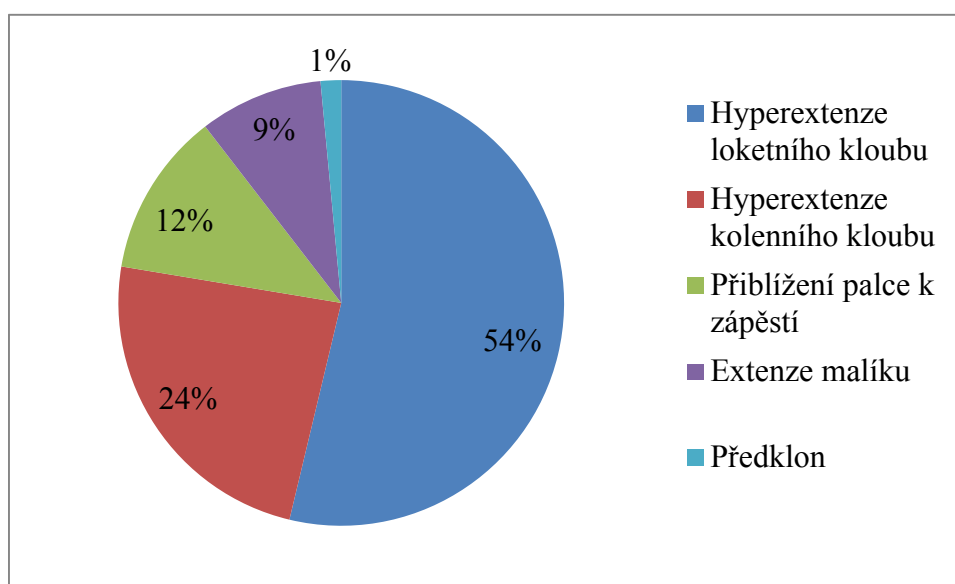
Z Obrázku 11 je patrné, že nejčastějším hypermobilním kloubem testovaným v Beighton Score v celém výzkumném souboru je loketní kloub.

Probandi experimentální skupiny (n = 17) získali dohromady 110 bodů v Beighton Score. Rozložení těchto bodů mezi vyšetřovanými klouby ukazuje Obrázek 12.



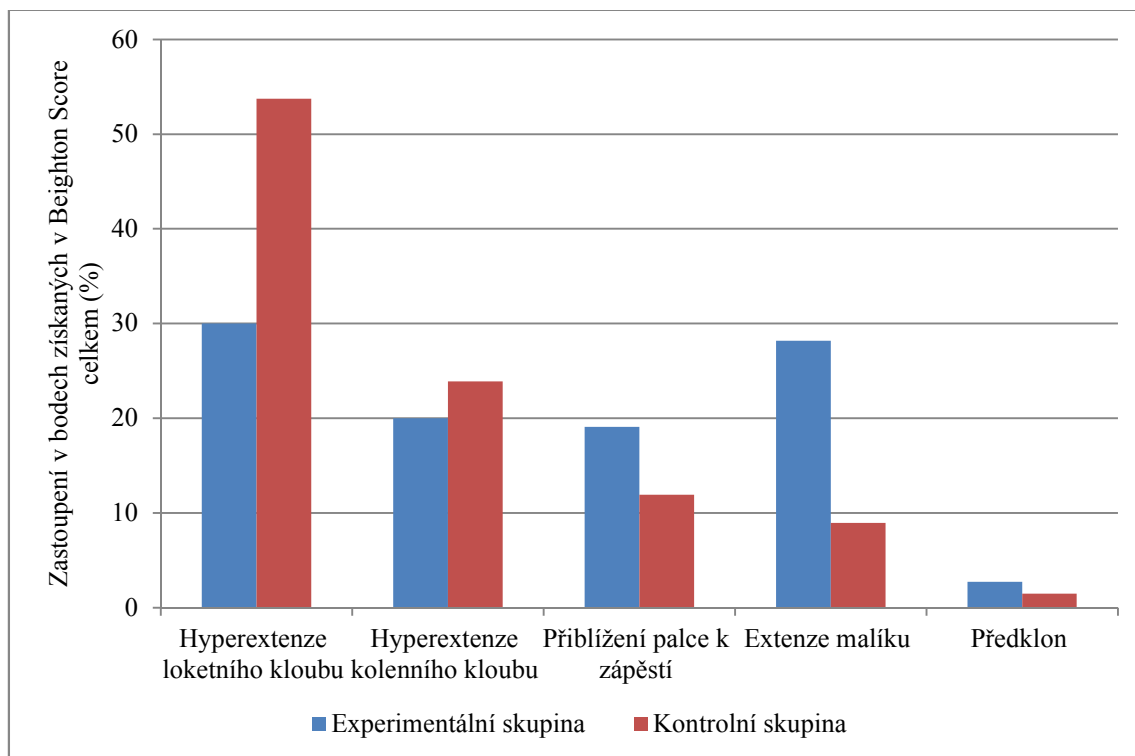
Obrázek 12. Procentuální zastoupení bodů v jednotlivých zkouškách v Beighton Score v experimentální skupině

Probandi kontrolní skupiny (n = 27) dohromady získali v Beighton Score 67 bodů, procentuální rozložení v jednotlivých zkouškách ukazuje Obrázek 13.



Obrázek 13. Procentuální zastoupení bodů v jednotlivých zkouškách v Beighton Score v kontrolní skupině

Grafické srovnání rozdílů v zastoupení jednotlivých kloubů ukazuje Obrázek 14. Zastoupení je procentním vyjádřením přerozdelení bodů získaných pro daný kloub v Beighton Score z celkového součtu získaných v celém výzkumném souboru. Z výsledku je patrné, že u probandů v kontrolní skupině byla častěji nacházena hypermobilita v loketním kloubu než u kontrolní, konstitučně hypermobilní skupiny.



Obrázek 14. Porovnání procentuálního zastoupení hypermobilních kloubů ve vyšetření Beighton Score v experimentální a kontrolní skupině

Z přehledu zisku bodů v Beighton Score lze určit stranové rozložení v celém výzkumném souboru. V celém výzkumném souboru bylo stranové rozložení hypermobilních kloubů 50,85 % na pravé straně těla, 46,90 % na levé straně těla, body z Beighton Score za předklon tvořily 2,26 %. V experimentální skupině byla pravá strana zastoupena 49,09 procenty, levá strana 48,18 %, předklon 2,73 %. Stranové zastoupení v kontrolní skupině bylo rozloženo 55,22 % na pravé straně, 44,78 % na levé straně a zbylých 1,49 % tvoří předklon.

5.1.7 Výzkumná otázka č. 7

Bude se lišit hypermobilita hodnocená pomocí Beighton Score mezi pohlavími?

Závislost hypermobility zjišťované pomocí Beighton Score na pohlaví v celém výzkumném souboru ukazuje Tabulka 17. Pro zpracování byl použit Mann-Whitney U test. Mezi dívkami a chlapci nebyl v bodovém zisku v testu Beighton Score zjištěn žádný statisticky významný ($p < 0,05$) rozdíl.

Tabulka 17. Mann-Whitney U test dle proměnné pohlaví v celém výzkumném souboru

parametr	součet pořadí sk. 1	součet pořadí sk. 2	U	Z	p	Z (upravené)	p (s upraveným Z)
Beighton Score	508,500	481,500	228,500	0,305	0,760	0,312	0,755

Vysvětlivky: Statisticky významné hodnoty $p < 0,05$ jsou označeny tučně*. Skupina 1 – dívky ($n = 22$), skupina 2 – chlapci ($n = 22$), U – testovací kritérium, $Z = Z$ skóre, p – statistická signifikace.

Rozdíl mezi bodovou hodnotou získávanou ve stupnici Beighton Score mezi dívkami a chlapci byl pomocí Mann-Whitney U testu zjišťování také u probandů v experimentální skupině a ve skupině kontrolní. Tabulka 18 obsahuje výsledky statistického zpracování pro experimentální skupinu a Tabulka 19 pro skupinu kontrolní.

Tabulka 18. Mann-Whitney U test dle proměnné pohlaví v experimentální skupině

parametr	součet pořadí sk. 1	součet pořadí sk. 2	U	Z	p	Z (upravené)	p (s upraveným Z)
Beighton Score	73,500	79,500	34,500	0,096	0,923	0,108	0,914

Vysvětlivky: Statisticky významné hodnoty $p < 0,05$ jsou označeny tučně*. Skupina 1 – dívky ($n = 8$), skupina 2 – chlapci ($n = 9$), U – testovací kritérium, $Z = Z$ skóre, p – statistická signifikace.

V experimentální skupině nebyl v Mann–Whitney U testu dle proměnné pohlaví zjištěn žádný statisticky významný rozdíl ($p < 0,05$) mezi dívkami a chlapci v bodovém zisku testu Beighton Score.

Tabulka 19. Mann-Whitney U test dle proměnné pohlaví v kontrolní skupině

parametr	součet pořadí sk. 1	součet pořadí sk. 2	U	Z	p	Z (upravené)	p (s upraveným Z)
Beighton Score	219,000	159,000	68,000	1,092	0,275	1,171	0,242

Vysvětlivky: Statisticky významné hodnoty $p < ,05$ jsou označeny tučně*. Skupina 1 – dívky ($n = 14$), skupina 2 – chlapci ($n = 13$), U – testovací kritérium, $Z = Z$ skóre, p – statistická signifikace.

V Mann–Whitney U testu nebyl nalezen žádný statisticky významný rozdíl ($p < 0,05$) mezi dívkami a chlapci v parametru bodového zisku v testování Beighton Score v kontrolní skupině.

6 DISKUZE

Diskuze je rozdělena na dvě části. První část se věnuje souhrnu poznatků, tedy rešeršní části práce a metodice výzkumu. Druhá část diskutuje jednotlivé výzkumné otázky.

6.1 DISKUZE K SOUHRNU POZNATKŮ

V teoretické části této diplomové práce, souhrnu poznatků, byly shromážděny informace sloužící jako podklad k interpretaci výsledků dosažených v praktické části. Porozumění hypermobilitě jako fenoménu, jejímu propojení s posturální stabilitou i přesahem do syndromů s ní spojeným je nutným výchozím předpokladem pro hodnocení výsledků výzkumu. Přítomnost hypermobility v dětské populaci, kterou se tato práce zabývá, taktéž nese svá specifika.

Konstituční hypermobilita je jevem, který může existovat ve dvou podobách. První je KH jako samostatný fenomén, jehož znakem zejména je zvýšená kloubní pohyblivost. Na ni může, ale také nemusí navazovat hned několik obtíží – kloubní instability, častější úrazy, „nevysvětlitelné pády“ a jiné. Se zvýšenou kloubní pohyblivostí způsobenou vyšší laxicitou vaziva v okolí kloubů souvisí také změny svalového stromatu, které jsou důvodem celkově nižší svalové síly a přítomnosti lehké hypotonie u osob trpících KH (Janda, 2001). Druhou podobou KH jsou syndromy spojené s hypermobilitou, nejvýznamnějšími zástupci je Ehlers-Danlos syndrom a Marfanův syndrom. Projevy těchto syndromů jsou odrazem globální insuficience poruch pojivové tkáně a prostupují prakticky všemi orgánovými soustavami. Určení rozdílů molekulárního základu a patogeneze samotné KH a proti tomu syndromů spojených s hypermobilitou je dosud nedostatečně poznaným odvětvím vědy. Jeho objasněním by vznikly lepší podmínky i pro terapii a management zvládnání každodenního života pacientů trpících těmito poruchami (Castori et al., 2017).

Samotná přítomnost KH je často podceňovaným jevem, jehož nerespektování může produkovat sekundární obtíže v pohybovém aparátu. Pokud vyhledá hypermobilní jedinec pomoc fyzioterapeuta, měla by terapie tuto skutečnost reflektovat – především by mělo být upuštěno od technik, které zvětšují rozsah pohybu nebo mění délku svalu.

Relativně kontraindikovanými postupy jsou mobilizace nadměrně volných kloubů, stretching a ze strany lékařů zejména podávání myorelaxancií (Janda, 2001). Hlavními principy rehabilitace KH by mělo být zpevňování hlubokého stabilizačního systému a svalstva obecně, úprava vadného držení těla, zlepšování posturálních funkcí a kontroly pohybu a trénování propriocepce. Obecným doporučením je pracovat komplexně a vést terapii raději jako preventivní program, než opakovaně ošetřovat konkrétní potíže nebo úrazy (Palmer et al., 2016).

Pro zvládnutí KH u dětí je důležitá především časná diagnostika a zhodnocení rozsahu potíží. Důležité je odlišit, jestli se jedná pouze o vyšší kloubní volnost nebo jsou přítomny další symptomy nebo syndromy s hypermobilitou spřažené. Ačkoliv je v dětském věku přítomnost KH téměř běžným jevem, může se část těchto osob v dalším vývoji potýkat s projevy patologie související s hypermobilitou. Aby tyto patologie nebyly příčinou omezení nebo ztráty funkce, je třeba na ně reagovat využitím možností fyzioterapie a ergoterapie (Adib, Davie, Grahame, Woo, & Murray, 2005).

Janda (2001) uvádí, že konstitučně hypermobilní jedinci by se taktéž měli vyvarovat aktivit, které cíleně zvyšují kloubní rozsahy. Jako příklad uvádí balet nebo gymnastiku. Nároky na pohybové schopnosti baletních tanečníků, gymnastů však zvýšenou kloubní volnost přímo vyžadují. Obrovský rozsah pohybu je pravděpodobně výsledkem kombinace vrozených predispozic (konstituční hypermobility) a soustavného tréninku pro zvětšování rozsahu pohybu v kloubech od dětského věku (Beighton, Grahame, & Bird, 2012).

V dostupné literatuře je nejčastěji používanou škálou pro hodnocení hypermobility Beighton Score. Její použití v této diplomové práci bylo vybráno záměrně, protože vytváří škálu, je jednoduché a rychlé na provedení a vyžaduje minimum pomůcek. Velkou nevýhodou je ovšem chybějící konsensus autorů pro stanovení hranice hypermobility. A to jak u dospělých, tak u dětí. Hlavním problémem je zřejmě závislost prevalence hypermobility na pohlaví, věku a rase (Hakim & Grahame, 2003). Bodová hranice by se tedy musela lišit i podle zmíněných specifik. Některé studie tyto rozdíly již reflektovaly, například van de Giesen et al. (2001) při hodnocení hypermobility u dětí (převážně europoidní rasy, chlapců i dívek). Pro skupinu ve věku 4–9 let stanovili hranici pro hypermobilitu při zisku 5 a více bodů z celkových devíti, pro děti ve věku 10–12 let byla hranice posunuta na

minimálně $\geq 4/9$ bodů v Beighton Score. Výběr bodové hranice pro tuto práci, tedy stanovení hypermobility při zisku $\geq 5/9$ v Beighton Score, odkazuje k doporučení autorek Smits-Engelsman, Klerks a Kirby (2011). Jejich doporučení pro hranici hypermobility je platné pro děti ve věku 6–12 let a podle recentní práce Singh et al. (2017) jde o validní doporučení, neboť studie je prakticky jediným hodnocením této problematiky pracující s dostatečným počtem probandů europoidní rasy.

Dalším limitujícím faktorem vyšetřování hypermobility podle Beighton Score je testování na malém počtu kloubů. Díky tomu se může stát, že velký počet hypermobilních oblastí (kloubů) mimo vyšetřované segmenty nebude vůbec zachycen (Singh et al., 2017). Rozložení vyšetřovaných kloubů v těle také není rovnoměrné. Horní polovinu těla (od pánve výše) reprezentují tři zkoušky, dolní polovinu jen jedna zkouška, stejně jako jen jedna zkouška testuje osový orgán. Toto nerovnoměrné rozložení vylučuje možnost detailnějšího pohledu na vyjádření konstituční hypermobility v těle. Lepší vyvážení by poskytlo dodání některých zkoušek, které byly používány v minulosti, příkladem může být hodnocení pasivní dorsiflexe hlezenního kloubu. Lze předpokládat, že přínosné by bylo taktéž hodnocení rozsahu pohybu jednotlivých segmentů páteře ve všech rovinách (Beighton, Grahame, & Bird, 2012) a nikoliv pouze současné hodnocení celého osového orgánu v sagitální rovině. Vzhledem k častému zkratu svalů na zadní straně stehen je pohyb do předklonu testovaný v Beighton Score navíc pravděpodobně zkreslen.

Hodnocení posturální stability v dětském věku je poměrně náročným úkolem, neboť její vývoj není jednoznačně lineární. Kromě dalších faktorů je taktéž ovlivněna dozráváním centrální nervové soustavy (Vařeka, 2002b). Je otázkou, zda lze vůbec hodnotit dětskou populaci ve větším věkovém rozpětí. Ačkoliv v zahraničních studiích není výjimkou hodnocení výzkumné skupiny v rozpětí 6–11 let, jako je tomu v případě této diplomové práce, přinesla by možná důkladnější stratifikace zajímavé poznatky.

Cílem provedeného výzkumu bylo zhodnotit vliv hypermobility na posturální stabilitu hodnocenou v diagnostickém režimu přístroje GymTop USB Professional. Pro doplnění byl hodnocen také stoj na jedné dolní končetině se zavřenými a otevřenými očima. Hlavním motivem, proč se věnovat hypermobilitě byla její značná prevalence. Zpracování výzkumných otázek si kladlo za cíl zhodnotit, zda hypermobilita ovlivňuje posturální stabilitu při v klidném stoju u dětí. Pokud by došlo k výraznému potvrzení

tohoto vztahu, bylo by smyslem práce přinést zamyšlení směrem k nutnosti pracovat s konstitučně hypermobilními dětmi na zlepšení stability.

Ačkoliv je hodnocení posturální stability prováděno v mnoha studiích pomocí silových plošin, pro tento výzkum bylo preferováno vyšetření probandů na pomůcce GymTop USB Professional. Tato pomůcka je nástrojem pro terapii i diagnostiku založenou na vizuální zpětné vazbě. Vzhledem k tomu, že výzkumný soubor byl tvořen dětmi navštěvující první stupeň základní školy, bylo použití GymTopu velmi výhodné. Hlavním kladem je jednoduchost měření a snadné podání pokynů. Díky zpětné vazbě na monitoru počítače připojeného k pomůcce probíhá diagnostika zábavnou formou. Pro měření je potřeba minimum prostoru i pomůcek (stůl pro podložení monitoru, podložka pod kulovou úseč). Z diagnostického režimu pomůcky GymTop jsou cenné zejména údaje o mediolaterálních a anteroposteriorních náklonech plošiny a směrodatné odchylky těchto parametrů.

Ačkoliv byla při přípravě výzkumu vyvinuta maximální snaha o jeho kvalitní vystavění a provedení, má tento experiment limity. Pro statistické zpracování jde především o poměrně malý vzorek probandů, neboť pro prokazování jednoznačného vztahu hypermobility a posturální stability by bylo nutné zajistit vzorek čítající stovky probandů.

6.2 DISKUZE K VÝZKUMNÝM OTÁZKÁM

6.2.1 Diskuze k výzkumné otázce č. 1

První výzkumná otázka pomocí Mann-Whitney U testu hodnotila rozdíly výsledků testování stoje na jedné dolní končetině mezi experimentální a kontrolní skupinou. Protože testování probíhalo vždy ve dvou pokusech pro každou dolní končetinu – v modifikaci s otevřenými a zavřenými očima – byly nejprve první a druhé pokusy porovnány ve Wilcoxonově testu. Ten mezi prvním a druhým pokusem neprokázal mezi stejnými parametry statistickou významnost, což je skutečnost pro výsledky výhodná a ukazuje na minimální vliv učení v daných podmínkách.

Ve srovnání kontrolní a experimentální skupiny pomocí Mann-Whitney U testu byl jediný signifikantní rozdíl zjištěn v parametru LDK_2, tedy stoj na levé dolní končetině, druhý pokus. Ostatní parametry se hladině statistické významnosti ($p < 0,05$) ani nepřiblížily. Ve stoje na levé dolní končetině jsou tedy hypermobilní probandi signifikantně méně stabilní, avšak tento poznatek se v dalších variantách stoje na jedné dolní končetině nepotvrdil.

6.2.2 Diskuze k výzkumné otázce č. 2

Ve druhé výzkumné otázce byly hodnoceny parametry testované na pomůcce GymTop USB Professional a jejich porovnání mezi kontrolní a experimentální skupinou. Nejprve byly pomocí Wilcoxonova testu zjišťovány statistické rozdíly mezi prvními a druhými pokusy ve cvičení č. 13, tedy diagnostickém režimu (ve variantě s vizuální kontrolou nebo bez ní). Wilcoxonův test srovnávající první a druhý pokus stoje ve cvičení 13 s vizuální kontrolou v experimentální skupině ukázal statisticky významný rozdíl mezi prvním a druhým pokusem parametru Afb (předozadní výchylky plošiny) a SDlr (směrodatné odchylky mediolaterálních náklonů). U obou parametrů bylo patrné zlepšení ve druhém pokusu, výkony tedy zřejmě ovlivnila zkušenost z pokusu prvního. Podobně u kontrolní skupiny byly nalezeny statisticky významné rozdíly v prvním a druhém pokusu parametru Afb, SDlr a SDfb (směrodatná odchylka předozadních náklonů). Všechny tyto parametry byly ve druhém pokusu lepší než v prvním, a to i v parametru Alr (mediolaterální výchylky plošiny), ačkoliv rozdíl nebyl signifikantně významný. Lze tedy pracovat s předpokladem, že i s dalším tréninkem by se výkon probandů dále zlepšoval (a hodnoty výchylek plošiny by dále klesaly).

Při srovnání experimentální a kontrolní skupiny pomocí Mann-Whitney U testu byl nalezen jediný statisticky významný parametr – SDlr_2, tedy směrodatná odchylka mediolaterální výchylky plošiny ve druhém pokusu. Pokud následně porovnáme aritmetické průměry tohoto parametru mezi kontrolní a experimentální skupinou je patrné, že hypermobilní jedinci vykazují větší výchylky. Tyto výchylky mohou být interpretovány jako menší stabilita během stoje na plošině. Tento názor však platí pouze za předpokladu, že menší výchylky plošiny vznikají citlivým balancováním a nikoliv strnutím v neměnné pozici těžiště. Během měření na pomůcce GymTop USB Professional je vyžadováno aktivní udržování centrované střední polohy na kulové úseči

(s vizuální zpětnou vazbou nebo bez ní) a proto jsou větší výchyly v mediolaterální i anteroposteriorním směru interpretovány jako projev nestability.

Cvičení č. 13 bylo prováděno, jak již bylo zmíněno, ve dvou variantách. Výsledky prezentují hodnoty naměřené během cvičení s možností vizuální kontroly, tedy s poskytnutím vizuální zpětné vazby o náklonech plošiny. Zpracovány byly i výsledky cvičení č. 13 bez vizuální kontroly, ale mezi experimentální a kontrolní skupinou nebyly nalezeny žádné statisticky významné hodnoty (Mann–Whitney U test). Chybí-li tedy možnost vizuální zpětné vazby, jsou rozdíly v posturální stabilitě měřené na přístroji GymTop mezi hypermobilními jedinci a kontrolní skupinou minimální – nejsou statisticky významné. Důvodem může být fakt, že bez vizuální kontroly vykazovali všichni probandi větší průměrné výchyly plošiny. Cvičení č. 13 bez vizuální kontroly s vyššími výchyly poskytuje větší prostor dynamické stabilizaci. Juul-Kristensen et al. (2009) udávají, že zatímco ve statických posturálních činnostech vykazují konstitučně hypermobilní děti větší výchyly těla, v dynamických úkolech (hrubé motorice) nemají oproti kontrolní skupině žádný deficit.

Porovnání výsledku výzkumu v této práci se studii v podobném designu je obtížné. Tyto studie zpravidla hodnotí posturální stabilitu pomocí silových plošin a experimentální skupina není zastoupena konstitučně hypermobilními probandy, ale pacienti trpícími symptomy spojenými s vyšší kloubní laxitou, např. syndromem hypermobility. Posturální stabilitu u konstitučně hypermobilní dětské populace hodnotí minimum studií. Například studie Juul-Kristensen et al. (2015) ukazuje, že porovnání konstitučně hypermobilních dívek (experimentální skupina) s kontrolní skupinou v balančních úlohách ukazuje statisticky významně větší výchyly těla mediolaterálně u experimentální skupiny. Studie byla prováděna na silových plošinách.

Nález instability v experimentální skupině pouze v mediolaterálním směru může souviset s preferencí mediolaterálních výchylek v řešení posturálně náročných situací. V klidném vzpřímeném postoji u dětí jsou mediolaterální výchyly těla výraznější než anteroposteriorní. Naproti tomu starší populace vykazuje výchyly trupu především v anteroposteriorním směru, tedy ve směru kotníkové a kyčelní posturální strategie (van Emmerik & van Wegen, 2000). Větší výchyly zjištěné v hodnocení stability v experimentální skupině na pomůcce GymTop USB Professional tak může ukazovat na horší schopnost používat posturální strategie, které jsou pro nízký věk signifikantní.

6.2.3 Diskuze k výzkumné otázce č. 3

Výzkumná otázka č. 3 hodnotí, zda hypermobilita u dětí koreluje se schopnostmi plnit úkoly sledující posturální stabilitu. Tato výzkumná otázka prezentuje výsledky statistického zpracování dat pomocí Spearmanova korelačního koeficientu. Výzkumná otázka má dvě části: korelaci Beighton Score s výsledky stoje na jedné dolní končetině a korelaci Beighton Score s parametry měřenými na pomůcce GymTop.

Spearmanovy korelace Beighton Score a stoje na jedné dolní končetině ukazují střední zápornou korelaci (-0,388) v parametru LDK_2 (stoj na levé dolní končetině s otevřenými očima, druhý pokus). Platí tedy středně silný záporný vztah mezi těmito parametry. Lze říci, že čím vyšší je bodový zisk v Beighton Score, tím kratší je doba stoje na levé dolní končetině ve druhém pokusu.

Do výsledkové části této práce nebyl zařazen Spearmanův korelační koeficient Beighton Score a parametrů průměr doby stoje na pravé dolní končetině a průměr doby stoje na levé dolní končetině (oba parametry s otevřenými očima). Mezi těmito parametry a Beighton Score byla nalezena střední záporná korelace. Její hodnoty nelze považovat za významné (-0,328 pro stoj na pravé dolní končetině a -0,317 pro stoj na levé dolní končetině), ale mohou doplnit pohled na korelaci hypermobility a posturální stability. Výsledky první části výzkumné otázky č. 3 zobrazují tendenci zkracování délky stoje na jedné dolní končetině s otevřenými očima ve vztahu k rostoucí hodnotě Beighton Score (rostoucí kloubní volnosti).

Vztah jednotlivých pokusů stoje na jedné dolní končetině se zavřenými očima a Beighton Score vykazoval pouze slabou (statisticky nevýznamnou) korelaci.

V druhé části výzkumné otázky č. 3 byla pomocí Spearmanových korelací zjišťována závislost hodnoty Beighton Score a parametrů testovaných měření na pomůcce GymTop. V této části otázky byly zpracovány i parametry získané během cvičení č. 13 bez možnosti vizuální zpětné vazby. Zatímco ve cvičení č. 13 s možností vizuální kontroly byla nalezená korelace výchylek plošiny v jednotlivých parametrech a Beighton Score zanedbatelná nebo malá (statisticky nevýznamná), a nebyl tedy prokázán žádný statisticky významný vztah, v parametrech cvičení č. 13 bez vizuální zpětné vazby byla určitá síla korelace nalezena. Ve Spearmanových korelacích byla zaznamenána střední (pozitivní) závislost mezi parametrem SDlr_1 (směrodatná

odchylka mediolaterální výchylky plošiny v prvním pokusu) a Beighton Score. Ostatní parametry cvičení č. 13 bez vizuální zpětné vazby sice nebyly statisticky významné, ale některé se statistické významnosti silně blížily. Jde o parametry Afb_1 (předozadní výchylka plošiny v prvním pokusu), SDfb_1 a SDfb_2 (směrodatné odchylky předozadní výchylky v prvním a druhém pokusu) a SDlr_2 (směrodatná odchylka mediolaterální výchylky ve druhém pokusu). Z tohoto komplexnějšího pohledu na výsledky lze vyvodit, že při udržování posturální stability ve stoji bez možnosti orientace pomocí vizuální zpětné vazby na monitoru je rostoucí Beighton Score faktorem pro větší (nežádoucí) výchylky plošiny v mediolaterálním, ale i předozadním směru.

6.2.4 Diskuze k výzkumné otázce č. 4

Výzkumná otázka č. 4 hodnotila závislost naměřených dat z testování posturální stability během zkoušky stoje na jedné dolní končetině vzhledem k pohlaví. Výzkumný soubor byl rovnoměrně rozdělen, srovnáváno bylo 22 dívek a 22 chlapců. Závislost byla sledována v celém výzkumném souboru, v experimentální skupině a v kontrolní skupině.

Při hodnocení stoje na jedné dolní končetině v celém výzkumném souboru bylo zjištěno, že chlapci byli ve většině parametrů lepší než dívky. Statisticky významný rozdíl v Mann–Whitneyho U testu byl zaznamenán pouze ve stoji na levé dolní končetině se zavřenými očima v druhém pokusu (LDK_Z_2) a průměru obou pokusů stoje na levé dolní končetině se zavřenými očima. Jak ale napovídá Obrázek 10 ve výsledkové části, který obsahuje grafické zpracování průměrné doby stoje, jsou jisté rozdíly patrné ve více parametrech, ačkoliv nedosáhly hladiny statistické významnosti. Jedná se o parametry stoje na pravé i levé dolní končetině v prvním pokusu, a stoj na levé dolní končetině v druhém pokusu – vše ve variantě s otevřenými očima. Ve variantě se zavřenými očima pak první pokusy stoje na levé i pravé dolní končetině. Tento poznatek je v rozporu se studií autorů Verbecque, Vereeck a Hallemans (2016), zmíněné v kapitole 2.2.3, ve které bylo zjištěno, že posturální stabilita v klidném stoji u dětí (stejněho věku jako jsou probandi této práce) je lepší u dívek než u chlapců.

Autorky Mickle, Munro a Steele (2011) ve své studii sledovaly rozdíl výchylek těla během stoje na jedné dolní končetině na silové plošině mezi dívkami a chlapci. Sledováním skupiny dětí ve věku 8–12 let zjistily, že chlapci vykazovali statisticky významně větší výchylky ve stoji na jedné dolní končetině i v dalších sledovaných parametrech. Výsledky této diplomové práce zobrazující lepší výkony chlapců, a ačkoliv využívala jinou metodiku, ukazuje na specifikum výzkumného souboru.

V podotázkách výzkumné otázky č. 4 byly rozdíly stoje na jedné dolní končetině v Mann–Whitney U testu hodnoceny také pouze v experimentální a kontrolní skupině. V experimentální skupině byli, v souladu s výsledky celého výzkumného souboru, statisticky významně ($p < 0,05$) lepší chlapci ve dvou parametrech (stoj na levé dolní končetině se zavřenýma očima v druhém pokusu a v průměru stoje na levé dolní končetině se zavřenýma očima). V kontrolní skupině byli chlapci statisticky významně lepší pouze v jednom parametru – stoj na levé dolní končetině se zavřenýma očima.

6.2.5 Diskuze k výzkumné otázce č. 5

Hlavním úkolem této výzkumné otázky bylo porovnat kvalitu posturální stability zjišťovanou parametry naměřenými na pomůcce GymTop USB Professional mezi dívkami a chlapci. Porovnání pomocí Mann–Whitney U testu proběhlo v celém výzkumném souboru a zvláště v experimentální a kontrolní skupině.

V žádné z testovaných skupin nebyl v žádném z testovaných parametrů (mediolaterální a anteroposteriorní výchylky plošiny a jejich směrodatné odchylky ve cvičení č. 13 s vizuální kontrolou a bez ní) nalezen statisticky významný ($p < 0,05$) rozdíl.

Mnoho zahraničních studií provádějící porovnání kvality posturálních schopností dívek a chlapců (bez ohledu na přítomnost hypermobility) prokazovalo lepší stabilitu u dívek (Smith, Ulmer, & Wong, 2012). Demura, Kitabayashi a Uchiyama (2006) uvádějí, že v testování posturální stability (u dětí ve věku 3–6 let) na stabilometrické plošině vykazovaly dívky menší výchylky těla v anteroposteriorním a mediolaterálním směru než chlapci.

U starších dětí k podobnému závěru došli i autoři Smith, Ulmer a Wong (2012) zkoumající probandy ve věku 8–12 let. V jejich studii posturální stability v klidném stoji na silových plošinách dívky vykazovaly menší výchylky COP než chlapci. Ačkoliv v této práci bylo pro hodnocení posturální stability využito jiné testovací metody (GymTop USB Professional), nebyly nalezeny statisticky významné rozdíly ($p < 0,05$) v kvalitě posturální stability mezi pohlavími. Stejná kvalita posturální stability ve stoji mezi dívkami a chlapci na plošině GymTop USB Professional může být určitým specifickým výzkumného souboru.

6.2.6 Diskuze k výzkumné otázce č. 6

Hlavním úkolem výzkumné otázky č. 6 bylo přinést informace o rozložení hypermobility (hodnocené podle Beighton Score) ve výzkumném souboru a o specifických experimentální a kontrolní skupiny.

Ve výzkumném souboru ($n = 44$) bylo zastoupení hypermobilních dětí 38,64 %. Porovnání tohoto zastoupení je v souladu s tvrzením Hakima a Grahama (2003), kteří udávají, že zastoupení konstitučně hypermobilních osob v populaci je 2–35 % u mužů a 5–57 % u žen.

Výzkumný soubor měl zastoupení 8 hypermobilních probandek z celkových 22 (36,36 %) a 9 hypermobilních chlapců (z celkového počtu 22 chlapců), tedy 40,91 %. Vzhledem k tomu, že výběr probandů byl přirozený a nebyli cíleně vybíráni hypermobilní probandi, je jejich zastoupení vyšší, než udávají studie. Rikken-Bultman, Wellink a van Dongen (1997) uvádějí zastoupení konstitučně hypermobilních dětí ve vzorku ve věku 4–13 let 15,5 %, tedy nepoměrně méně, než bylo nalezeno ve zkoumaném vzorku. Výzkumný soubor je malý, proto by mohlo být zjištění reálného zastoupení KH v dětské i dospělé europoidní populaci možným námětem pro rozsáhlejší studie zahrnující velký počet probandů.

Při hodnocení procentuálního rozložení hypermobility mezi jednotlivé testované klouby v experimentální a kontrolní skupině bylo zjištěno, že v obou je nejčastějším hypermobilním kloubem kloub loketní. Naopak nejméně získaných bodů v obou skupinách připadlo na zkoušku předklonu. Z dostupné literatury není zřejmé, nakolik je tato situace spojena s často nacházeným zkratem svalů na zadní straně stehen

(hamstringy). Ačkoliv by bylo možné zkoušku předklonu pro klinické použití upravit či nahradit jiným testem, je součástí zavedené škály Beighton Score. Juul-Kristensen et al. (2011) pro doplnění Beighton Score navrhuji test pasivního dotyku paty na hýždě ve flexi kolenního kloubu.

Největší rozdíl mezi experimentální a kontrolní skupinou v procentuálním zastoupení hypermobilních kloubů je v metakarpofalangeálním kloubu malíku a loketním kloubu. Zatímco v experimentální skupině tvořily body získané v Beighton Score za zkoušku hyperextenze malíku 28 %, ve skupině kontrolní stejný test zastupuje pouze 9 %. Překvapivě rozdílné je i procentuální zastoupení bodového zisku pro zkoušku hyperextenze v loketním kloubu. Zatímco v kontrolní skupině zastupuje 53,73 %, v experimentální jen 30 %.

Vysoké procentuální zastoupení konstitučně hypermobilních dětí v přirozeně vytvořeném výzkumném souboru ukazuje, že vyšetřování hypermobility by mělo být standardně prováděno již v nízkém věku. Hodnocení podle Beighton Score je rychlé a nenáročné na administraci a může poskytnout podnět k případnému dalšímu sledování hypermobilních jedinců. To je vhodné k časnému zachycení obtíží, které se mohou společně se zvýšenou kloubní volností projevit jako samostatné symptomy nebo syndrom hypermobility. Včasná pohybová terapie je silným nástrojem prevence dalších obtíží způsobených konstituční hypermobilitou (Romeo et al., 2016).

6.2.7 Diskuze k výzkumné otázce č. 7

Při porovnání hodnoty bodového zisku v Beighton Score dle proměnné pohlaví v Mann–Whitney U testu nebyl zjištěn žádný statisticky významný rozdíl v celém výzkumném souboru. Statisticky významný rozdíl mezi pohlavími nebyl nalezen ani v jednotlivých skupinách.

Ve studii Smits-Engelsmann, Klerks a Kirby (2011), která se věnovala použití Beighton Score v dětské populaci (6–12 let) je uváděno, že v hodnotě bodového zisku v této stupnici nejsou mezi dívkami a chlapci žádné statisticky významné rozdíly. Stejně jako v citované studii, nebyl ve výsledkové části diplomové práce nalezen statisticky významný rozdíl mezi pohlavími.

7 ZÁVĚRY

Cílem speciální části bylo zjistit závislost posturální stability na přítomnosti hypermobility. Testování bylo prováděno na pomůcce GymTop USB Professional, která pracuje na principu vizuální zpětné vazby reflektující náklony nestabilní úseče. Doplňkovým testem byl stoj na jedné dolní končetině.

Při testování stoje na jedné dolní končetině (a v jeho modifikaci se zavřenými očima) bylo zjištěno, že konstitučně hypermobilní děti (experimentální skupina) během stoje na levé dolní končetině s otevřenými očima dosahují kratší výdrže než kontrolní skupina (platné pro druhý pokus). V testování stoje na jedné dolní končetině se zavřenými očima jsou výkony experimentální i kontrolní skupiny srovnatelné.

V rámci doplnění hlavního cíle výzkumu bylo zjištěno, že chlapci dosahují ve většině pokusů stoje na jedné dolní končetině lepších výsledků než dívky. V parametru stoj na levé dolní končetině se zavřenými očima (druhý pokus) a průměru stoje na levé dolní končetině je tento rozdíl statisticky významný. Srovnání pohlaví v parametrech testovaných na pomůcce GymTop USB Professional ale neukázalo žádné statisticky významné rozdíly mezi dívkami a chlapci. Rozdíly mezi dívkami a chlapci nebyly statisticky významné ani v hodnotě bodového zisku v Beighton Score, a to v celém výzkumném souboru, ani jednotlivě v experimentální nebo kontrolní skupině.

Při srovnání posturální stability v experimentální a kontrolní skupině na pomůcce GymTop USB Professional bylo zjištěno, že konstitučně hypermobilní jedinci vykazují vyšší nestabilitu, ale pouze v určitém parametru. Oproti kontrolní skupině vykazovala experimentální skupina statisticky významné vyšší výchylky plošiny v mediolaterálním směru – parametr SDlr_2 (směrodatná odchylka mediolaterálních výchylek ve druhém pokusu).

Zjišťovány byly také korelace některých parametrů s Beighton Score. Při stoji na jedné dolní končetině platí, že schopnost stoje na levé dolní končetině (druhý pokus) je tím horší, čím je větší bodový zisk v Beighton Score, tedy větší počet hypermobilních kloubů. Další nalezenou korelací je vztah směrodatné odchylky mediolaterálních výchylek plošiny ve cvičení č. 13 bez možnosti vizuální zpětné vazby (parametr BV_SDlr_1). Tato nestabilita roste s rostoucím počtem bodů získaných ve stupnici Beighton Score.

Podle výsledků výzkumu má hypermobilita negativní vliv na posturální stabilitu v dětském věku nikoliv globálně, ale pouze v několika sledovaných parametrech.

Na základě rešerše literatury a výzkumu provedeného v této práci lze doporučit provádění vyšetření hypermobility u dětí docházejících k fyzioterapeutovi v rámci kineziologického rozboru. Nález konstituční hypermobility lze použít jako nástroj diferenciální diagnostiky pro syndromy, které zvýšená laxicita pojivové tkáně provází. Stejně tak je zjištěná hypermobilita u dětí (ale i dospělých) podmínkou pro správnou volbu použitých metod fyzioterapie. Preferovány by měly být postupy podporující stabilizaci jednotlivých tělesných segmentů a zlepšující posturální stabilitu.

8 SOUHRN

Diplomová práce se zabývá hodnocením hypermobility a posturální stability u dětí navštěvující první stupeň základní školy. První část práce obsahuje rešerši dosavadních poznatků a provedených studií k problematice, praktická pak popisuje provedený výzkum a prezentuje jeho výsledky. U každého zúčastněného probanda byl proveden kineziologický rozbor a hodnocení hypermobility testem Beighton Score. Kvalita posturální stability byla zjišťována na pomůcce GymTop USB Professional a doplněna funkční zkouškou rovnováhy – stojem na jedné dolní končetině. Měření proběhlo jednorázově. Ve výzkumu bylo zapojeno 44 probandů, dětí ve věku 6–11 let věku. Výzkumný soubor byl z hlediska pohlaví rovnoměrný, zúčastnilo se jej 22 dívek a 22 chlapců. Pro možnost komparace byly vytvořeny dvě skupiny. Experimentální skupina byla složena z probandů, kteří dosáhli v Beighton Score 5 a více bodů, a byli označeni konstitučně hypermobilními. Kontrolní skupina byla tvořena probandy s bodovou hodnotou Beighton Score 4 a méně. Experimentální skupina byla tvořena 17 probandy, kontrolní skupina 27 probandy. Měření probíhalo na Základní a mateřské škole Hrabšíin a Základní škole Šumperk, Vrchlického 22.

Z výsledků praktické části vyplývá, že experimentální skupina vykazovala horší stabilitu pouze v některých parametrech měřených na pomůcce GymTop Professional a modifikacích zkoušky stoje na jedné dolní končetině. Oproti kontrolní skupině byla v experimentální zachycena statisticky významná větší nestabilita v mediolaterálním směru náklonu plošiny GymTopu a horší stabilita v testování stoje na levé dolní končetině. Pro porovnání skupin byl použit Mann–Whitney U test. Použité Spearmanovy korelace statisticky potvrdily provázanost rostoucího Beighton Score a směrodatné odchylky mediolaterální nestability na pomůcce GymTop a stoje na levé dolní končetině. Z výsledků výzkumu je zřejmé, že mezi hodnotou Beighton Score a parametry hodnotícími posturální stabilitu existuje statisticky významná závislost, ovšem pouze v některých parametrech.

Hodnocení konstituční hypermobility pomocí Beighton Score by mělo být součástí vyšetření dětí ve školním věku. Částečně potvrzené odchylky v kvalitě posturální stability zjištěné v praktické části spolu s dalšími možnými projevy zvýšené kloubní volnosti a laxicity vaziva mohou být úspěšně řešeny metodami fyzioterapie.

9 SUMMARY

The diploma thesis deals with the evaluation of hypermobility and postural stability in children attending primary schools. The first part of the thesis contains a review of existing findings and studies conducted on the issues, the practical part describes the research and presents its results. Each proband was tested with kinesiological analysis and hypermobility evaluation using the Beighton Score test. The quality of postural stability was determined with the GymTop USB Professional and supplemented by a functional balance test – single leg stance. The measurement was performed one-time. The research involved 44 probands, children aged 6–11 years. The research sample was gender-balanced, with 22 girls and 22 boys. Two groups were created in order to be able to make a comparison. The experimental group was composed of probands who achieved 5 points or more in Beighton Score, and they were described as generalized joint hypermobile. The control group consisted of probands achieving a Beighton Score of 4 or less. The experimental group consisted of 17 probands, a control group of 27 probands. Measurement took place at Hrabíšín Primary and Nursery School and Šumperk Elementary School, 22 Vrchlický Street.

The results of the practical part show that the experimental group showed worse stability only in some parameters measured with the GymTop USB Professional and modifications of the single leg stance. Compared to the control group, the experimental group demonstrated statistically significant greater instability in the mediolateral sway of the GymTop platform and compare the groups. The used Spearman correlations statistically confirmed the interconnection of the growing Beighton Score with the standard deviation of the mediolateral instability on the GymTop and the single leg stance. The results of the research show that there is a statistically significant dependence between the Beighton Score and the postural stability parameters, but only in some of these.

The assessment of generalized joint hypermobility with Beighton Score should be part of the examinations of school-age children. Partially confirmed deviations in the quality of postural stability found in the practical part together with other possible demonstrations of greater range of motion and ligament laxicity can be successfully solved by physiotherapy methods.

10 REFERENČNÍ SEZNAM

- Adib, N., Davies, K., Grahame, R., Woo, P., & Murray, K. J. (2005). Joint hypermobility syndrome in childhood. A not so benign multisystem disorder? *Rheumatology*, 44(6), 744–750. doi: 10.1093/rheumatology/keh557
- Anonymous (2006). Manual GymTop USB Professional [Manuál]. Retrieved 13. 2. 2019
from World Wide Web: <https://medical.ausilium.it/fileuploaders/download/download/?d=0&file=custom%2Fupload%2F1a430fec1ca2f5a821e65edfd750cc00.pdf>
- Beighton, P., Grahame, R., & Bird, H. (2012). *Hypermobility of Joints* (4th ed.). London: Springer Verlag
- Bizovská, L., Janura, M., Míková, M., & Svoboda, Z. (2017). *Rovnováha a možnosti jejího hodnocení*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci
- Bout-Tabaku, S., Klieger, S. B., Wrotniak, B. H., Sherry, D. D., Zemel, B. S., & Stettler, N. (2014). Adolescent obesity, joint pain, and hypermobility. *Pediatric Rheumatology*, 12(11), 1–5. doi: 10.1186/1546-0096-12-11
- Carter, C., & Wilkinson, J. (1964). Persistent joint laxicity and congenital dislocation of the hip. *The Journal of Bone and Joint Surgery*, 46(1), 40–45. doi: 10.1302/0301-620X.46B1.40
- Castori, M., Tinkle, B., Levy, H., Grahame, R., Malfait, F., & Hakim, A. (2017). A Framework for the Classification of Joint Hypermobility and Related Conditions. *American Journal of Medical Genetics*, 175(1), 148–157. doi: 10.1002/ajmg.c.31539
- Cattalini, M., & Cimaz, R. (2017). Musculoskeletal pain in children, when hypermobility is the problém. *Archives de Pédiatrie*, 24(5), 421–423. doi: 10.1016/j.arcped.2017.01.021
- Clinch, J., Deere, K., Sayers, A., Palmer, S., Riddoch, C., Tobias, J. H., & Clark, E. M. (2011). Epidemiology of generalized joint laxity (hypermobility) in fourteen-year-old children from the UK: A population-based evaluation. *Arthritis & Rheumatology*, 63(9), 2819–2827. doi: 10.1002/art.30435

- de Boer, R., van Vlimmeren, L. A., Scheper, M. C., Nijhuis-van der Sanden, M. G. W., & Engelbert, R. H. H. (2015). Is Motor Performance in 5.5-Year-Old Children Associated with the Presence of Generalized Joint Hypermobility? *The Journal of Pediatrics*, *167*(3), 694–701. doi: 10.1016/j.jpeds.2015.06.034
- Demura, S., Kitabayashi, T., & Uchiyama, M. (2006). Body sway characteristics during static upright posture in young children. *Sport Sciences for Health*, *1*(4), 158–161. doi: 10.1007/s11332-006-0028-5
- Falkerslev, S., Baagø, C., Alkjær, T., Remvig, L., Halkjær-Kristensen, J., Larsen, P. K., Juul-Kristensen, B., & Simonsen, E. B. (2013). Dynamic balance during gait in children and adults with generalized Joint hypermobility. *Clinical Biomechanics*, *28*(3), 318–324. doi: 10.1016/j.clinbiomech.2013.01.006
- Fatoye, F., Palmer, S., Macmillan, F., Rowe, P., & van den Linden, M. (2009). Proprioception and muscle torque deficits in children with hypermobility syndrome. *Rheumatology*, *48*(2), 152–157. doi: 10.1093/rheumatology/ken435
- Grahame, R., Bird, H., & Child, A. (2000). The revised (Brighton 1998) criteria for the diagnosis of benign joint hypermobility syndrome (BJHS). *Journal of Rheumatology*, *27*(7), 1777–1779.
- Hakim, A., & Grahame, R. (2003). Joint Hypermobility. *Best Practise & Research Clinical Rheumatology*, *17*(6), 989–1004. doi: 10.1016/S1521-6942(03)00108-6
- Hendl, P. (2004). Přehled statistických metod zpracování dat. Praha: Portál
- Hettich, G., Fennel, L., & Mergner, T. (2011). Double inverted pendulum model of reactive human stance control. In: J. C. Samin, & P. Fiset. (Eds.), *Multibody Dynamics: Computational Methods and Applications*. Brussels: Belgium
- Horak, F. B. (2006). Postural orientation and equilibrium: What do we need to know about neural control of balance to prevent falls? *Age and Ageing*, *35*(Suppl. 2), 7–11. doi: 10.1093/ageing/afl077
- Horak, F. B., & Nashner, L. M. (1986). Central Programming of Postural Movements: Adaptation to Altered Support-Surface Configurations. *Journal of Neurophysiology*, *55*(6), 1369–1381.

- Hue, O., Simoneau, M., Marcotte, J., Berrigan, F., Doré, J., Marceau, P., Marceau, S., Tremblay, A., & Teasdale, N. (2007). Body weight is a strong predictor of postural stability. *Gait & Posture*, 26(1), 32–38. doi: 10.1016/j.gaitpost.2006.07.005
- Chiba, R., Takakusaki, K., Ota, J., Yozu, A., & Haga, N. (2016). Human upright posture control models based on multisensory inputs; in fast and slow dynamics. *Neuroscience Research*, 104, 96–104. doi: 10.1016/j.neures.2015.12.002
- Janda, V. (1996). Funkční svalový test. Praha: Grada
- Janda, V. (2001). Hypermobilita [Doporučené postupy pro praktické lékaře No. a/079/111]. Praha: Česká lékařská společnost Jana Evangelisty Purkyně
- Jansson, A., Saartok, T., Werner, S., & Renström, P. (2004). General joint laxity in 1845 Swedish school children of different ages: age and gender specific distributions. *Acta Paediatrica*, 93(9), 1202–1206. doi: 10.1111/j.1651-2227.2004.tb02749.x
- Junge, T., Jespersen, E., Wedderkopp, N., & Juul-Kristensen, B. (2013). Inter-tester reproducibility and inter-metod agreement of two variations of the Beighton test for determining generalized joint hypermobility in primary school children. *BMC Pediatrics*, 13(214). doi: 10.1186/1471-2431-13-214
- Juul-Kristensen, B., Johansen, K. I., Hendriksen, P., Melcher, P., Sandfeld, J., & Jensen, B. R. (2015). Girl with generalized joint hypermobility display changed muscle activity and postural sway during static balance tasks. *Scandinavian Journal of Rheumatology*, 45(1), 57–65. doi: 10.3109/03009742.2015.1041154
- Juul-Kristensen, B., Kristensen, J. H., Frausing, B., Jensen, D. V., Røgind, H., & Remvig, L. (2009). Motor Competence and Physical Activity in 8-Year-Old School Children With Generalized Joint Hypermobility. *Pediatrics*, 124(5), 1380–1387. doi: 10.1542/peds.2009-0294
- Kolář, P. (2009). *Rehabilitace v klinické praxi*. Praha: Galén

- Králíček, P (2011). Úvod do speciální neurofyzologie (3rd ed.). Praha: Galén
- Kumar, B., & Lenert, P. (2017). Joint Hypermobility Syndrome: Recognizing a Commonly Overlooked Cause of a Chronic Pain. *The American Journal of Medicine*, 130(6), 640–647. doi: 10.1016/j.amjmed.2017.02.013
- Lewit, K. (2003). *Manipulační léčba v myoskeletární medicíně* (5th ed.). Praha: Sdělovací technika
- Marulli, T. A., Harmon-Matthews, L. E., Davis-Coen, J. H., Wilingeburg, N. W., & Hewett, T. E. (2017). Eyes-Closed Single-Limb Balance is Not Related to Hypermobility Status in Dancers. *Journal of Dance Medicine & Science*, 21(2), 70–75. doi: 10.12678/1089-313X.21.2.70
- Maurer, C., & Peterka, R. J. (2005). A New Interpretation of Spontaneous Sway Measures Based on a Simple Model of Human Postural Control. *Journal of Neurophysiology*, 93(1), 189–200. doi: 10.1152/jn.00221.2004
- Mickle, K. J., Munro, B. J., & Steele, J. R. (2011). Gender and age affect balance performance in primary school-aged children. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 14(3), 243–248. doi: 10.1016/j.sams.2010.11.002
- Murray, K. J. (2006). Hypermobility disorders in children and adolescents. *Best Practice & Research Clinical Rheumatology*, 20(2), 329–351. doi: 10.1016/j.berh.2005.12.003
- Palmer, S., Terry, R., Rimes, K. A., Clark, C., Simmonds, J., & Horwood, J. (2016). Physiotherapy management of joint hypermobility syndrome – a focus group study of patient and health professional perspectives. *Physiotherapy*, 102(1), 93–102. doi: 10.1016/j.physio.2015.05.001
- Peterka, R. J. (2002). Sensorimotor Integration in Human Postural Control. *Journal of Neurophysiology*, 88(3), 1097–1118. doi: 10.1152/jn.2002.88.3.1097
- Remvig, L., Jensen, D. V., & Ward, R. C. (2007). Are Diagnostic Criteria for General Joint Hypermobility and Benign Joint Hypermobility Syndrome Based on Reproducible and Valid Tests? A Review of the Literature. *The Journal of Rheumatology*, 34(4), 798–803.

- Rikken-Bultman, D. G., Wellink, L., & van Dongen, P. W. (1997). Hypermobility in two Dutch school populations. *European Journal of Obstetrics & Gynecology and Reproductive Biology*, *73*(2), 189–192. doi: 10.1016/s0301-2115(97)02745-0
- Rival, C., Ceyte, H., & Olivier, I. (2005). Developmental changes of static balance in children. *Neuroscience Letters*, *376*(2), 133–136. doi: 10.1016/j.neulet.2004.11.042
- Romeo, D. M., Lucibello, S., Musto, E., Brogna, C., Ferrantini, G., Velli, C., Cota, F., Ricci, D., & Mercury, E. (2016). Assessing Joint Hypermobility in Preschool-Aged Children. *The Journal of Pediatrics*, *176*, 162–166. doi: 10.1016/j.jpeds.2016.05.072
- Runge, C. P., Shupert, C. L., Horak, F. L., & Zajac, F. E. (1999). Ankle and hip postural strategies defined by joint torques. *Gait and Posture*, *10*(2), 161–170.
- Sachse, J. (1992). Untersuchung der (konstitutionellen) Hypermobilität. In: K. Lewit (Ed.), *Manuelle Medizin* (6th ed., pp. 335–350). Leipzig, Heidelberg: Barth
- Scheper, M., de Vries, J., Beelen, A., de Vos, A., Nollet, F., & Engelbert, R. (2014). Generalized Joint Hypermobility, Muscle Strength and Physical Function in Healthy Adolescents and Young Adults. *Current Rheumatology Reviews*, *10*(2), 117–125.
- Simmonds, J. V., & Keer, R. J. (2007). Hypermobility and the hypermobility syndrome. *Manual Therapy*, *12*(4), 298–309. doi: 10.1016/j.math.2007.05.001
- Singh, H., McKay, M., Baldwin, J., Nicholson, L., Cahn, C., Burns, J., & Hiller, C. E. (2017). Beighton scores and cut-offs across the lifespan: Cross-sectional study of an Australian population. *Rheumatology*, *56*(11), 1857–1864. doi: 10.1093/rheumatology/kex043
- Smith, A. W., Ulmer, F. F., & Wong, D. P. (2012). Gender Differences in Postural Stability Among Children. *Journal of Human Kinetics*, *33*(1), 25–32. doi: 10.2478/v10078-012-0041-5

- Smith, T. O., Jerman, E., Easton, V., Bacon, H., Armon, K., Poland, F., & Macgregor, A. J. (2013). Do people with benign joint hypermobility syndrome (BJHS) have reduced joint proprioception? A systematic review and ameta-analysis. *Rheumatology International*, 33(11), 2709–2716. doi: 10.1007/s00296-013-2790-4
- Smits-Engelsman, B., Klerks, M., & Kirby, A. (2011). Beighton Score: A Valid Measure for Generalized Hypermobility in Children. *The Journal of Pediatrics*, 158(1), 119–123. doi: 10.1016/j.peds.2010.07.021
- Sohrbeck-Nøhr, O., Kristensen, J. H., Boyle, E., Remvig, L., & Juul-Kristensen, B. (2014). Generalized joint hypermobility in childhood is an possible risk for the development of joint pain in adolescence: a cohort study. *BMC Pediatrics*, 14(1). doi:10.1186/s12887-014-0302-7
- Son, S. M. (2016). Influence of Obesity on Postural Stability in Young Adults. *Osong Public Health and Research Perspectives*, 7(6), 378–381. doi: 10.1016/j.phrp.2016.10.001
- Tofts, L. J., Elliott, E. J., Munns, C., Pacey, V., & Sillence, D. O. (2009). The differential diagnosis of children with joint hypermobility: a review of the literaure. *Pediatric Rheumatology*, 7(1). doi: 10.1186/1546-0096-7-1
- Trojan, S., Druga, R., Pfeiffer, J., & Votava, J. (2005). *Fyziologie a léčebná rehabilitace motoriky člověka* (3rd ed.). Praha: Grada
- van de Giessen, L. J., Liekens, D., Rutgers, K. J. M., Hartman, A., Mulder, P. G. H., & Oranje, A. P. (2001). Validation of Beighton Score and Prevalence of Connective Tissue Signs in 773 Dutch Children. *The Journal of Rheumatology*, 28(12), 2726–2730.
- van Emmerik, R. E. A., & van Wegen, E. E. H. (2000). On Variability and Stability in Human Movement. *Journal of Applied Biomechanics*, 16(4), 394–406. doi: 10.1123/jab.16.4.394
- Vařeka, I. (2002a). Posturální stabilita (I. část). Terminologie a biomechanické principy. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*, 9(4), 115–121.

- Vařeka, I. (2002b). Posturální stabilita (II. část). Řízení, zajištění, vývoj, vyšetření. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*, 9(4), 122–129.
- Véle, F. (1995). *Kineziologie posturálního systému*. Praha: Karolinum
- Véle, F. (2006). *Kineziologie: Přehled klinické kineziologie a patokineziologie pro diagnostiku a terapii poruch pohybové soustavy* (2nd ed.). Praha: Triton
- Verbecque, E., Vereeck, L., & Hallemans, A. (2016). Postural sway in children: A literature review. *Gait & Posture*, 49, 402–410. doi: 10.1016/j.gaitpost.2016.08.003
- Winter, D. A. (1995) Human balance and posture control during standing and walking. *Gait & Posture*, 3(4), 193–214.

11 PŘÍLOHY

Příloha 1. Vyjádření Etické komise Fakulty tělesné kultury Univerzity Palackého v Olomouci



Fakulta
tělesné kultury

Genius loci

Vyjádření Etické komise FTK UP

Složení komise: doc. PhDr. Dana Štěrbová, Ph.D. – předsedkyně
Mgr. Ondřej Ješina, Ph.D.
doc. MUDr. Pavel Maňák, CSc.
Mgr. Filip Neuls, Ph.D.
Mgr. Michal Kudláček, Ph.D.
doc. Mgr. Erik Sigmund, Ph.D.
Mgr. Zdeněk Svoboda, Ph.D.

Na základě žádosti ze dne 29. 8. 2018 byl projekt diplomové práce

autor (hlavní řešitel): Bc. Radka Habigerová

s názvem

Hodnocení posturální stability a hypermobility u dětí ve věku 6-11 let

schválen Etickou komisí FTK UP pod jednacím číslem: **56/ 2018**
dne: **30. 9. 2018.**

Etická komise FTK UP zhodnotila předložený projekt a **neshledala žádné rozpory** s platnými zásadami, předpisy a mezinárodními směrnicemi pro výzkum zahrnující lidské účastníky.

Řešitelka projektu splnila podmínky nutné k získání souhlasu etické komise.

za EK FTK UP
doc. PhDr. Dana Štěrbová, Ph.D.

Fakulta tělesné kultury Univerzity Palackého v Olomouci
třída Míru 117 | 771 11 Olomouc | T: +420 585 636 009
www.ftk.upol.cz

Univerzita Palackého v Olomouci
Fakulta tělesné kultury
Komise etická
třída Míru 117 | 771 11 Olomouc

Příloha 2. Vzor Informovaného souhlasu zákonného zástupce dítěte zúčastněného ve výzkumu

INFORMOVANÝ SOUHLAS ZÁKONNÉHO ZÁSTUPCE

Vyšetřující/autor diplomové práce: Bc. Radka Habigerová

Vedoucí diplomové práce: Mgr. Martina Šlachtová, Ph.D.

Název práce: Hodnocení posturální stability a hypermobility u dětí ve věku 6–11 let

Podpisem uvedeným níže stvrzuji, že:

- Účast a spolupráce mého dítěte ve studii je dobrovolná, byl jsem informován a poučen o průběhu vyšetření a testování
- Stvrzuji, že jsem porozuměl záměru studie a všem úkonů, které sběr dat obnáší
- Souhlasím s kineziologickým vyšetřením mého dítěte a jeho testováním za účelem sběru dat pro diplomovou práci
- Souhlasím s použitím získaných dat (výsledků vyšetření a testování) v diplomové práci
- S výsledky vyšetření a testování bude nakládáno jako s důvěrnými, a v souladu s platností zákonů ČR upravujících nakládání s osobními údaji
- Jméno a příjmení mého dítěte bude diplomové práci nahrazeno číslem
- Zjištěná data budou uveřejněna v diplomové práci pouze bez osobních údajů (identifikačních dat), získaná data nebudou spojována se jménem účastníka studie
- Získaná data mohou být použita za účelem další vědecké práce, ale zásadně bez údajů, které by mohly účastníka identifikovat.
- Jsem srozuměn s tím, že mé dítě může kdykoliv během průběhu vyšetření a testování odstoupit bez udání důvodu a jeho rozhodnutí musí být vyšetřujícím plně respektováno

Jméno a příjmení zákonného zástupce:

Jméno a příjmení vyšetřovaného:

Datum narození vyšetřovaného:

Vdne

Podpis zákonného zástupce:

Příloha 3. Informace pro rodiče dětí zúčastněných ve výzkumu

Vážení rodiče!

Jsem studentka 5. ročníku fyzioterapie na Fakultě tělesné kultury Univerzity Palackého v Olomouci a ráda bych Vás požádala o spolupráci při vypracování mé diplomové práce.

K vypracování diplomové práce s názvem *Hodnocení posturální stability a hypermobility u dětí ve věku 6–11 let* je zapotřebí nashromáždit data, se kterými budu pracovat. Data budu získávat pomocí měření na plošině GymTop USB, testováním hypermobility a kineziologickým rozbohem (zhodnocení stavu pohybového systému fyzioterapeutem). Pro měření dat potřebuji dostatečné množství vyšetřovaných osob – dětí navštěvující první stupeň základní školy. Proto Vás prosím, o podepsání Informovaného souhlasu, který mi umožní vyšetřit Vaše dítě a provést měření.

Práce s vyšetřovaným (dítětem) bude trvat kolem 30 minut a bude zahrnovat:

- kineziologický rozbor: orientační zhodnocení stavu pohybového systému fyzioterapeutem (tato část bude probíhat ve spodním prádle)
- stanovení přítomnosti hypermobility (zvýšené kloubní volnosti): hodnocení probíhá tak, že vyšetřovaný plní jednoduché pokyny terapeuta (pokyny typu: snažte dosáhnout rukama na zem při předklonu, maximálně propněte loket apod.)
- měření na přístroji GymTop: jde o nízkou plošinu tvaru kulové úseče, na které dítě stojí a zároveň sleduje monitor počítače; během testování dítě formou hry plní pohybové úkoly

Celé testování bude probíhat v prostorách školy, vždy jednotlivě a podle ustanovení sepsaných v Informovaném souhlasu, který příkládám.

Všechna odebraná data budou přísně anonymní, po celou dobu bude dbáno na bezpečnost vyšetřovaného (dítěte). Pokud dítě kdykoliv během odebrání dat vysloví nesouhlas se spoluprací, bude mu umožněno okamžitě vyšetření ukončit a odejít.

Předem děkuji za Váš čas a spolupráci Vás i dětí.

Kontakt:

Bc. Radka Habigerová

mail: habigerova.radka@seznam.cz